

CAPS UITGAWE

GRAAD 11 FISIESE WETENSKAPPE

GESKRYF DEUR VRYWILLIGERS

EVERYTHING SCIENCE
DEUR



SIYAVULA
TECHNOLOGY-POWERED LEARNING



basic education

Department:
Basic Education
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

METROPOLITAN



1 IA																18 0				
H 1,01	Periodic Table of the Elements																	2		
																		He 4,00		
Li 6,94	Be 9,01	NoEN Element AMU												B 10,8	C 12,0	N 14,0	O 16,0	F 19,0	Ne 20,2	
Na 23,0	Mg 24,3													Al 27,0	Si 28,1	P 31,0	S 32,1	Cl 35,45	Ar 39,9	
K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8			
Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 95,9	Tc (98)	Ru 101,1	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,9	Cd 112,4	In 114,8	Sn 118,7	Sb 121,8	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3			
Cs 132,9	Ba 137,3	La-Lu Lanthanides	Hf 178,5	Ta 180,9	W 183,8	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 197,0	Hg 200,6	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 209,0	Po (209)	At (210)	Rn (222)			
Fr (223)	Ra 226,0	Ac-Lr Actinides	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (269)	Rg (272)	Cn (277)	Uut (284)	Uuq (289)	Uup (288)	Uuh (293)	Uus (282)	Uuo (282)			

- Transition Metal
- Metal
- Metalloid
- Non-metal
- Noble Gas
- Lanthanide
- Actinide

57	1,1	58	1,1	59	1,1	60	1,1	61		62	1,1	63		64	1,2	65		66	1,2	67	1,2	68	1,2	69	1,3	70		71	1,3
La		Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu	
138,9		140,1		140,9		144,2		(145)		150,4		152,0		157,3		158,9		162,5		164,9		167,3		168,9		173,0		175,0	
89	1,1	90	1,3	91	1,5	92	1,4	93	1,3	94	1,3	95	1,3	96	1,3	97	1,3	98	1,3	99	1,3	100	1,3	101	1,3	102	1,3	103	
Ac		Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr	
227,0		232,0		231,0		238,0		237,0		(244)		(243)		(247)		(247)		(251)		(252)		(257)		(258)		(258)		(260)	

EVERYTHING SCIENCE

GRAAD 11 FISIIESE WETENSKAPPE

WEERGAWE 1 CAPS

DEUR SIYAVULA EN VRYWILLIGERS

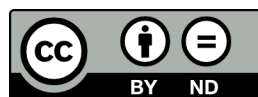
KOPIEREG KENNISGEWING

Jou wetlike vryheid om hierdie boek te kopieer

Jy mag enige gedeelte van hierdie boek en ander Everything Maths and Science titels vrylik kopieer, trouens ons moedig jou aan om dit doen. Jy kan dit soveel keer as jy wil fotostateer, uitdruk of versprei. Jy kan dit by www.everythingmaths.co.za en www.everythingscience.co.za, aflaai en op jou selfoon, iPad, rekenaar of geheue stokkie stoor. Jy kan dit selfs op 'n kompaktskyf (CD) brand, dit vir iemand per e-pos aanstuur of op jou eie webblad laai. Die enigste voorbehoud is dat jy die boek, sy omslag en die kortkodes onveranderd laat.

Hierdie boek is gegrond op die oorspronklike Free High School Science Text wat in sy geheel deur vrywilligers van die akademië, onderwysers en industrie deskundiges geskryf is. Die Everything Maths and Science handelsmerke is die eiendom van Siyavula.

Vir meer inligting oor die Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0) lisensie besoek <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/>



LYS VAN SKRYWERS

Siyavula Onderwys

Siyavula Onderwys is a sosiale onderneming wat in 2012 met kapitaal en ondersteuning van die **PSG Group Beperk** en die **Shuttleworth Stigting** gestig is. Die Everything Maths and Science reeks is deel van 'n groeiende versameling van hulpbronne geskep en vryliks beskikbaar gestel is deur Siyavula. Vir meer inligting oor die skryf en verspreiding van hierdie titels besoek :

www.siyavula.com

info@siyavula.com

021 469 4771

Siyavula Skrywers

Dr. Mark Horner; Heather Williams

Siyavula en DBE span

Ewald Zietsman; Veena Maharaj; Marongwa Masemula; Bridget Nash; Gilberto Isquierdo; Karen Kornet; Kevin Reddy; Enoch Ndwamato Makhado ; Clive Mhaka

Siyavula en Free High School Science Text bydraers

Dr. Mark Horner; Dr. Samuel Halliday; Dr. Sarah Blyth; Dr. Rory Adams; Dr. Spencer Wheaton

Iesrafeel Abbas; Sarah Abel; Dr. Rory Adams; Andrea Africa; Wiehan Agenbag; Matthew Amundsen; Ben Anhalt; Prashant Arora; Amos Baloyi; Bongani Baloyi; Raymond Barbour; Caro-Joy Barendse; Richard Baxter; Tara Beckerling; Tim van Beek; Mariaan Bester; Jennifer de Beyer; Dr. Sarah Blyth; Sebastian Bodenstein; Martin Bongers; Thinus Booysen; Gareth Boxall; Stephan Brandt; Hannes Breytenbach; Alexander Briell; Wilbur Britz; Graeme Broster; Craig Brown; Michail Brynard; Dianne de Bude; Richard Burge; Bianca B hmer; Jan Buys; George Calder-Potts; Eleanor Cameron; Mark Carolissen; Shane Carolisson; Richard Case; Sithembile Cele; Alice Chang; Richard Cheng; Fanny Cherblanc; Dr. Christine Chung; Brett Cocks; Roch  Compaan; Willem Conradie; Stefaan Conradie; Rocco Coppejans; Tim Craib; Andrew Craig; Tim Crombie; Dan Crytser; Jock Currie; Dr. Anne Dabrowski; Laura Daniels; Gareth Davies; Sandra Dickson; Sean Dobbs; Buhle Donga; William Donkin; Esme Dreyer; Matthew Duddy; Christel Durie; Fernando Durrell; Dr. Dan Dwyer; Frans van Eeden; Alexander Ellis; Tom Ellis; Andrew Fisher; Giovanni Franzoni; Olivia Gillett; Ingrid von Glehn; Tamara von Glehn; Lindsay Glesener; Kevin Godby; Dr. Vanessa Godfrey; Terence Goldberg; Dr. Johan Gonzalez; Saaligha Gool; Hemant Gopal; Dr. Stephanie Gould; Umeshree Govender; Heather Gray; Lynn Greeff; Jaco Greyling; Martli Greyvenstein; Carine Grobbelaar; Suzanne Grov ; Dr. Tom Gutierrez; Brooke Haag; Kate Hadley; Alex Hall; Dr. Sam Halliday; Asheena Hanuman; Dr. Melanie Dymond Harper; Ebrahim Harris; Dr. Nicholas Harrison; Neil Hart; Nicholas Hatcher; Jason Hayden; Laura Hayward; Dr. William P. Heal; Pierre van Heerden; Dr. Fritha Hennessy; Dr. Colleen Henning; Shaun Hewitson; Millie Hilgart; Grant Hillebrand; Nick Hobbs; Chris Holdsworth; Dr. Benne Holwerda; Dr. Mark Horner; Robert Hovden; Mfandaidza Hove; Jennifer Hsieh; George Hugo; Laura Huss; Prof. Ed Jacobs

Hester Jacobs; Stefan Jacobs; Rowan Jelley; Grant Jelley; Clare Johnson; Francois Jooste; Luke Jordan; Tana Joseph; Corli Joubert; Dr. Fabian Jutz; Brian Kamanzi; Herman Kamper; Dr. Lutz Kampmann; Simon Katende; Natalia Kavalenia; Rabia Khan; Nothando Khumalo; Paul Kim; Lizl King; Melissa Kistner; Dr. Jennifer Klay; Andrea Koch; Grove Koch; Bishop Komolafe; Dr. Timo Kriel; Lara Kruger; Sihle Kubheka; Andrew Kubik; Luca Lategan; Dr. Jannie Leach; Nkoana Lebaka; Dr. Marco van Leeuwen; Dr. Tom Leinster; Ingrid Lezar; Henry Liu; Christopher Loetscher; Linda Loots; Michael Loseby; Bets Lourens; Chris Louw; Amandla Mabona; Malothe Mabutho; Stuart Macdonald; Dr. Anton Machacek; Tshepo Madisha; Batsirai Magunje; Dr. Komal Maheshwari; Michael Malahe; Masoabi Malunga; Kosma von Maltitz; Masilo Mapaila; Bryony Martin; Nicole Masureik; Jacques Masuret ; John Mathew; Dr. Will Matthews; Chiedza Matuso; JoEllen McBride; Nikolai Meures; Margaretha Meyer; Riana Meyer; Filippo Miatto; Jenny Miller; Rossouw Minnaar; Abdul Mirza; Colin Mkhize; Mapholo Modise; Carla Morderdyk; Tshwarelo Mohlala; Relebohile Molaoa; Marasi Monyau; Asogan Moodaly; Jothi Moodley; Robert Moon; Calvin Moore; Bhavani Morarjee; Kholofelo Moyaba; Nina Gitau Muchunu; Christopher Muller; Helgard Muller; Johan Muller; Caroline Munyonga; Alban Murewi; Kate Murphy; Emmanuel Musonza; Tom Mutabazi; David Myburgh; Johann Myburgh; Kamie Naidu; Nolene Naidu; Gokul Nair; Vafa Naraghi; Bridget Nash; Eduan Naudé; Tyrone Negus; Theresa Nel; Huw Newton-Hill; Buntu Ngcebetsha; Towan Nothling; Dr. Markus Oldenburg; Adekunle Oyewo; Thomas O'Donnell; Dr. Jaynie Padayachee; Poveshen Padayachee; Masimba Paradza; Quinton Paulse; Dave Pawson; Justin Pead; Carli Pengilly; Nicolette Pekeur; Joan Pienaar; Petrus Pieter; Sirika Pillay; Jacques Plaut; Jaco du Plessis; Barry Povey; Barry Povey; Andrea Prinsloo; David Prinsloo; Joseph Raimondo; Sanya Rajani; Alastair Ramlakan; Thinus Ras; Dr. Matina J. Rassias; Ona Rautenbach; Dr. Jocelyn Read; Jonathan Reader; Jane Reddick; Robert Reddick; Dr. Matthew Reece; Chris Reeders; Razvan Remsing; Laura Richter; Max Richter; Sean Riddle; Dr. David Roberts; Christopher Roberts; Helen Robertson; Evan Robinson; Christian Roelofse; Raoul Rontsch; Dr. Andrew Rose; Katie Ross; Jeanne-MariÈ Roux; Karen Roux; Mark Roux; Bianca Ruddy; Heinrich Rudman; Nitin Rughoonauth; Katie Russell; Steven Sam; Jason Avron Samuels; Dr. Carl Scheffler; Nathaniel Schwartz; Duncan Scott; Christovan van Schalkwyk; Rhoda van Schalkwyk; Helen Seals; Relebohile Sefako; Prof. Sergey Rakityansky; Sandra Serumaga-Zake; Paul Shangase; Cameron Sharp; Ian Sherratt; Dr. James Short; Cho Hee Shrader; Roger Sieloff; Brandon Sim; Bonga Skozana; Clare Slotow; Bradley Smith; Greg Solomon; Nicholas Spaul; Hester Spies; Dr. Andrew Stacey; Dr. Jim Stasheff; Mike Stay; Nicol Steenkamp; Dr. Fred Strassberger; Mike Stringer; Stephanie Strydom; Abdulhuck Suliman; Masixole Swartbooi; Tshenolo Tau; Tim Teatro; Ben Thompson; Shen Tian; Xolani Timbile; Liezel du Toit; Nicola du Toit; Dr. Francois Toerien; RenÈ Toerien; Dr. Johan du Toit; Robert Torregrosa; Jimmy Tseng; Pieter Vergeer; Rizmari Versfeld; Nina Verwey; Mfundo Vezi; Mpilonhle Vilakazi; Wetsie Visser; Alexander Volkwyn; Mia de Vos; Dr. Karen Wallace; John Walmsley; Helen Waugh; Leandra Webb; Dr. Dawn Webber; Michelle Wen; Dr. Rufus Wesi; Francois Wessels; Wessel Wessels; Neels van der Westhuizen; Sabet van der Westhuizen; Dr. Alexander Wetzler; Dr. Spencer Wheaton; Vivian White; Dr. Gerald Wigger; Harry Wiggins; Heather Williams; Wendy Williams; Julie Wilson; Timothy Wilson; Andrew Wood; Emma Wormauld; Dr. Sahal Yacoob; Jean Youssef; Ewald Zietsman; Johan Zietsman; Marina van Zyl

TITEL BORG

Hierdie handboek is ontwikkel met 'n borgskap van MMI Holdings.



Goedgestruktureerde, betekenisvolle korporatiewe sosiale beleggings kan op 'n positiewe manier bydra tot nasiebou en só lei tot positiewe veranderinge in gemeenskappe. MMI se verbintenis tot beleggings in die gemeenskap beteken ons is deurentyd op soek na geleenthede waarop ons sommige van Suid-Afrika se mees weerlose burgers kan help en ondersteun om hul horisonne te verbreed en om groter toegang te kry tot al die geleenthede wat die lewe bied.

Dit beteken ons beskou nie beleggings wat in die gemeenskap gemaak word as net 'n bonus of bemarkingstrategie of borgskap nie. Ons beskou dit as 'n kritieke en noodsaaklike deel in ons bydrae tot die samelewing. Die samesmelting tussen Metropolitan en Momentum is geprys omdat hierdie twee maatskappye mekaar goed aanvul. Die goeie samewerking kom ook duidelik na vore in die fokusgebiede van die korporatiewe sosiale beleggingsprogramme waarin Metropolitan en Momentum gesamentlik belê in sowel die belangrikste bedrywe as daar waar die grootste behoefte is in terme van sosiale deelname.

MIV/vigs raak toenemend 'n bestuurbare siekte in baie ontwikkelde lande, maar in 'n land soos ons s'n is dit steeds 'n toestand waaraan mense steeds onnodig sterf. Metropolitan se ander fokusgebied is opvoeding en dit bly die hoeksteen van ekonomiese vooruitgang in ons land.

Momentum se fokus op mense met gestremdhede verseker dat hierdie gemeenskap ingesluit is by en toegelaat word om hul bydrae tot die samelewing te lewer. Weerlose en weeskinders is nog 'n fokusgebied vir Momentum en projekte wat deur hulle ondersteun word verseker dat kinders die kans kry om veilig groot te word sodat hulle saam met alle

EVERYTHING MATHS AND SCIENCE

Die Everything Mathematics en Science-reeks sluit handboeke in vir Wiskunde, Wiskundige Geletterdheid, Fisiese Wetenskappe en Lewenswetenskappe.

Die Siyavula Everything Science
Fisiese Wetenskappe-handboeke

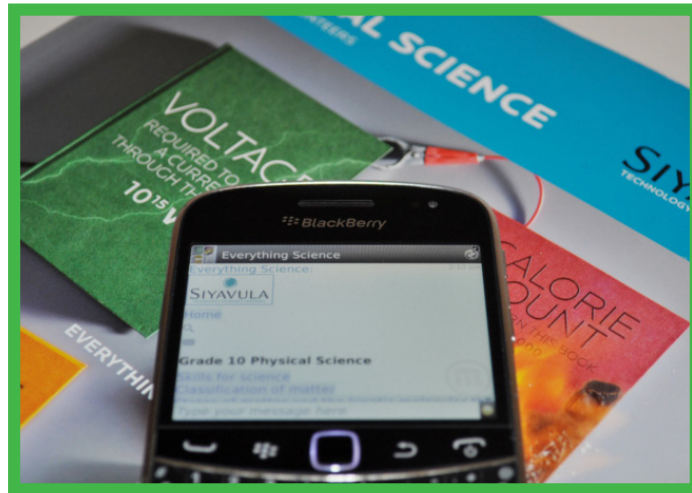


Die Siyavula Everything Maths
Wiskunde-handboeke

LEES OP JOU SELFOON

- **MOBI WEBBLAD**

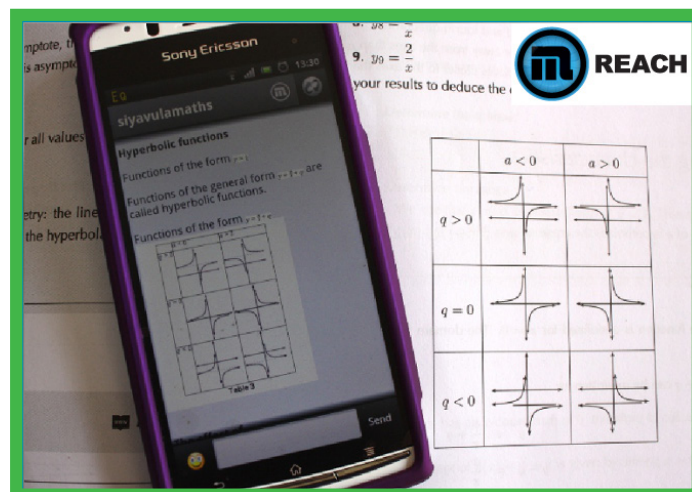
Jy kan hierdie boek en al die ander titels in die Everything Maths en Science-reeks op jou selfoon lees. Besoek die webblad by:



m.everythingmaths.co.za en m.everythingscience.co.za

- **MXIT**

Alle Mxit-gebruikers kan hierdie handboeke op Mxit lees deur Everything Maths en Everything Science by hulle lys van kontakte te voeg of dit binne Mxit Reach kry.

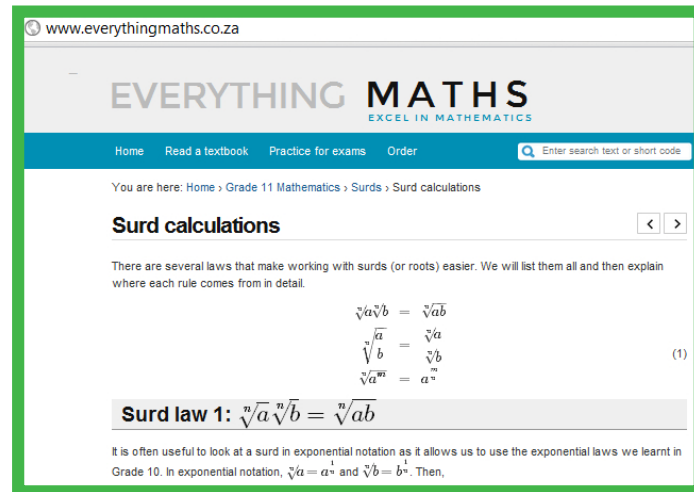


[mxit>tradepost>reach>education>everything maths](#) of [everything science](#)

DIGITALE HANDBOEKE

- **LEES AANLYN**

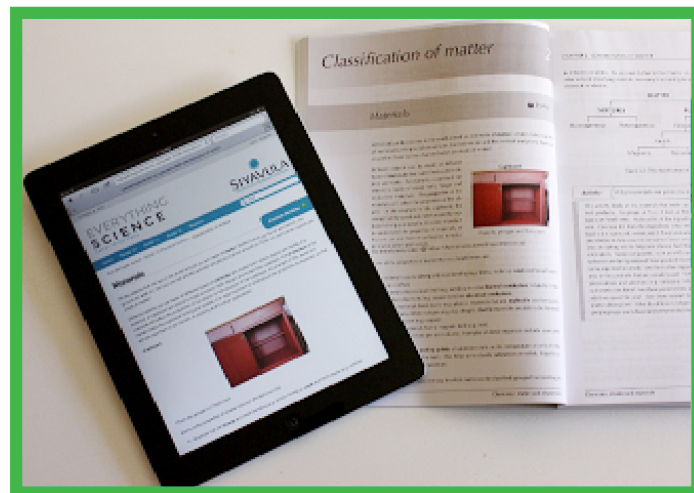
Die aanlynweergawe van die handboek bevat videos, aanbiedings, simulaties en ten volle uitgewerkte oplossings vir die vrae en oefeninge in die boek.



www.everythingmaths.co.za en www.everythingscience.co.za

- **LAAI OP JOU TABLET AF**

Jy kan 'n digitale weergawe van die Everything Series-handboeke aflaai om aflyn te lees op jou persoonlike rekenaar, tabletrekenaar, iPad of Kindle. Besoek Everything Maths en Everything Science se webblaaie om die boek af te laai.

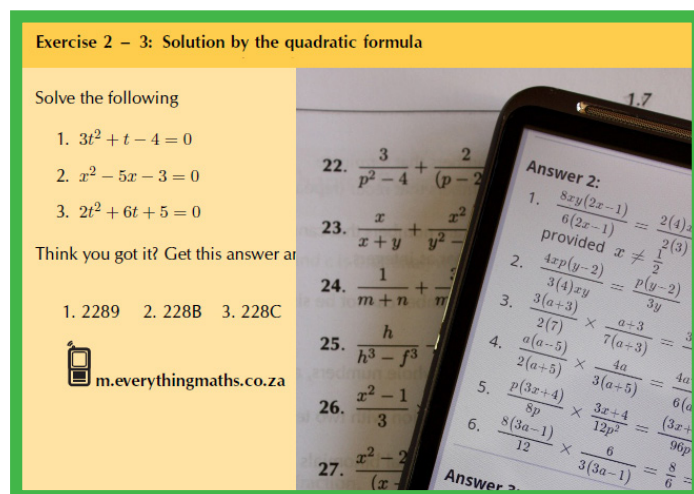


www.everythingmaths.co.za en www.everythingscience.co.za

OEFEN SLIM

- GAAN JOU ANTWOORDE OP JOU SELFOON**

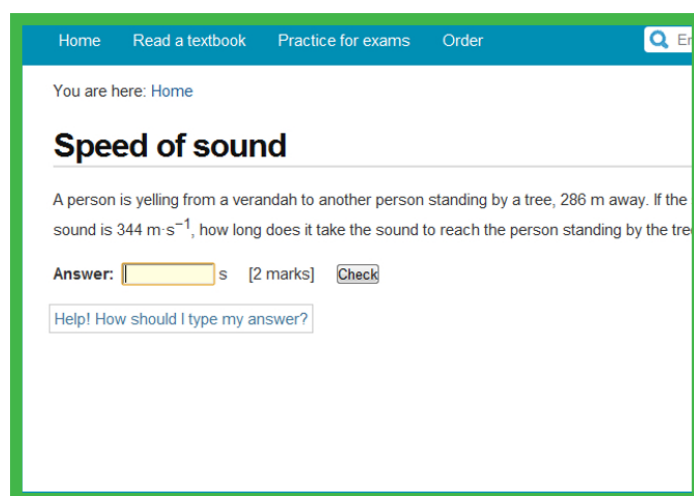
Jy kan jou antwoorde vir enige van die vrae in hierdie handboek op jou selfoon nagaan deur die kode vir die oefening in te tik op die mobi of webblad.



m.everythingmaths.co.za en m.everythingscience.co.za

- OEFEN VIR TOETSE EN EKSAMENS OP JOU SELFOON**

Jy moet oefen om goed te kan doen in toetse en eksamens. Gebruik die oefeninge in hierdie handboek, en ook die bykomende oefeninge en vorige eksamenvrae wat beskikbaar is op m.everythingmaths.co.za en m.everythingscience.co.za en Mxit Reach.

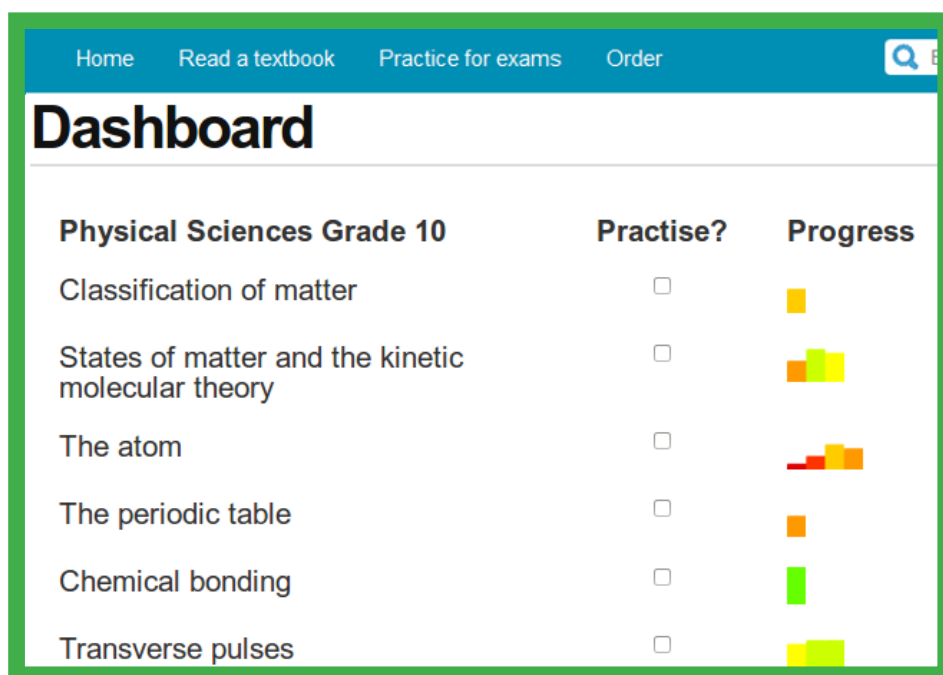


m.everythingmaths.co.za en m.everythingscience.co.za

BESTUUR JOU STUDIES

- **JOU 'DASHBOARD'**

Indien jy jou huiswerk en oefenvrae op m.everythingmaths.co.za or m.everythingscience.co.za voltooi, sal dit namens jou rekord hou. Jy sal op jou 'dashboard' kan sien hoe jy vorder, hoe jy elke onderwerp in die boek bemeester het en dit sal jou help om jou studies te bestuur.



Physical Sciences Grade 10	Practise?	Progress
Classification of matter	☐	
States of matter and the kinetic molecular theory	☐	
The atom	☐	
The periodic table	☐	
Chemical bonding	☐	
Transverse pulses	☐	

EVERYTHING SCIENCE

As ons by die venster uitkyk na die natuur daar buite; om ons kyk na alles wat vervaardig is of opkyk na alles in die ruimte, kan ons nie anders om te wonder oor die ongelooflike diversiteit en kompleksiteit van die lewe nie. Daar is so baie verskillende dinge wat elkeen anders lyk en op sy eie unieke manier werk. Die fisiese heelal is regtig vol ongelooflike kompleksiteite.

Wat selfs meer ongelooflik is, is die feit dat hierdie dinge in die fisiese heelal, verstaanbaar is. Ons kan dit ondersoek, analiseer en uiteindelik verstaan. Dit is ons vermoë om die fisiese heelal te verstaan wat ons in staat stel om elemente te transformeer en sodoende tegnologiese vooruitgang moontlik te maak.

As ons net kyk na van die goed wat in die laaste eeu ontwikkel het - ruimtevaart, die vooruitgang van medisyne, draadlose (die sogenaamde 'wireless') kommunikasie (van televisie tot selfone) en materiale wat 'n duisend maal sterker as staal is - sien ons dat hierdie goed nie weens toorkuns of een of ander onverklaarbare fenomeen bestaan nie; al hierdie goed is deur die studie van en die sistematiese toepassing van fisiese wetenskap ontwikkel.

Wanneer ons dan 'n vooruitskouing van die 21ste eeu doen en probleme soos armoede, siektes en besoedeling sien, gaan ons deels by die fisiese wetenskap aanklop vir oplossings. Maak nie saak hoe groot die probleem blyk te wees nie, die fisiese heelal is verstaanbaar en 'n toegewyde studie daarvan kan lei tot die mees ongelooflike vooruitgang. Daar is nie 'n meer opwindende uitdaging as om die oënskynlike kompleksiteite van die fisiese heelal te kan uitleg nie en die ongelooflike diversiteit daarin te gebruik om produkte en dienste te ontwikkel wat waarlik die kwaliteit van lewe vir mense kan verbeter.

Fisiese Wetenskappe is veel meer wonderlike, opwindende en mooier as die magie! Dit is oral.

Inhoudsopgawe

1	Vektore in twee dimensies	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Resultante van loodregte vektore	4
1.3	Komponente van vektore	37
1.4	Opsomming	52
2	Newton se wette	58
2.1	Inleiding	58
2.2	Krag	58
2.3	Newton se wette	77
2.4	Kragte tussen massas	112
2.5	Opsomming	123
3	Atomiese kombinasies	140
3.1	Chemiese binding	140
3.2	Molekulêre vorm	152
3.3	Elektronegatiwiteit	157
3.4	Energie en binding	163
3.5	Opsomming	164
4	Intermolekulêre kragte	170
4.1	Intermolekulêre en interatomiese kragte	170
4.2	Die chemie van water	188
4.3	Opsomming	193
5	Geometriese Optika	198
5.1	Opsomming van eienskappe van lig	198
5.2	Ligstrale	198
5.3	Eienskappe van lig: hersiening	200
5.4	Die spoed van lig	206
5.5	Ligbreking (refraksie)	206
5.6	Snell se wet	215
5.7	Grenshoeke en totale interne weerkaatsing	225
5.8	Opsomming	233
6	Twee- en driedimensionele golf fronte	238
6.1	Inleiding	238
6.2	Golf fronte	238
6.3	Huygens se beginsel	239
6.4	Diffraksie	241
6.5	Diffraksie deur 'n enkelspleet	242
6.6	Opsomming	252
7	Ideale gasse	256
7.1	Beweging van deeltjies	256
7.2	Ideale gaswette	259

7.3 Opsomming	288
8 Kwantitatiewe aspekte van chemiese verandering	294
8.1 Gasse en oplossings	294
8.2 Stoïchiometriese berekeninge	302
8.3 Volume verhoudings in gasagtige reaksies	314
8.4 Opsomming	316
9 Elektrostatika	322
9.1 Inleiding	322
9.2 Coulomb se wet	322
9.3 Elektriese veld	332
9.4 Opsomming	345
10 Elektromagnetisme	350
10.1 Inleiding	350
10.2 Magneetveld wat met 'n stroom geassosieer word	350
10.3 Faraday se wet vir elektromagnetiese induksie	361
10.4 Opsomming	373
11 Elektriese stroombane	376
11.1 Inleiding	376
11.2 Ohm se wet	376
11.3 Drywing en energie	403
11.4 Opsomming	417
12 Energie en chemiese verandering	422
12.1 Chemiese verandering tydens chemiese reaksies	422
12.2 Eksotermiese en endotermiese reaksies	429
12.3 Aktiveringsenergie en die geaktiveerde kompleks	433
12.4 Opsomming	436
13 Reaksietipes	442
13.1 Sure en basisse	442
13.2 Suur-basis reaksies	447
13.3 Redoksreaksies	456
13.4 Opsomming	469
14 Die litosfeer	474
14.1 Inleiding	474
14.2 Die litosfeer	474
14.3 Die mynbedryf en mineraal verwerking	481
14.4 Energiebronne	490
14.5 Opsomming	491
Oplossings vir oefeninge	495
Lys van definisies	512
Erkennings vir beelde	514

Vektore in twee dimensies

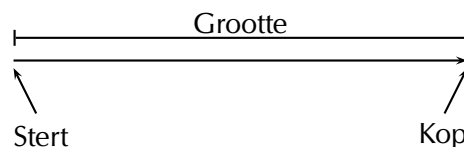
1.1	<i>Inleiding</i>	4
1.2	<i>Resultante van loodregte vektore</i>	4
1.3	<i>Komponente van vektore</i>	37
1.4	<i>Opsomming</i>	52

1.1 Inleiding

ESE2

In graad 10 het jy geleer oor vektore in een dimensie. Ons gaan nou die konsepte verder neem en leer oor vektore in twee dimensies en ook die komponente van vektore.

As 'n baie kort hersieningsles: 'n vektor het beide grootte en rigting. Daar is baie fisiese hoeveelhede, soos kragte, wat goed beskryf word deur vektore (ook genoem as vektor hoeveelhede). Ons gebruik gewoonlik pylle om vektore visueel voor te stel, want die lengte van die pyl gee 'n aanduiding van die grootte en die pypunt (kop) dui die rigting aan. Ons gaan praat van die kop, stert en grootte van die vektor wanneer daar gebruik gemaak word van pylle om dit voor te stel. Die rigting van die vektor word aangedui deur die rigting waarin die pyl wys.



Wanneer ons die simbool van 'n fisiese hoeveelheid wat voorstelgestel word deur 'n vektor skryf, dan teken ons 'n pyl bokant dit om aan te dui dat dit 'n vektor is. Wanneer die pyl uitgelaat word, dan verwys ons slegs na die grootte van die vektorhoeveelheid.

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Stelling van Pythagoras — Wiskunde, Graad 10, Analitiese meetkunde
- Eenhede en eenhede herleings — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Evergelykings en ongelykhede
- Trigonometrie — Wiskunde, Graad 10, Trigonometrie
- Grafieke — Wiskunde, Graad 10, Funksies en grafieke

1.2 Resultante van loodregte vektore

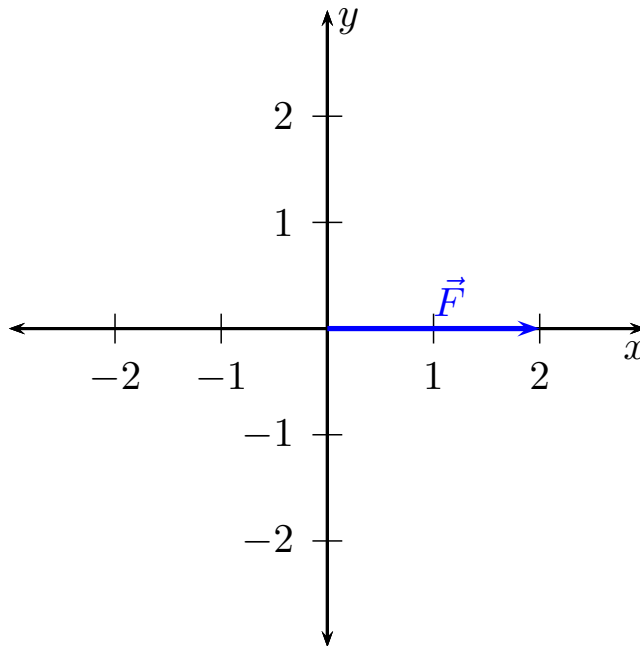
ESE3

In graad 10 het jy geleer van die resulterende vektor in een dimensie; ons gaan dit nou uitbrei na twee dimensies. Om jou te herinner, as jy 'n sekere hoeveelheid vektore het (dink aan kragte vir nou) wat op dieselfde tyd werk, kan jy dit alles voorstel met 'n enkele vektor, wat bekend is as die resulterende vektor. Die resulterende vektor sal **dieselfde** effek as al die ander vektore saam hê.

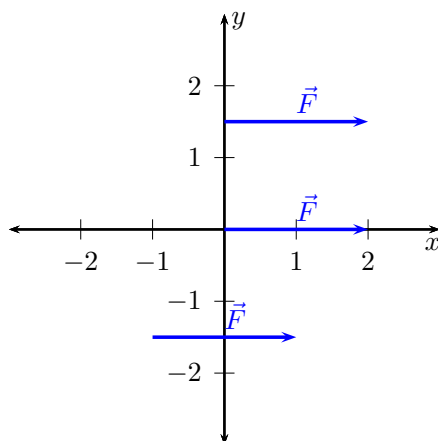
Ons sal fokus op voorbeelde met betrekking tot kragte, maar dit is **belangrik** om te onthou dat dit van toepassing is op alle fisiese hoeveelhede wat beskryf kan word deur vektore; kragte, verplasing, versnelling, snelhede en meer.

Die eerste ding om op te let, is dat ons (in Graad 10) gewerk het met vektore wat almal in lyn langs dieselfde as gewerk het. Ons gaan begin werk met vektore in twee dimensies. Ons kan dit voorstel deur gebruik te maak van die Cartesiese vlak, wat bestaan uit twee loodregte asse: 'n x -as en 'n y -as. Ons teken gewoonlik die x -as van links na regs (horisontaal) en die y -as op en af (vertikaal).

Ons kan vektore op die Cartesiese vlak teken. Byvoorbeeld, as ons 'n krag, $\vec{F}$, van grootte 2 N het wat in 'n positiewe x -rigting werk, kan ons dit as 'n vektor op die Cartesiese vlak aandui, soos in die onderstaande diagram.



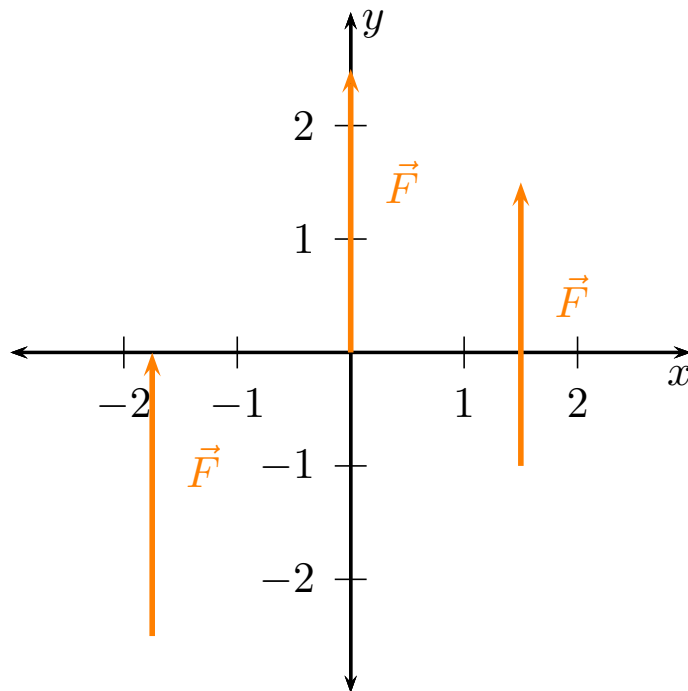
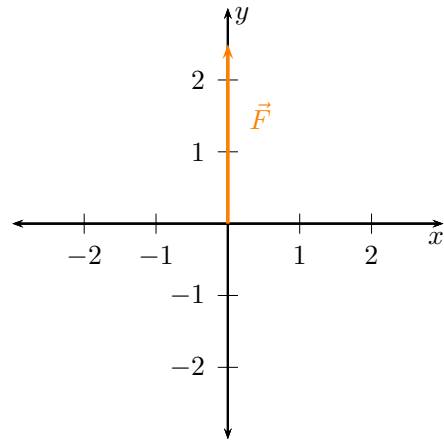
Let op dat die lengte van die vektor, soos gemeet op die as, 2 is, en dat die grootte dus gespesifiseer is. 'n Vektor hoef nie by die oorsprong te begin nie en kan dus enige plek op die Cartesiese vlak geplaas word. Waar 'n vektor begin op die vlak, het nie 'n effek op die fisiese hoeveelheid nie, solank die grootte en die rigting dieselfde bly. Dit beteken dat al die vektore in die onderstaande diagram dieselfde krag kan voorstel. Hierdie eienskap is bekend as *gelykheid van vektore*.



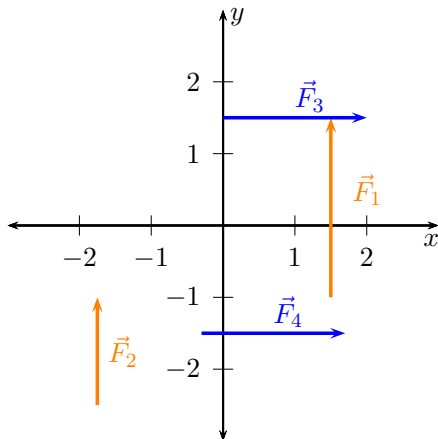
Die vektore in die diagram het almal dieselfde grootte, want die pyle het dieselfde **lengte** en **rigting**. Hulle is almal parallel aan die x -rigting, en dus ook parallel aan mekaar.

Dit is ook geldig vir die y -rigting. As ons byvoorbeeld 'n krag, $\vec{F}$, het met grootte 3 N wat in die positiewe y -rigting werk, dan kan ons dit as 'n vektor op die Cartesiese vlak voorstel soos in die onderstaande diagram.

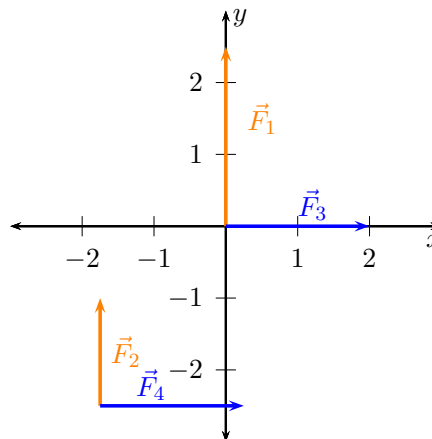
Net soos in die vorige geval, hoef die vektor nie by die oorspring te begin nie, maar kan enige plek op die Cartesiese vlak geplaas word. Al die vektore in die diagram hieronder verteenwoordig dieselfde krag.



Die volgende diagram gee 'n voorbeeld van vier vektore, waarvan twee parallel is aanmekaar en die y -as, en die ander twee parallel is aanmekaar en die x -as.



Om te beklemtoon dat die vektore loodreg is, let op hoe regtehoekige gevorm word as die vektore in dieselfde punt hul oorsprong het.



Oefening 1 – 1:

1. Teken die volgende vektore vanaf die oorsprong op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

2. Teken die volgende kragte as vektore op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

3. Teken die volgende kragte as vektore op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

4. Teken die volgende kragte as vektore op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 2,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26Q5 2. 26Q6 3. 26Q7 4. 26Q8

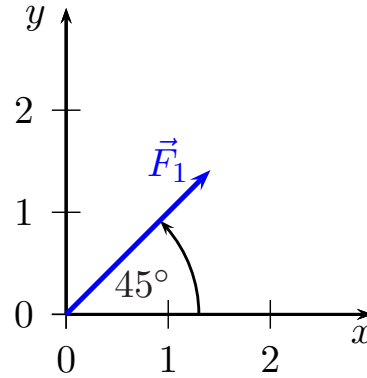


www.everythingscience.co.za

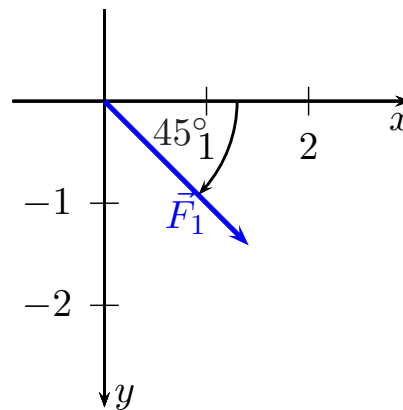


m.everythingscience.co.za

Vektore in twee dimensies is nie altyd parallel aan 'n as nie. 'n Krag kan byvoorbeeld teen 'n hoek ten opsigtig van 'n as inwerk. Ons kan byvoorbeeld $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ teken wat teen 45° in die positiewe x -rigting werk.



Ons spesifiseer altyd die hoek as anti-kloksgewys vanaf die positiewe x -as. Ons sal dus 'n negatiewe hoek kloksgewys vanaf die x -as meet. Byvoorbeeld, $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ werk in teen -45° tot die positiewe x -rigting, in die diagram hieronder.

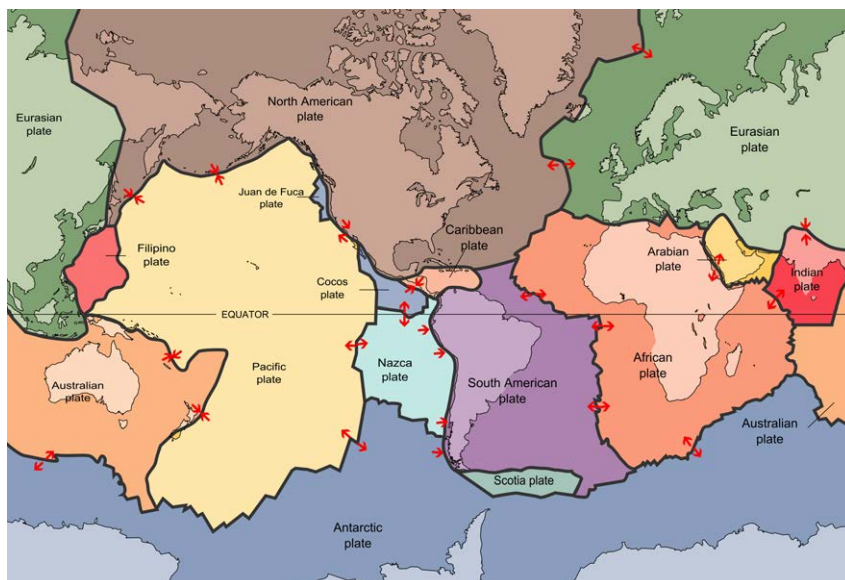


Daar is talle ander metodes wat ons nog kan gebruik om die rigting van 'n vektor aan te dui, solank die rigting van die vektor ondubbelsinnig is. Tot dusver het ons gebruik gemaak van die Cartesiese koördinaatsisteem en 'n hoek tot die x -as, maar daar is ander algemene metodes waarvan jy bewus moet wees en wat jy met gemak moet kan hanteer.

Kompasrigtings

ESE5

Ons kan kompasrigtings gebruik om die rigting van 'n vektor te spesifiseer vir gevalle waar dit gepas is. Byvoorbeeld, as ons praat oor die kragte van die tektoniese plate (die seksies van die aardkors wat beweeg) wat betrokke is by aardbewings, kan ons praat van die kragte wat die bewegende plate op mekaar uitoefen.



Figuur 1.1: 'n Kaart van 15 hoof tektoniese plate waaruit die Aarde se kors bestaan.

Die vier kardinale rigtings wat gebruik word op 'n kompas is Noord, Suid, Oos en Wes. Dit word getoon in Figuur 1.2.

Wanneer die rigting van 'n vektor gespesifiseer word met kompasrigtings word dit 'n naam gegee soos Noord of Suid. As die rigting van die vektor halfpad tussen twee kompasrigtings lê, dan word die twee kompasrigtings se name gekombineer, byvoorbeeld Noord-Oos. Die kan slegs gebruik word vir kompasrigtings wat loodreg ten opsigte van mekaar lê, dus kan jy nie Noord-Suid sê nie, want dit is dubbelsinnig.



Figuur 1.2: 'n Skets van die kompasrigtings.

Peilings

ESE6

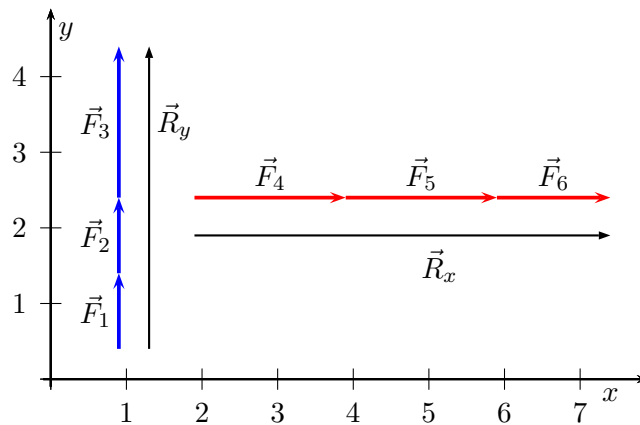
'n Ander metode om 'n kompas te gebruik om 'n rigting te spesifiseer, is om dit op 'n numeriese manier te doen deur gebruik te maak van peilings. 'n Peiling is 'n hoek wat gewoonlik kloksgewys vanaf Noord gemeet word. **Let op** dat dit verskil van die Cartesiese vlak, waar die hoeke anti-kloksgewys vanaf die positiewe x -rigting gemeet word.

Die resulterende vektor

ESE7

In graad 10 het jy geleer hoe om vektore in een dimensie bymekaar te tel. Dieselfde beginsel kan toegepas word by vektore in twee dimensies. Die volgende voorbeelde wys hoe vektore bymekaar getel word. Vektore wat in parallel is kan geskuif word om op 'n lyn te lê. Vektore wat op dieselfde lyn lê word *ko-linieêr* vektore genoem. Om ko-linieêre vektore bymekaar te tel gebruik ons die kop-na-stert metode wat jy in Graad

10 geleer het. In die onderstaande figuur herinner ons jou aan die benadering wat gevolg word om ko-lineêre vektore bymekaar te tel om die resulterende vektor te kry.



In die bostaande figuur is die blou vektore in die y -rigting en die rooi vektore in die x -rigting. Die twee swart vektore verteenwoordig die resultante van die twee ko-lineêre vektore grafies.

Ons het die kop-na-stert metode van vektor addisie geïmplementeer vir die vertikale stel en die horisontale stel vektore.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Hersiening van kop-na-stert addisie in een dimensie

VRAAG

Gebruik die grafiese kop-na-stert metode om die resulterende krag wat op 'n rugby speler inwerk te bereken, as twee spelers van sy span hom vorentoe stoot met kragte van $\vec{F}_1 = 600 \text{ N}$ en $\vec{F}_2 = 900 \text{ N}$ respektiewelik, en twee spelers van die opposisie span hom terugwaarts stoot met kragte van $\vec{F}_3 = 1000 \text{ N}$ en $\vec{F}_4 = 650 \text{ N}$ respektiewelik.

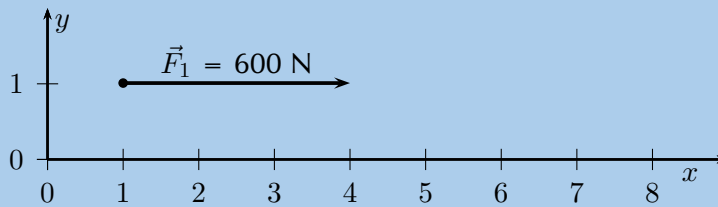
OPLOSSING

Stap 1: Kies 'n skaal en 'n verwysingsrigting

Kom ons kies 'n skaal van $100 \text{ N} : 0,5 \text{ cm}$ en in ons diagram kies ons die positiewe rigting as *na regs*.

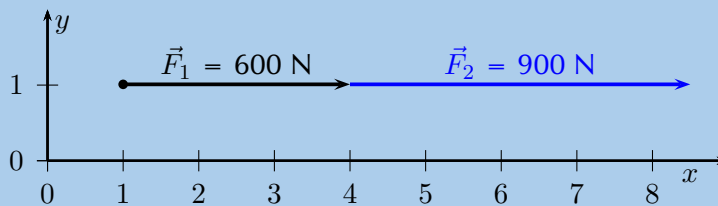
Stap 2: Kies een van die vektore en teken dit as 'n pyl met die korrekte lengte in die regte rigting

Ons begin nou deur die vektor $\vec{F}_1 = 600 \text{ N}$ te teken, wat in die positiewe rigting wys. Deur gebruik te maak van 'n skaal van $0,5 \text{ cm} : 100 \text{ N}$, moet die lengte van die pyl 3 cm na regs wees.



Stap 3: Teken die volgende vektor deur te begin by die pylkop van die vorige vektor

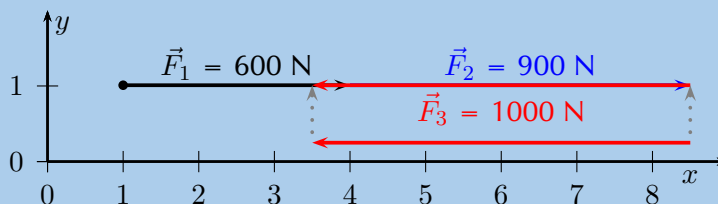
Die volgende vektor is $\vec{F}_2 = 900 \text{ N}$ in dieselfde rigting as $\vec{F}_1$. Deur gebruik te maak van die skaal, moet die lengte van die pyl 4,5 cm na regs wees.



Stap 4: Teken die volgende vektor deur te begin by die pylkop van die vorige vektor

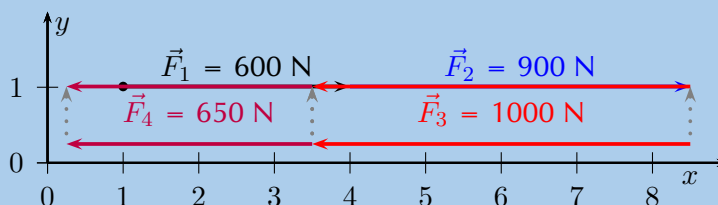
Die volgende vektor is $\vec{F}_3 = 1000 \text{ N}$ in die teenoorgestelde rigting. Deur gebruik te maak van die skaal, moet die lengte van die pyl 5 cm lank wees en na links wys.

Let op: Ons werk in een dimensie, so ons teken hierdie vektor onder die eerste twee, maar in die teenoorgestelde rigting. Dit kan verwarrend raak, so ons sal dit langs die oorspronklike lyn ook teken om te wys hoe dit lyk.



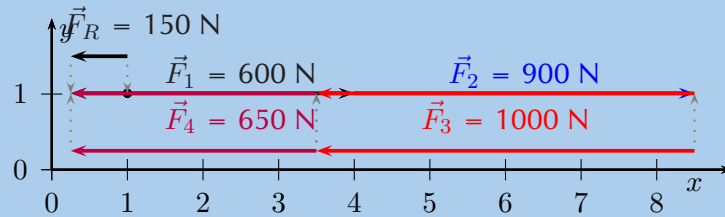
Stap 5: Teken die volgende vektor deur te begin by die pylkop van die vorige vektor

Die vierde vektor is $\vec{F}_4 = 650 \text{ N}$ in die teenoorgestelde rigting. Deur gebruik te maak van die skaal, moet die lengte van die pyl 3,25 cm na links wees.



Stap 6: Teken die resultant, meet die lengte en vind die rigting

Ons het nou al die kragvektore wat toegepas word op die speler ingeteken. Die resulterende vektor is die pyl wat begin by die start van die eerste vektor en eindig by die kop van die vektor wat laaste geteken was.



Die resulterende vektor meet 0,75 cm wat volgens ons skaal ekwivalent is aan 150 N en na links wys (of die negatiewe rigting of die rigting waarin die opponente druk).

Oefening 1 – 2:

1. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

2. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

3. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

4. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 2,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

5. Vind 'n krag in die x rigting, F_x , en y rigting, F_y wat jy by die volgende kragte kan tel om die resultant in die x rigting, R_x , en y , R_y , nul te maak:

- $\vec{F}_1 = 2,4 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 0,7 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 2,8 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 3,3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26Q9 2. 26QB 3. 26QC 4. 26QD 5. 26QF



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Grootte van die resultant van vektore teen regte hoeke ESE8

Ons pas dieselfde beginsel op vektore toe wat 'n regte hoek met mekaar vorm, of loodreg op mekaar is.

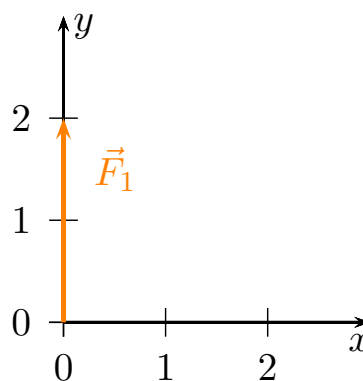
Teken met die kop-na-stert metode

Die stert van die een vektor word geplaas by die kop van die ander, maar in twee dimensies is die vektore nie noodwendig ko-lineêr nie. Die benadering is om al die vektore te teken, een op 'n slag. Vir die eerste vektor, begin by die oorsprong van die Cartesiese vlak, en teken die tweede vektor vanaf die kop van die eerste vektor. Die derde vektor behoort geteken te word vanaf die kop van die tweede, en so aan. Elke vektor word geteken vanaf die kop van die voorafgaande vektor. Die volgorde maak nie saak nie, omdat die resultant dieselfde sal wees al verskil die volgorde.

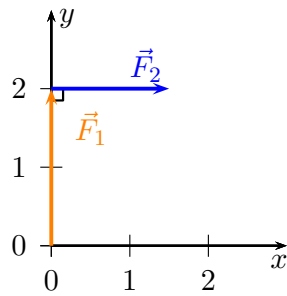
Kom ons pas hierdie metode toe op twee vektore:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting

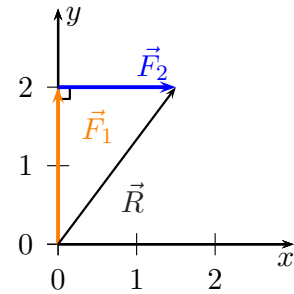
Eerstens teken ons die Cartesiese vlak met die eerste vektor vanuit die oorsprong:



Die volgende stap is om die tweede vektor te neem en dit te teken vanaf die kop van die eerste vektor:

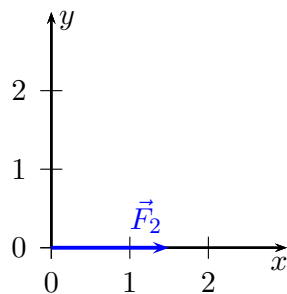


Die resultant, $\vec{R}$, is die vektor wat die stert van die eerste vektor met die kop van die laaste getekende vektor verbind:

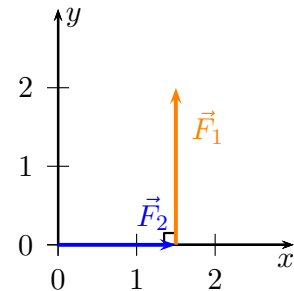


Dit is belangrik om te onthou dat die volgorde waarin ons die vektore teken nie belangrik is nie. As ons hulle in die teenoorgestelde volgorde sou teken, sou ons dieselfde resultant kry, naamlik $\vec{R}$. Ons kan die proses herhaal om dit te bewys:

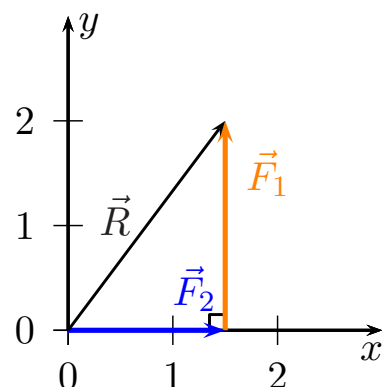
Ons trek 'n Cartesiese vlak met die tweede vektor wat uit die oorsprong kom:



Die volgende stap is om die ander vektor te neem en dit te teken vanaf die kop van die vektor wat ons sopas geteken het:



Die resultant, $\vec{R}$, is die vektor wat die stert van die eerste vektor verbind aan die kop van die laaste getekende vektor (die vektor vanaf die beginpunt tot by die eindpunt):



VRAAG

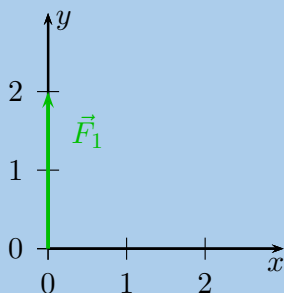
Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 1,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

OPLOSSING

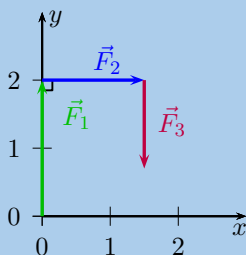
Stap 1: Teken die Cartesiese vlak en die eerste vektor

Teken eers die Cartesiese vlak en krag, $\vec{F}_1$, wat uit die oorsprong kom:



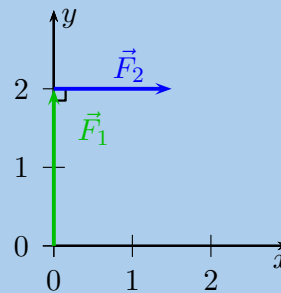
Stap 3: Teken die derde vektor

Deur te begin by die kop van die tweede vektor teken ons die stert van die derde vektor:



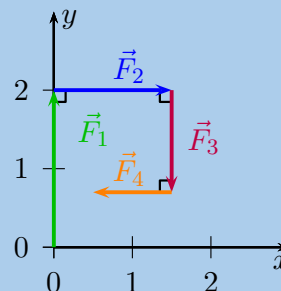
Stap 2: Teken die tweede vektor

Deur te begin by die kop van die eerste vektor teken ons die stert van die tweede vektor:



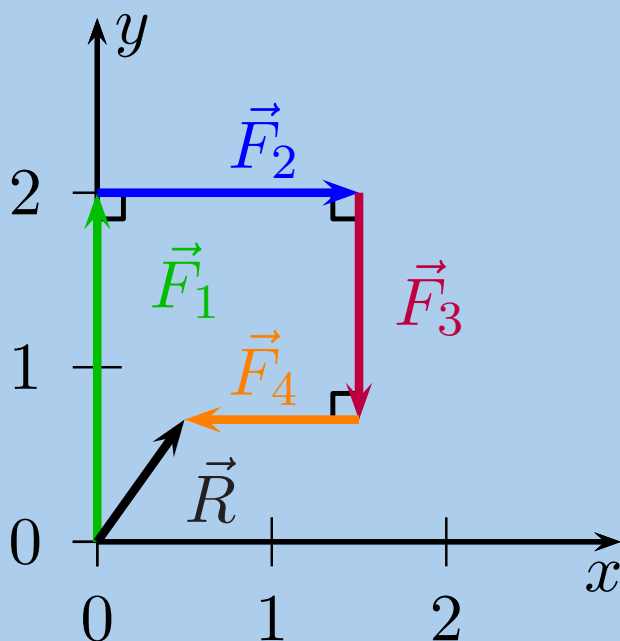
Stap 4: Teken die vierde vektor

Deur by die kop van die derde vektor te begin teken ons die stert van die vierde vektor:



Stap 5: Teken die resultante vektor

Deur by die oorsprong te begin, teken die resultante vektor tot die kop van die vierde vektor:



Uitgewerkte voorbeeld 3: Teken vektore met die kop-na-stert metode

VRAAG

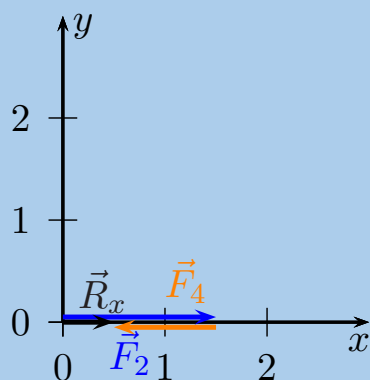
Teken die resultant van die volgende kragvektore met die kop-na-stert metode, deur eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 1,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

OPLOSSING

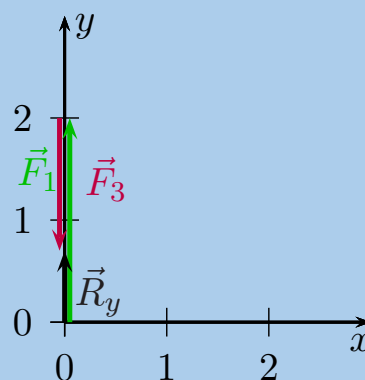
Stap 1: Bepaal eerstens $\vec{R}_x$

Teken eers die Cartesiese vlak met die vektore in die x -rigting:

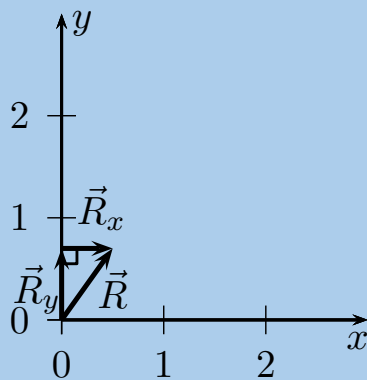


Stap 2: Tweedens vind $\vec{R}_y$

Daarna trek ons die Cartesiese vlak met die vektore in die y -rigting.

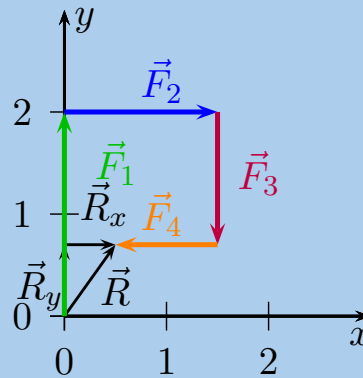


Stap 3: Teken die resultante vektore, $\vec{R}_y$ en $\vec{R}_x$, kop-na-stert



Stap 4: Vergelyking van resultate

Om ons antwoord te kontroleer kan ons al die vektore oorteken, soos ons in die vorige uitgewerkte voorbeeld gedoen het, om te sien dat die resultaat dieselfde is:



Oefening 1 – 3:

1. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 2,1 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

2. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 12 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 10 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

3. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik en eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 1,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

4. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik en eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 6 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 3,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 8,7 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

FEIT

As ons met meer as twee vektore werk, herhaal die metode homself. Kry eers die resultant van enige twee van die vektore. Gebruik dan dieselfde metode om die resultant van die eerste twee vektore by 'n derde vektor te tel. Die nuwe resultant word dan by die vierde vektor getel, ens., totdat daar nie meer vektore is om by te tel nie.

- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26QG 2. 26QH 3. 26QJ 4. 26QK



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

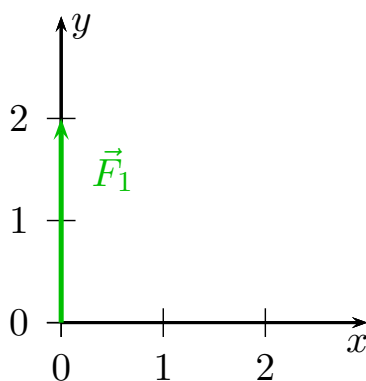
Teken met die stert-na-stert metode

In hierdie metode teken ons die twee vektore met hulle sterte op die oorsprong. Dan teken ons 'n lyn parallel aan die eerste vektor vanaf die kop van die tweede vektor, en omgekeerd. Waar die parallelle lyne sny is kop van die resultant-vektor, wat ook by die oorsprong sal begin. Ons werk hier slegs met loodregte vektore, maar die metode werk vir enige vektore.

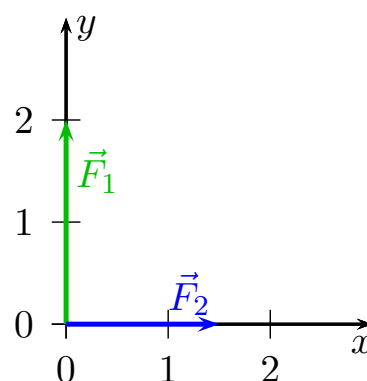
Kom ons pas nou hierdie metode toe op dieselfde twee vektore wat ons gebruik het om die kop-na-stert metode te verduidelik:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting

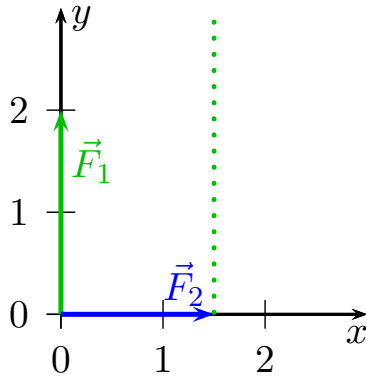
1. Eerstens teken ons die Cartesiese vlak met die eerste vektor vanuit die oorsprong:



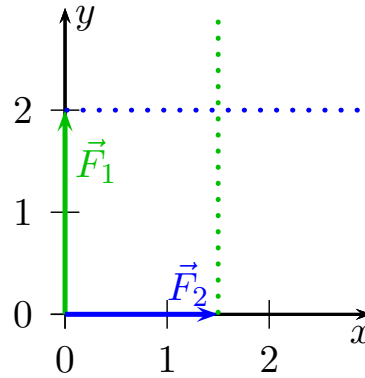
2. Dan stel ons die tweede vektor op, maar ook vanaf die oorsprong, so dat die vektore stert-na-stert geteken is:



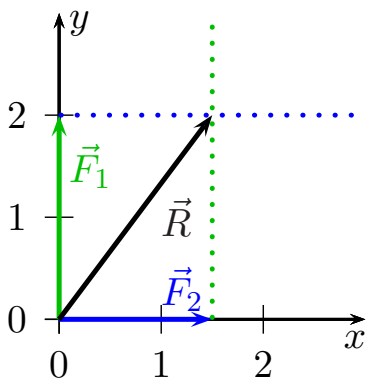
3. Nou teken ons 'n lyn parallel aan $\vec{F}_1$ vanaf die kop van $\vec{F}_2$:



4. Volgende teken ons 'n lyn parallel aan $\vec{F}_2$ vanaf die kop van $\vec{F}_1$:



5. Waar die twee lyne sny is die kop van die resultant-vektor, wat by die oorsprong sal begin, as volg:



Jy mag dalk wonder wat om te doen as jy meer as 2 vektore bymekaar moet tel. In daardie geval moet jy bloot eerstens $\vec{R}_x$ bepaal deur al die vektore wat parallel is aan die x -rigting bymekaar te tel, en dan moet jy $\vec{R}_y$ bepaal, deur al die vektore wat parallel is aan die y -rigting bymekaar te tel. Dan gebruik jy die stert-na-stert metode om die resultant van $\vec{R}_x$ en $\vec{R}_y$ te kry.

Oefening 1 – 4:

1. Skets die resultant van die volgende kragvektore deur die stert-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 2,1 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

2. Skets die resultant van die volgende kragvektore met die stert-na-stert metode deur eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 1,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 1 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

3. Skets die resultant van die volgende kragvektore deur die stert-na-stert metode te gebruik, deur eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 6 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 3,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

- $\vec{F}_3 = 8,7 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26QM 2. 26QN 3. 26QP



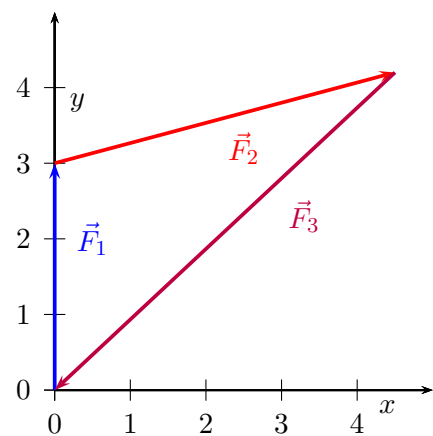
www.everythingscience.co.za



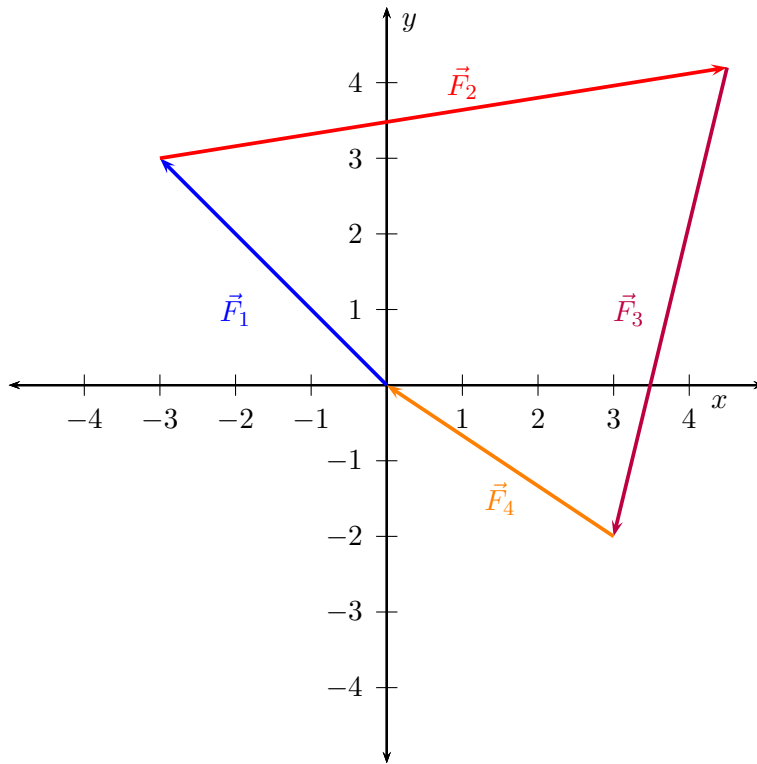
m.everythingscience.co.za

Geslote vektordiagramme

'n Geslote vektordiagram is 'n versameling vektore op die Cartesiese vlak geteken deur van die kop-na-stert metode gebruik te maak, en dit het 'n resultant met 'n grootte van nul. Dit beteken dat as die eerste vektor by die oorsprong begin, dan moet die laaste getekende vektor by die oorsprong eindig. Die vektore vorm 'n geslote veelhoek, ongeag van hoeveel vektore geteken word. Hier is 'n paar voorbeelde van geslote vektordiagramme:



In hierdie geval is daar 3 kragvektore. As die vektore kop-na-stert geteken word, en die eerste krag by die oorsprong begin, dan eindig die laaste getekende krag by die oorsprong. Die resultant sal 'n grootte van nul hê. Die resultant word geteken vanaf die stert van die eerste vektor na die kop van die finale vektor. In die diagram hieronder is daar 4 vektore wat ook 'n geslote vektordiagram vorm.

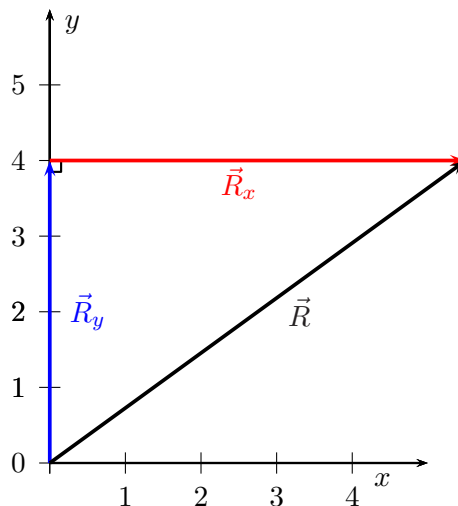


In die geval van 4 vektore vorm die figuur 'n vierhoek. Enige veelhoek wat bestaan uit vektore wat kop-na-stert geteken is, sal 'n geslote vektor-diagram vorm, omdat 'n veelhoek geen openinge het nie.

Gebruik Pythagoras se Stelling om die grootte te kry

As ons wil weet wat die resultant van die drie blou vektore en die drie rooi vektore in Figuur 1.2 is, kan ons dit bepaal deur die resultant-vektore in die x - en y -rigtings te gebruik.

Die swart pyl dui die resultant van vektore $\vec{R}_x$ en $\vec{R}_y$ aan. Ons kan die grootte van hierdie vektor bepaal deur Pythagoras se stelling te gebruik, omdat die drie vektore 'n reghoeke driehoek vorm. Sou ons die vektore op skaal teken, sal ons in staat wees om die grootte van die resultant ook grafies te meet.



Ons het hier die benadering om die resultant van baie vektore te kry gewys. Onthou dus hierdie voorbeeld as ons 'n bietjie later daarby uitkom.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Kry die grootte van die resultant

VRAAG

Die kragvektore in Figuur 1.2 het die volgende groottes: 1 N, 1 N, 2 N vir die bloues en 2 N, 2 N en 1,5 N vir die rooies. Bepaal die grootte van die resultant.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die resultant van die vektore parallel aan die y -as.

Die resultant van die vektore parallel aan die y -as word gekry deur die groottes (lengtes) van die drie vektore bymekaar te tel, omdat hulle almal in dieselfde rigting wys. Die antwoord is $R_y = 1\text{ N} + 1\text{ N} + 2\text{ N} = 4\text{ N}$ in die positiewe y -rigting.

Stap 2: Bepaal die resultant van die vektore parallel aan die x -as.

Die resultant van die vektore parallel aan die x -as word gekry deur die groottes (lengtes) van die drie vektore bymekaar te tel, omdat hulle almal in dieselfde rigting wys. Die antwoord is $R_x = 2\text{ N} + 2\text{ N} + 1,5\text{ N} = 5,5\text{ N}$ in die positiewe x -rigting.

Stap 3: Bepaal die grootte van die resultant

Gestel ons het 'n reghoekige driehoek. Die lengte van twee van die kante is ook bekend. Deur Pythagoras se stelling te gebruik, kan ons die lengte van die derde kant kry. Uit wat ons weet van die resultante vektore sal hierdie lengte die grootte van die resultant-vektor wees.

Die resultant is:

$$\begin{aligned}R_x^2 + R_y^2 &= R^2 \text{ (Pythagoras se stelling)} \\(5,5)^2 + (4)^2 &= R^2 \\R &= 6,8\end{aligned}$$

Stap 4: Gee die finale antwoord

Grootte van die resultant: 6,8 N

Let op: Ons het nie die resultante vektor in die uitgewerkte voorbeeld bepaal nie, omdat ons slegs die grootte bepaal het. 'n Vektor benodig **grootte** en **rigting**. Ons het nog nie die rigting van die resultante vektor bepaal nie.

Grafiese metodes

ESE9

Grafiese tegnieke

In graad 10 het jy geleer hoe om vektore in een dimensie grafies bymekaar te tel.

Ons kan hierdie tegnieke uitbrei deur vektore in twee dimensies in te sluit. Die volgende uitgewerkte voorbeeld wys dit.

Uitgewerkte voorbeeld 5: Kry die grootte van die resultant in twee dimensies grafies

VRAAG

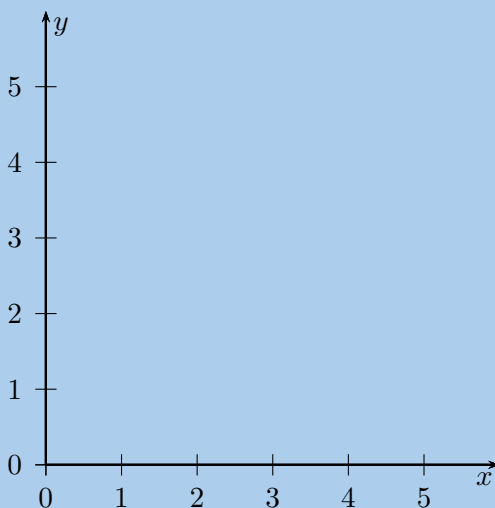
Gegee twee vektore, $\vec{R}_y = 4 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting en $\vec{R}_x = 3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting, gebruik die kop-na-stert metode om die resultant van hierdie vektore grafies te kry.

OPLOSSING

Stap 1: Kies 'n skaal en teken die asse

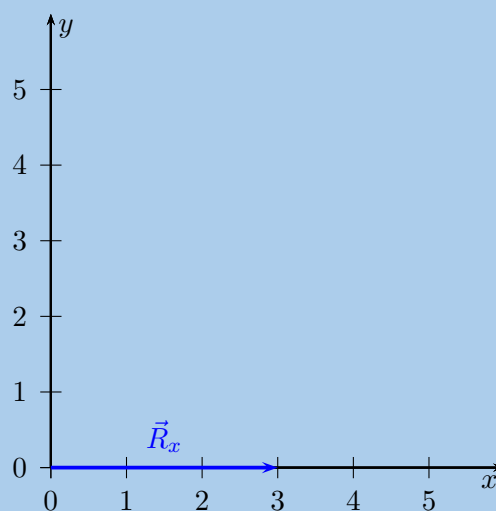
Die vektore wat ons het is nie so groot nie so ons kan bloot die skaal kies. Ons kan 1 N: 1 cm vir ons skaaltekening gebruik.

Dan teken ons die asse waarin die vektordiagram moet pas. Die grootste vektor het 'n lengte van 4 N en beide vektore is in die positiewe rigting so ons kan die asse van die oorsprong tot by 5 teken en verwag dat die vektore sal pas.



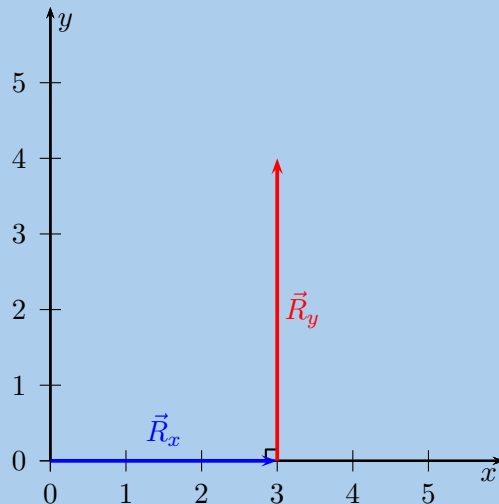
Stap 2: Teken $\vec{R}_x$

Die grootte van $\vec{R}_x$ is 3 N so die pyl wat ons moet teken moet 3 cm lank wees. Die pyl moet wys in die positiewe x -rigting.

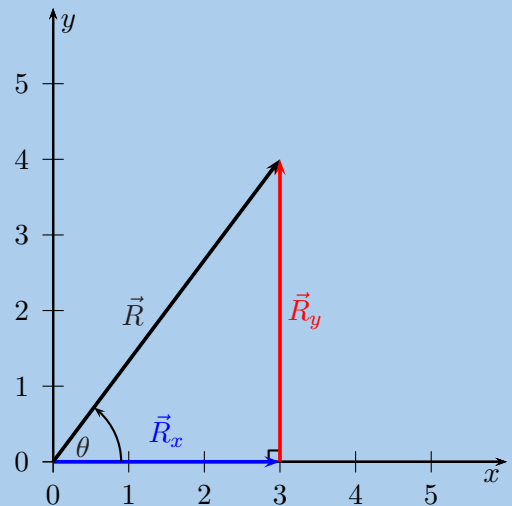


Stap 3: Teken $\vec{R}_y$

Die lengte van $\vec{R}_y$ is 4 so die pyl wat ons moet teken moet 4 cm lank wees. Die pyl moet wys in die positiewe y -rigting. Dit is belangrik om op te let dat ons die kop-tot-stert metode gebruik en daarom moet die vektor begin by die eindpunt (kop) van $\vec{R}_x$.

**Stap 4: Teken die resulterende vektor, $\vec{R}$**

Die resulterende vektor is die vektor wat die stert van die eerste vektor wat ons geteken het, met die kop van die laaste vektor wat ons geteken het verbind. Dit beteken ons moet 'n vektor teken van die stert van $\vec{R}_x$ na die kop van $\vec{R}_y$.

**Stap 5: Meet die resulterende vektor, $\vec{R}$**

Ons is besig om die probleem grafies op te los en daarom moet ons die grootte van die vektor meet om ons antwoord vanaf die diagram om te skakel na die werklike resultaat. In die laaste diagram is die resulterende vektor, $\vec{R}$, 5 cm lank en daarom is die grootte van die vektor 5 N.

Ons moet die rigting van die resulterende vektor, θ , op die diagram meet met 'n gra-deboog. Die hoek wat die vektor maak met die x -as is 53° .

Stap 6: Gee die finale antwoord

$\vec{R}$ is 5 N teen 53° vanaf die positiewe x -rigting.

In die geval waar jy die resulterende vektor van meer as twee vektore moet vind, pas die stert-tot-kop metode toe op al die vektore wat parallel is met een as en dan al die vektore wat parallel is met die ander as. Byvoorbeeld, jy moet eers $\vec{R}_y$ bereken vanaf die vektore parallel aan die y -as en dan $\vec{R}_x$ vanaf al die vektore parallel aan die x -as. Dan pas jy dieselfde metode toe wat in die vorige voorbeeld gebruik is om die finale resulterende vektor te vind.

Uitgewerkte voorbeeld 6: Kry die grootte van die resultant in twee dimensies grafies**VRAAG**

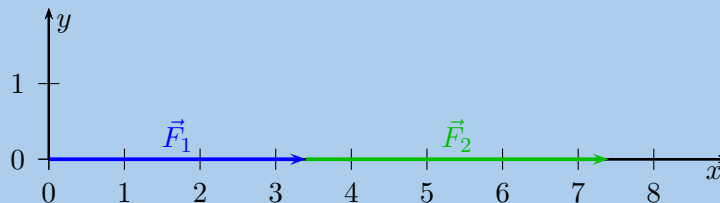
Gegee die volgende drie kragvektore, bepaal die resulterende krag:

- $\vec{F}_1 = 3,4 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

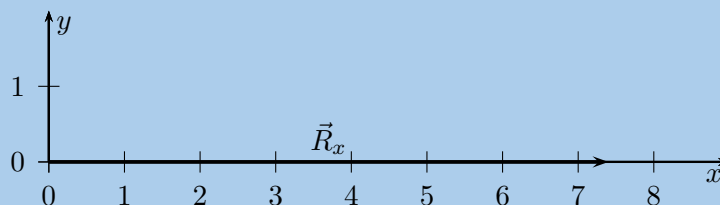
OPLOSSING

Stap 1: Bepaal $\vec{R}_x$

Eers bepaal ons die resulterende vektor van al die vektore wat parallel aan die x -as is. Daar is twee vektore, $\vec{F}_1$ en $\vec{F}_2$, wat ons bymekaar moet tel. Ons doen dit deur die stert-tot-kop metode vir ko-lineêre vektore te gebruik.



Die enkele vektor, $\vec{R}_x$, wat vir ons dieselfde resultaat sal gee is:



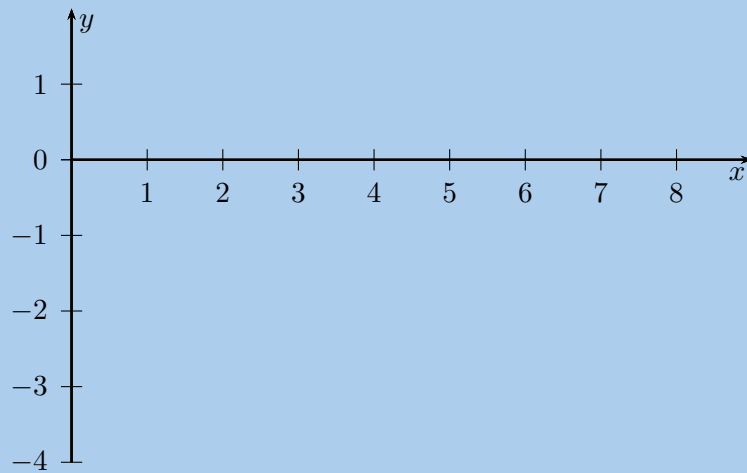
Stap 2: Bepaal $\vec{R}_y$

Daar is slegs een vektor in die y -rigting, $\vec{F}_3$, en daarom $\vec{R}_y = \vec{F}_3$.

Stap 3: Kies 'n skaal en teken die asse

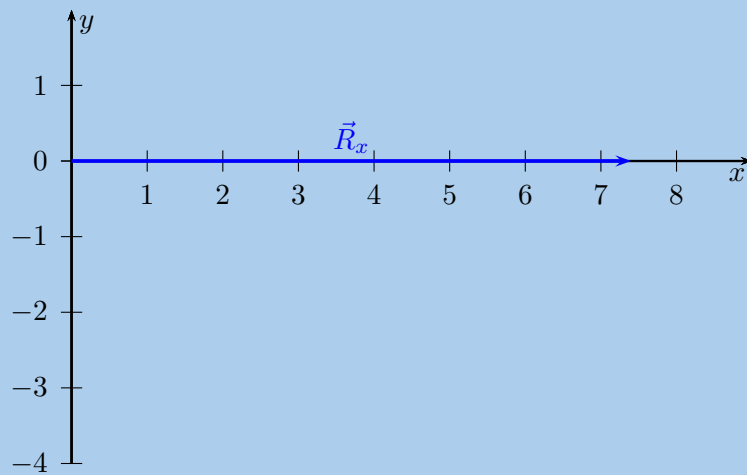
Die vektore wat ons het is nie groot nie so ons kan bloot die skaal kies. Ons kan 1 N: 1 cm gebruik as ons skaal.

Eers teken ons die asse waarop die diagram sal pas. Die langste vektor se lengte is 7,4 N. Die asse moet effens verder strek as die vektore. Die asse moet by die oorsprong begin en verder as 7,4 N in die positiewe x -rigting en verder as 3 N in die negatiewe y -rigting strek. Ons gekose skaal van 1 N:1 cm bedoel dat ons asse eintlik verder as 7,4 cm in die positiewe x -rigting en verder as 3 cm in die negatiewe y -rigting moet strek.



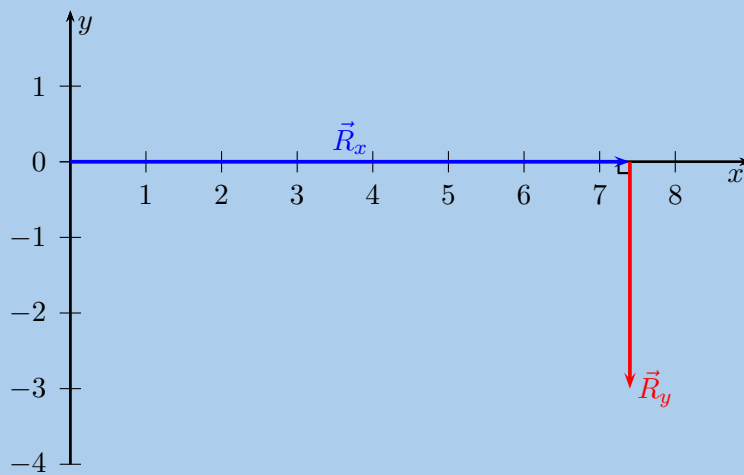
Stap 4: Teken $\vec{R}_x$

Die grootte van $\vec{R}_x$ is 7,4 N so die pyl wat ons moet teken moet 7,4 cm lank wees. Die pyl moet wys in die positiewe x -rigting.



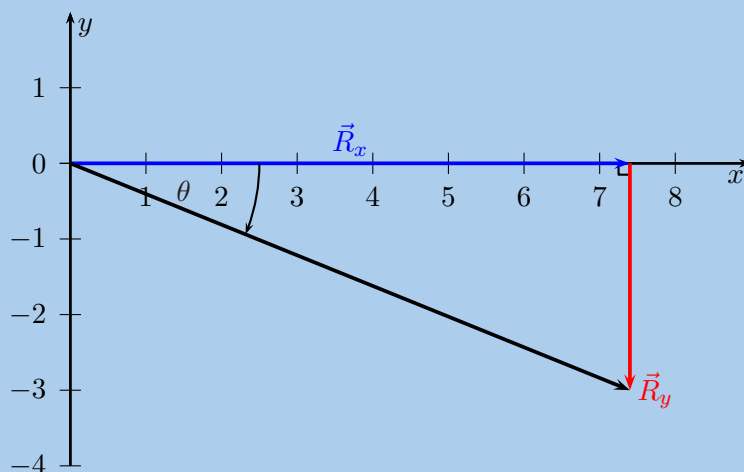
Stap 5: Teken $\vec{R}_y$

Die grootte van $\vec{R}_y$ is 3 N, so die pyl wat ons moet teken moet 3 cm lank wees. Die pyl moet in die negatiewe y -rigting wys. Dit is belangrik om daarop te let dat ons die stert-tot-kop metode gebruik, so die vektor moet begin by die einde (kop) van $\vec{R}_x$.



Stap 6: Teken die resulterende vektor, $\vec{R}$

Die resulterende vektor is die vektor van die stert van die eerste vektor wat ons geteken het verbind met die kop van die laaste vektor. Dit beteken ons moet 'n vektor teken van die stert van $\vec{R}_x$ na die kop van $\vec{R}_y$.



Stap 7: Meet die resulterende vektor, $\vec{R}$

Ons is besig om die probleem grafies op te los en daarom moet ons die grootte van die vektor meet om ons antwoord vanaf die diagram om te skakel na die werklike resultaat. In die laaste diagram is die resulterende vektor, $\vec{R}$, 8,0 cm lank en daarom is die grootte van die vektor 8,0 N.

Ons moet die rigting van die resulterende vektor vanaf die diagram met 'n gradeboog meet. Die hoek tussen die vektor en die x -as is 22° .

Stap 8: Gee die finale antwoord

$\vec{R}$ is 8,0 N teen -22° vanaf die positiewe x -rigting.

VRAAG

Gegee die volgende drie kragvektore, bepaal die resulterende krag:

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 3,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 2,1 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

OPLOSSING

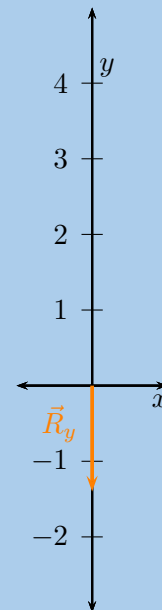
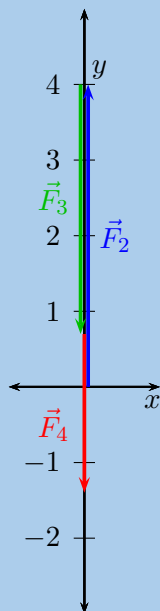
Stap 1: Bepaal $\vec{R}_x$

Daar is slegs een vektor in die x -rigting, $\vec{F}_1$, en daarom $\vec{R}_x = \vec{F}_1$.

Stap 2: Bepaal $\vec{R}_y$

Ons bepaal die resulterende vektor van al die vektore wat parallel is aan die y -as. Daar is drie vektore, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ en $\vec{F}_4$, wat ons moet bymekaar tel. Ons doen dit deur van die stert-tot-kop metode vir ko-lineêre vektore gebruik te maak.

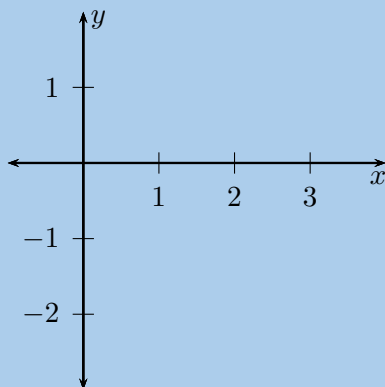
Die enkele vektor, $\vec{R}_y$, wat vir ons dieselfde effek sal gee is:



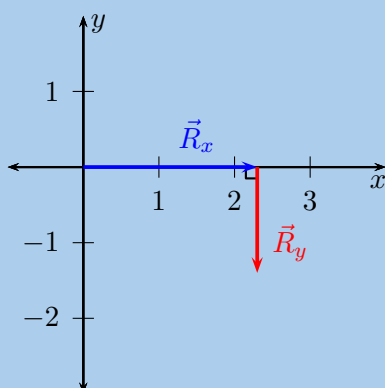
Stap 3: Kies 'n skaal en teken die asse

Ons kies 'n skaal, 1 N : 1 cm, om mee te teken.

Dan teken ons die asse waarop die diagram sal pas. Ons asse moet effens verder strek as die vektore in die rigting van die as. Ons asse moet by die oorsprong begin en verder as 2,3 N in die positiewe x -rigting strek en verder as 1,4 N in die negatiewe y -rigting strek. Ons gekose skaal van 1 N = 1 cm bedoel dat ons asse eintlik verder as 2,3 cm in die positiewe x -rigting en verder as 1,4 cm in die negatiewe y -rigting moet strek.

**Stap 5: Teken $\vec{R}_y$**

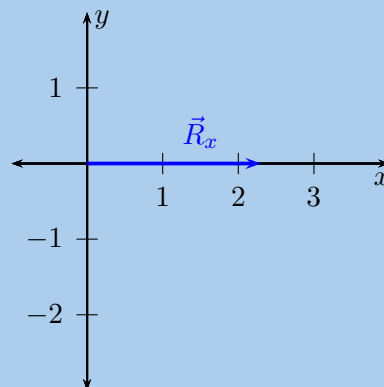
Die grootte van $\vec{R}_y$ is 1,4 N, so die pyl wat ons moet teken moet 1,4 cm lank wees. Die pyl moet in die negatiewe y -rigting wys. Dit is belangrik om daarop te let dat ons die stert-tot-kop metode gebruik, so die vektor moet begin by die einde (kop) van $\vec{R}_x$.

**Stap 7: Meet die resulterende vektor, $\vec{R}$**

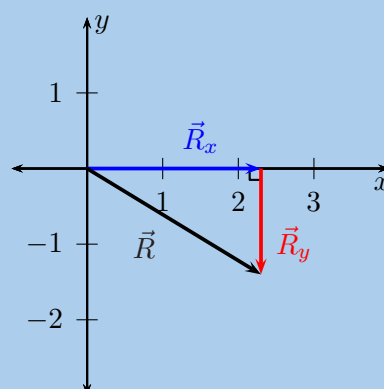
Ons los die probleem grafies op, so nou moet ons die grootte van die vektor meet en die skaal gebruik en ons antwoord van die diagram omskakel na die grootte van die vektor. In die laaste diagram is die resulterende vektor, $\vec{R}$, 2,7 cm lank, dus is die

Stap 4: Teken $\vec{R}_x$

Die grootte van $\vec{R}_x$ is 2,3 N so die pyl wat ons moet teken moet 2,3 cm lank wees. Die pyl moet wys in die positiewe x -rigting.

**Stap 6: Teken die resulterende vektor, $\vec{R}$**

Die resulterende vektor is die vektor wat die stert van die eerste vektor wat ons geteken het, met die kop van die laaste vektor wat ons geteken het verbind. Dit beteken ons moet 'n vektor teken van die stert van $\vec{R}_x$ na die kop van $\vec{R}_y$.



grootte van die vektor 2,7 N.

Die rigting van die resulterende vektor moet ons met 'n gradeboog op die diagram meet. Die hoek tussen die vektor en die x -as is 31 grade.

Stap 8: Gee die finale antwoord

$\vec{R}$ is 2,7 N teen -31° vanaf die positiewe x -rigting.

Uitgewerkte voorbeeld 8: Om die resulterende vektor in twee dimensies grafies te meet

VRAAG

'n Aantal sleepbote probeer om 'n duikboot in 'n hawe te stuur, maar hulle werk nie as 'n span nie. Elke sleepboot oefen 'n verskillende krag op die duikboot uit.



Die volgende vektore word gegee. Bepaal die resulterende krag:

- $\vec{F}_1 = 3,4 \text{ kN}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4000 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 300 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 7 \text{ kN}$ in die negatiewe y -rigting

OPLOSSING

Stap 1: Skakel om na 'n enkele S.I. eenheid

Ten einde die grafiese metode te kan gebruik om die resulterende vektor te bepaal, moet ons met slegs een eenheid werk. Streng gesproke is al die vektore in hierdie probleem in Newton, maar hulle het verskillende faktore wat die keuse van skaal beïnvloed. Hierdie moet in ag geneem word en die eenvoudigste benadering is om hulle almal na 'n enkele eenheid en faktor om te skakel. Ons kan kN of N gebruik,

die keuse maak nie saak nie. Ons sal kN gebruik. Onthou dat k 'n faktor van $\times 10^3$ verteenwoordig.

$\vec{F}_1$ en $\vec{F}_4$ benodig geen verandering nie, omdat hulle albei in kN is. Om N in kN te verander gebruik ons:

$$\begin{aligned} \text{kN} &= \times 10^3 \\ \frac{\text{N}}{\text{kN}} &= \frac{1}{\times 10^3} \\ \text{N} &= \times 10^{-3} \text{ kN} \end{aligned}$$

Om die grootte van $\vec{F}_2$ na kN om te skakel:

$$\begin{aligned} F_2 &= 4000 \text{ N} \\ F_2 &= 4000 \times 10^{-3} \text{ kN} \\ F_2 &= 4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dus $\vec{F}_2 = 4 \text{ kN}$ in die positiewe y -rigting.

Om die grootte van $\vec{F}_3$ na kN om te skakel:

$$\begin{aligned} F_3 &= 300 \text{ N} \\ F_3 &= 300 \times 10^{-3} \text{ kN} \\ F_3 &= 0,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dus $\vec{F}_3 = 0,3 \text{ kN}$ in die negatiewe y -rigting. Dus:

- $\vec{F}_1 = 3,4 \text{ kN}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4 \text{ kN}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 0,3 \text{ kN}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 7 \text{ kN}$ in die negatiewe y -rigting

Stap 2: Kies 'n skaal en teken die asse

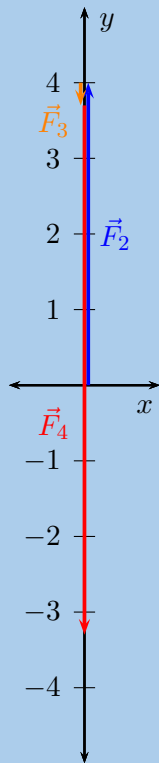
Die vektore wat ons het is baie groot dus moet ons 'n skaal kies wat ons sal toelaat om hulle in 'n redelike spasie te teken. Ons kan 1 kN:1 cm gebruik as ons skaal vir die tekeninge.

Stap 3: Bepaal $\vec{R}_x$

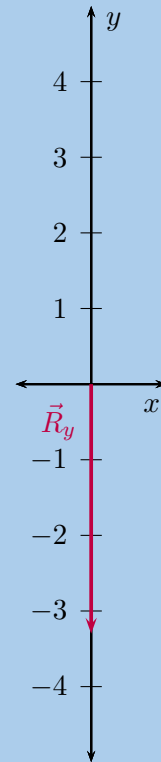
Daar is slegs een vektor in die x -rigting, $\vec{F}_1$, en daarom $\vec{R}_x = \vec{F}_1$.

Stap 4: Bepaal $\vec{R}_y$

Dan bepaal ons die resulterende vektor van al die vektore wat parallel is aan die y -as. Daar is drie vektore, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ en $\vec{F}_4$, wat ons moet bymekaar tel. Ons doen dit deur van die stert-tot-kop metode vir ko-lineêre vektore gebruik te maak.

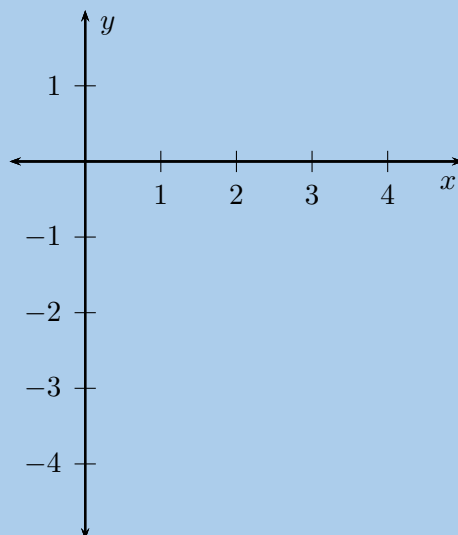


Die enkele vektor, $\vec{R}_y$, wat vir ons dieselfde resultaat sal gee as:



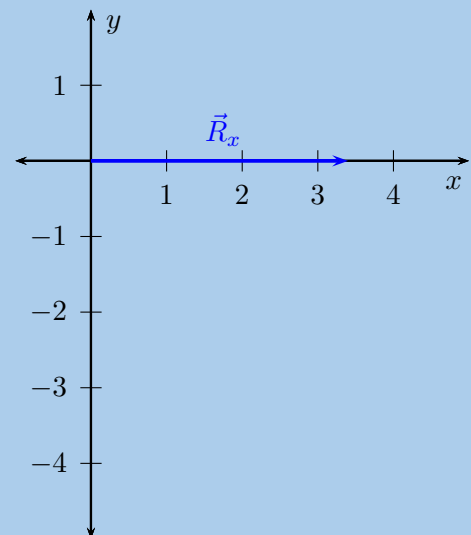
Stap 5: Teken asse

Dan teken ons die asse waarop die diagram sal pas. Ons asse moet effens verder strek as die vektore in die rigting van die as. Ons asse moet by die oorsprong begin en verder as 3,4 kN in die positiewe x -rigting strek en verder as 3,3 kN in die negatiewe y -rigting. Ons gekose skaal van 1 kN:1 cm beteken dat ons asse eintlik verder as 3,4 cm in die positiewe x -rigting, en verder as 3,3 cm in die negatiewe y -rigting moet strek.



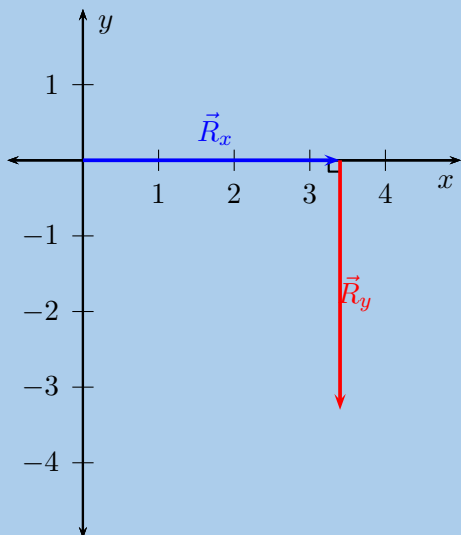
Stap 6: Teken $\vec{R}_x$

Die lengte van $\vec{R}_x$ is 3,4 kN, so die pyl wat ons moet teken moet 3,4 cm lank wees. Die pyl moet in die positiewe x -rigting wys.

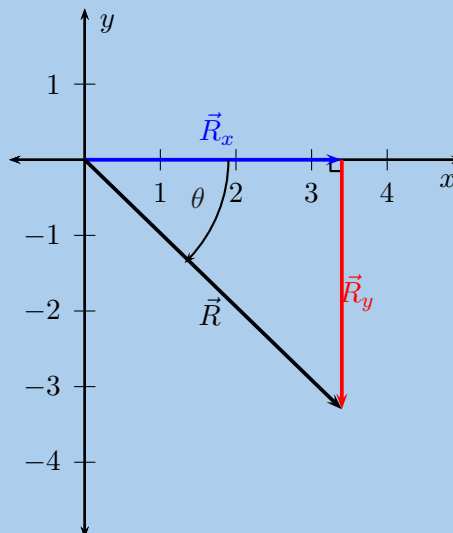


Stap 7: Teken $\vec{R}_y$

Die lengte van $\vec{R}_y$ is 3,3 kN, so die pyl wat ons moet teken moet 3,3 cm lank wees. Die pyl moet in die negatiewe y -rigting wys. Dit is belangrik om daarop te let dat ons die stert-tot-kop metode gebruik, so die vektor moet begin by die einde (kop) van $\vec{R}_x$.

**Stap 8: Teken die resulterende vektor, $\vec{R}$**

Die resulterende vektor is die vektor wat die stert van die eerste vektor wat ons geteken het, met na die kop van die laaste vektor wat ons geteken het verbind. Dit beteken ons moet 'n vektor teken van die stert van $\vec{R}_x$ na die kop van $\vec{R}_y$.

**Stap 9: Meet die resulterende vektor, $\vec{R}$**

Ons is besig om die probleem grafies op te los en daarom moet ons die grootte van die vektor meet en ons antwoord vanaf die diagram omskakel na die werklike resultaat. In die laaste diagram is die resulterende vektor, $\vec{R}$, 4,7 cm lank en daarom is die grootte van die vektor 4,7 kN.

Ons meet die rigting van die resulterende vektor op die diagram met 'n gradeboog. Die hoek tussen die vektor en die x -as is 44° .

Stap 10: Gee die finale antwoord

$\vec{R}$ is 4,7 kN teen -44° vanaf die positiewe x -rigting.

Algebraïese optel en aftrek van vektore

In graad 10 het jy van die optel en aftrek van vektore in een dimensie geleer. Die volgende uitgewerkte voorbeeld gee 'n verfrisser van daardie konsepte.

Uitgewerkte voorbeeld 9: Algebraïese optel van vektore

VRAAG

'n Krag van 5 N word na regs op 'n krat uitgeoefen. 'n Tweede krag van 2 N word na links op dieselfde krat uitgeoefen. Bereken algebraïes die resulterende krag van die kragte wat op die krat uitgeoefen word.

OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n skets

'n Eenvoudige skets sal jou help om die probleem te verstaan.



Stap 2: Besluit watter metode om te gebruik om die resulterende krag te bereken.

Onthou dat krag 'n vektor is. Aangesien die kragte in 'n reguit lyn werk (m.a.w. die x -rigting) kan ons die algebraïese tegniek van vektor-optelling gebruik.

Stap 3: Kies 'n positiewe rigting

Kies die **positiewe** rigting as die rigting na regs. Dit bedoel dat die **negatiewe** rigting na links is.

Deur die probleem te herskryf en ons keuse van rigting aan te dui kry ons 'n krag van 5 N in die positiewe x -rigting, en 'n krag van 2 N in die negatiewe x -rigting, wat op die krat uitgeoefen word.

Stap 4: Definieer nou ons vektore algebraïes

$$\begin{aligned}\vec{F}_1 &= 5 \text{ N} \\ \vec{F}_2 &= -2 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 5: Vind die som van die vektore Dus is die resulterende krag:

$$\begin{aligned}\vec{F}_1 + \vec{F}_2 &= (5) + (-2) \\ &= 3 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 6: Gee die resulterende krag

Onthou dat in hierdie geval beteken 'n positiewe krag 'n krag na regs: 3 N na regs.

Ons kan nou op hierdie werk uitbrei om vektore in twee dimensies in te sluit.

Uitgewerkte voorbeeld 10: Algebraïese oplossing in twee dimensies

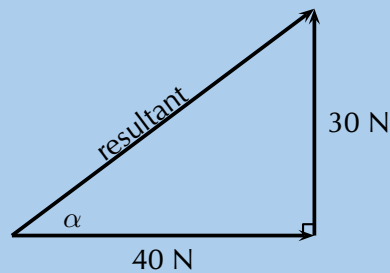
VRAAG

'n Krag van 40 N in die positiewe x -rigting en 'n krag van 30 N in die positiewe y -rigting word gelyktydig (op dieselfde tyd) uitgeoefen. Bereken die grootte van die resulterende krag.

OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n rowwe skets

Soos voorheen lyk die rowwe skets as volg:



Stap 2: Bepaal die lengte van die resulterende krag

Let daarop dat die driehoek wat gevorm word deur die twee kragte en die resulterende krag is 'n reghoekige driehoek. Ons kan dus Pythagoras se stelling gebruik om die lengte van die resulterende krag te bepaal. Laat R die lengte van die resulterende krag verteenwoordig. Dan:

$$\begin{aligned}F_x^2 + F_y^2 &= R^2 \text{ (Pythagoras se stelling)} \\(40)^2 + (30)^2 &= R^2 \\R &= 50 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 3: Gee die resulterende krag

Die grootte van die resulterende krag is 50 N.

Rigting

Ons het slegs die berekening van die grootte van vektore algegraïes gedoen, maar ons moet ook die rigting weet. Ons het slegs 'n positiewe rigting gekies toe ons vektore in een dimensie gedoen het. Ons het die positiewe rigting gekies en die resultante vektor was óf in die positiewe óf negatiewe rigting. In graad 10 het jy geleer van die verskillende maniere om rigting aan te dui. Nou gaan ons na trigonometrie kyk, om die rigting van die resultante vektor te bereken.

Ons kan eenvoudige trigonometriese identiteite gebruik om rigting te bereken. Ons kan die rigting van die resultante bereken in die vorige uitgewerkte voorbeeld.

Uitgewerkte voorbeeld 11: Rigting van die resultante

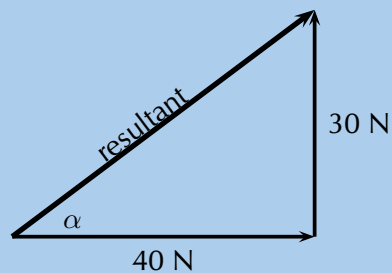
VRAAG

'n Krag van 40 N in die positiewe x -rigting en 'n krag van 30 N in die positiewe y -rigting word gelyktydig op 'n voorwerp uitgeoefen. Bereken die grootte van die resulterende krag.

OPLOSSING

Stap 1: Grootte

Ons het in die vorige uitgewerkte voorbeeld die grootte van die resultante vektor bereken as 50 N. Die skets van die situasie is:



Stap 2: Bepaal die rigting van die resultant

Ons gebruik eenvoudige trigonometrie om die rigting van die resulterende krag te bepaal. Ons bereken die hoek, α , tussen die resulterende kragvektor en die positiewe x -as:

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= \frac{\text{teenoorstaande sy}}{\text{aangrensende sy}} \\ \tan \alpha &= \frac{30}{40} \\ \alpha &= \tan^{-1}(0,75) \\ \alpha &= 36,87^\circ\end{aligned}$$

Stap 3: Gee die resulterende krag

Die resulterende krag is 50 N teen 'n hoek van $36,9^\circ$ ten opsigtig van die positiewe x -as.

Oefening 1 – 5: Algebraïese optel van vektore

1. 'n Krag van 17 N wat in die positiewe x -rigting toegepas word, werk gelyktydig as 'n krag van 23 N wat in die positiewe y -rigting toegepas word. Bereken die resulterende krag.
2. 'n Krag van 23,7 N wat in die negatiewe x -rigting toegepas word, werk gelyktydig

met 'n krag van 9 N wat in die positiewe y -rigting toegepas word. Bereken die resulterende krag.

3. Vier kragte werk gelyktydig in op 'n punt. Vind die resultant indien die kragte die volgende groottes en rigtings het:

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 3,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 2,1 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

4. Die volgende kragte werk gelyktydig op 'n paal in. Indien die paal breek, in watter rigting sal dit val?

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 11,7 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 6,9 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 1,9 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26QQ 2. 26QR 3. 26QS 4. 26QT



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

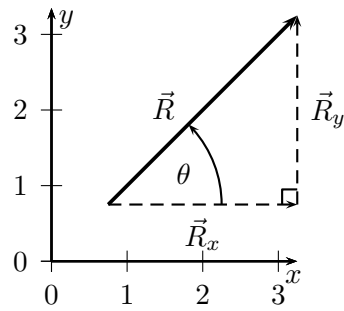
1.3 Komponente van vektore

ESEC

In die bespreking van die optel van vektore het ons gesien dat vektore wat saamwerk gekombineer kan word om 'n enkele vektor (resultant) te gee. Daarom kan 'n enkele vektor in ander vektore opgebreek word, sodat wanneer dit opgetel word, dit daar die enkele vektor weergee. Hierdie vektore wat die oorspronklike vektor vorm, word **komponente** van die oorspronklike vektor genoem. Hierdie proses word **ontbinding in komponente** genoem.

Prakties is dit gerieflik om 'n vektor in sy loodregte komponente te ontbind, wat dus horisontaal en vertikaal sal wees. Beskou die probleme waarna ons sover verwys het. Indien ons vektore parallel tot die x - en y -asse het, is dit maklik om hulle op te los.

Enige vektor kan in sy horisontale en vertikale komponente ontbind word. Indien $\vec{R}$ 'n vektor is, dan sal die horisontale komponent van $\vec{R}$, $\vec{R}_x$ wees en sal die vertikale komponent $\vec{R}_y$ wees.



Wanneer ons 'n vektore in komponente wat parallel aan die x - en y -asse is, ontbind konstrueer ons eintlik 'n reghoekige driehoek. Dit beteken ons kan trigonometriese verhoudings gebruik om die groottes van die komponente te bepaal (ons weet wat die rigtings is omdat hulle in lyn is met die asse).

Vanuit die driehoek hierbo aangedui, weet ons dat:

$$\cos(\theta) = \frac{R_x}{R}$$

$$\frac{R_x}{R} = \cos(\theta)$$

$$R_x = R \cos(\theta)$$

en

$$\sin \theta = \frac{R_y}{R}$$

$$\frac{R_y}{R} = \sin(\theta)$$

$$R_y = R \sin(\theta)$$

$$R_x = R \cos(\theta)$$

$$R_y = R \sin(\theta)$$

Let op die hoek word linksom (antikloksgewys) vanaf die positiewe x -as gemeet.

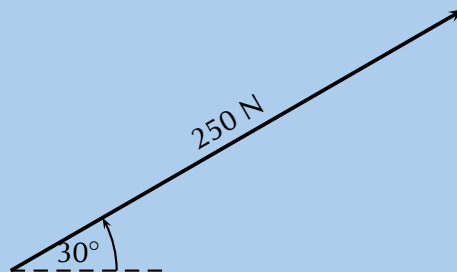
Uitgewerkte voorbeeld 12: Ontbind 'n vektor in sy komponente

VRAAG

'n Krag van 250 N werk teen 'n hoek van 30° met die positiewe x -as. Ontbind hierdie krag in komponente parallel tot die x - en y -asse onderskeidelik.

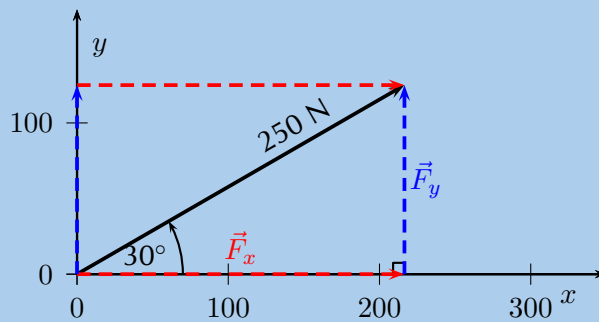
OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n rowwe skets van die oorspronklike vektor



Stap 2: Bepaal die vektor komponente

Nou ontbind ons die krag in twee komponente wat parallel aan die asse is. Omdat hierdie rigtings loodreg op mekaar is vorm 'n reghoekige driehoek, met die oorspronklike krag as die skuinssy.



Let op dat die twee komponente wat saamwerk die oorspronklike vektor as hul resultant gee.

Stap 3: Bereken die groottes van die komponent vektore

Nou kan ons trigonometrie gebruik om die groottes van die komponente te bereken:

$$F_y = 250 \sin(30^\circ) \quad \text{en} \quad F_x = 250 \cos(30^\circ)$$

$$= 125 \text{ N} \quad \quad \quad = 216,5 \text{ N}$$

Onthou F_x en F_y is die groottes van die komponente. $\vec{F}_x$ is in die positiewe x -rigting en $\vec{F}_y$ is in die positiewe y -rigting.

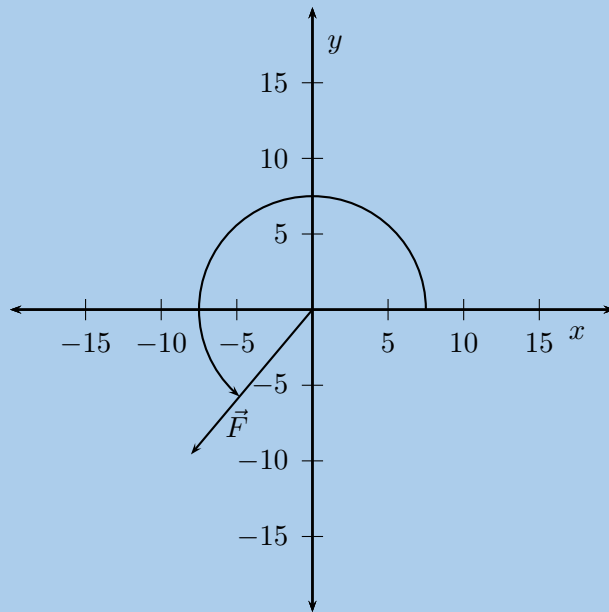
Uitgewerkte voorbeeld 13: Ontbind 'n vektor in sy komponente

VRAAG

'n Krag van 12,5 N werk teen 'n hoek van 230° met die positiewe x -as. Ontbind hierdie krag in komponente wat parallel is tot die x - en y -asse onderskeidelik.

OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n rowwe skets van die oorspronklike vektor



Stap 2: Bepaal die vektor komponente

Nou ontbind ons die krag in twee komponente parallel tot die twee asse. Omdat hierdie rigtings loodreg op mekaar is vorm 'n reghoekige driehoek, met die oorspronklike krag as die skuinssy.

Nou gebruik ons trigonometrie om die groottes van die komponente van die oorspronklike krag te bereken:

$$F_y = 12,5 \sin(230^\circ) \\ = -9,58 \text{ N}$$

en

$$F_x = 12,5 \cos(230^\circ) \\ = -8,03 \text{ N}$$

Let op dat indien ons die Cartesiese posisies gebruik met 'n hoek, verkry ons die korrekte tekens vir die komponente. $\vec{F}_x$ is in die negatiewe x -rigting en $\vec{F}_y$ is in die negatiewe y -rigting.

Oefening 1 – 6:

1. Ontbind elk van die volgende vektore in komponente:

- $\vec{F}_1 = 5 \text{ N}$ teen 45° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_2 = 15 \text{ N}$ teen 63° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_3 = 11,3 \text{ N}$ teen 127° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_4 = 125 \text{ N}$ teen 245° vanaf die positiewe x -as.

2. Ontbind elk van die volgende vektore in komponente:

- $\vec{F}_1 = 11 \times 10^4 \text{ N}$ teen 33° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_2 = 15 \text{ GN}$ teen 28° vanaf die positiewe x -as.

- $\vec{F}_3 = 11,3 \text{ kN}$ teen 193° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_4 = 125 \times 10^5 \text{ N}$ teen 317° vanaf die positiewe x -as.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26QV 2. 26QW



www.everythingscience.co.za



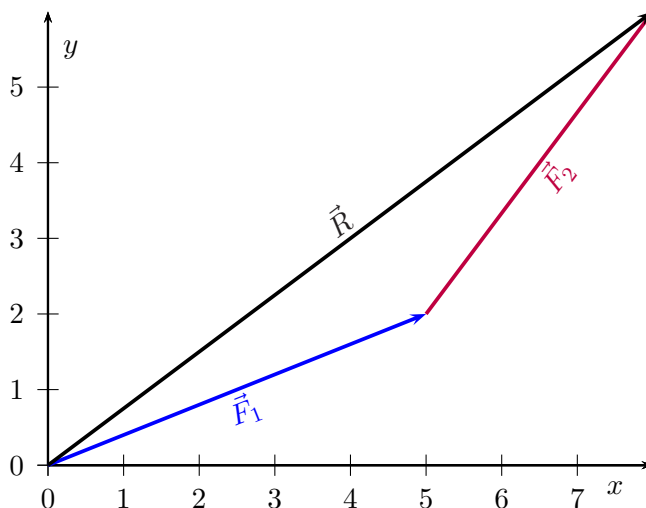
m.everythingscience.co.za

Optelling van vektore deur middel van hul komponente ESED

Komponente kan gebruik word om die resultant van twee of meer vektore te verkry. Hierdie metode kan grafies of algebraïes toegepas word. Die metode is eenvoudig:

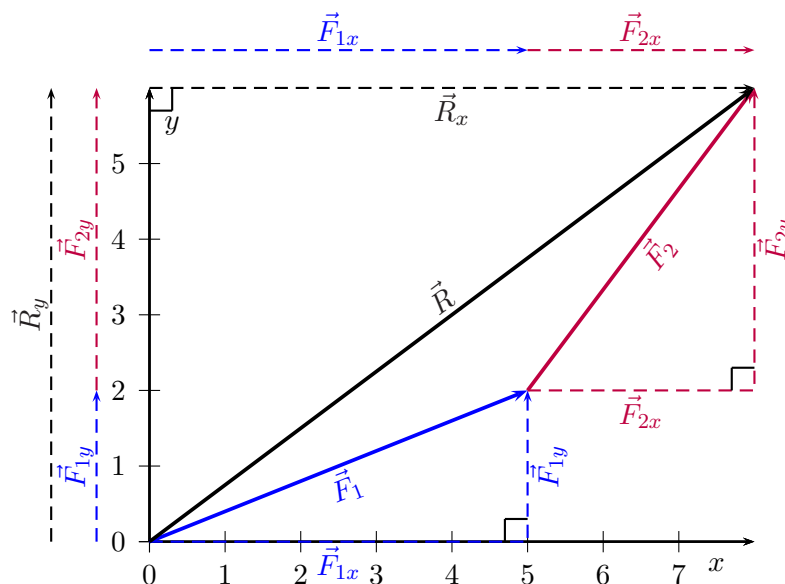
1. maak 'n rowwe skets van die probleem;
2. vind die horisontale en vertikale komponente van elke vektor;
3. vind die som van al die horisontale komponente, $\vec{R}_x$;
4. vind die som van al die vertikale komponente, $\vec{R}_y$;
5. gebruik hierdie om die resultant te vind, $\vec{R}$.

Beskou die twee vektore, $\vec{F}_1$ en $\vec{F}_2$, in Figuur 1.3, saam met hul resultant, $\vec{R}$.



Figuur 1.3: 'n Voorbeeld van twee vektore wat opgetel is om die resultant te gee

Elke vektor in Figuur 1.3 kan opgebreek word in een komponent in die x -rigting (horisontaal) en een in die y -rigting (vertikaal). Hierdie komponente is twee vektore wat, indien dit opgetel word, die oorspronklike vektor as die resultant sal gee. Dit word in Figuur 1.4 hieronder aangetoon:



Figuur 1.4: Optel van vektore deur gebruik te maak van komponente.

Ons sien dat:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{1x} + \vec{F}_{1y}$$

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_{2x} + \vec{F}_{2y}$$

$$\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y$$

$$\text{Maar, } \vec{R}_x = \vec{F}_{1x} + \vec{F}_{2x}$$

$$\text{en } \vec{R}_y = \vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y}$$

Om op te som: Wanneer ons die x -komponente van die twee oorspronklike vektore optel, kry ons die x -komponent van die resultante. Dieselfde geld vir die y -komponent. Indien ons al die komponente bymekaar optel kry ons **dieselfde antwoord!** Hierdie is 'n ander belangrike eienskap van vektore.

Uitgewerkte voorbeeld 14: Optelling van vektore deur gebruik te maak van komponente

VRAAG

Indien in Figuur 1.4, $\vec{F}_1 = 5,385 \text{ N}$ met 'n hoek van $21,8^\circ$ met die horisontaal, en $\vec{F}_2 = 5 \text{ N}$ met 'n hoek van $53,13^\circ$ met die horisontaal, vind die resultante krag, $\vec{R}$.

OPLOSSING

Stap 1: Besluit hoe om die probleem aan te pak

Die eerste ding wat jy moet besef is dat die volgorde waarin jy die vektore bymekaar tel, nie saak maak nie. Daarom kan jy hulle in enige volgorde bymekaar tel. Ons kan ook die volgende tabel optrek om ons te help om die probleem op te los:

Vektor	x-komponent	y-komponent	Totaal
$\vec{F}_1$			
$\vec{F}_2$			
Resultant			

Stap 2: Ontbind $\vec{F}_1$ in komponente

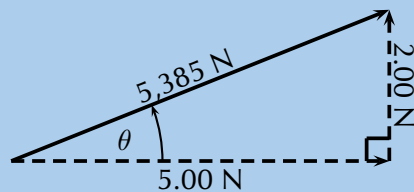
Ons bereken eers die komponente van $\vec{F}_1$ deur trigonometriese verhoudings te gebruik.

Eerstens vind ons die grootte van die vertikale komponent, F_{1y} :

$$\begin{aligned}\sin(\theta) &= \frac{F_{1y}}{F_1} \\ \sin(21,8^\circ) &= \frac{F_{1y}}{5,385} \\ F_{1y} &= (\sin(21,8^\circ)) (5,385) \\ &= 2,00 \text{ N}\end{aligned}$$

Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{1x} :

$$\begin{aligned}\cos(\theta) &= \frac{F_{1x}}{F_1} \\ \cos(21,8^\circ) &= \frac{F_{1x}}{5,385} \\ F_{1x} &= (\cos(21,8^\circ)) (5,385) \\ &= 5,00 \text{ N}\end{aligned}$$



Die komponente gee die kante van die reghoekige driehoek, waar die oorspronklike vektor, $\vec{F}_1$, die skuinsy is.

Vektor	x-komponent	y-komponent	Resultant
$\vec{F}_1$	5,00 N	2,00 N	5,385 N
$\vec{F}_2$			
Resultant			

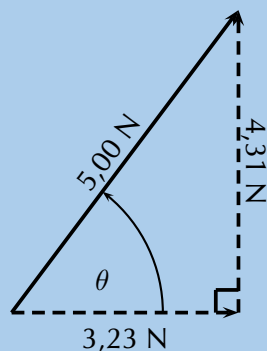
Stap 3: Ontbind $\vec{F}_2$ in komponente

Ons vind die komponente van $\vec{F}_2$ deur trigonometriese verhoudings te gebruik. Ons bereken eers die vertikale komponent, F_{2y} :

$$\begin{aligned}\sin(\theta) &= \frac{F_{2y}}{F_2} \\ \sin(53,13^\circ) &= \frac{F_{2y}}{5} \\ F_{2y} &= (\sin(53,13^\circ)) (5) \\ &= 4,00 \text{ N}\end{aligned}$$

Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{2x} :

$$\begin{aligned}\cos(\theta) &= \frac{F_{2x}}{F_2} \\ \cos(53,13^\circ) &= \frac{F_{2x}}{5} \\ F_{2x} &= (\cos(53,13^\circ)) (5) \\ &= 3,00 \text{ N}\end{aligned}$$



Vektor	x -komponent	y -komponent	Totaal
$\vec{F}_1$	5,00 N	2,00 N	5,385 N
$\vec{F}_2$	3,00 N	4,00 N	5 N
Resultant			

Stap 4: Bereken die komponente van die resulterende vektor

Nou het ons al die komponente. Indien ons al die horisontale komponente bymekaar optel, het ons die x -komponent van die resultante vektor, $\vec{R}_x$. Wanneer ons weer al die vertikale komponente bymekaar optel, het ons die y -komponent van die resultante vektor, $\vec{R}_y$.

$$\begin{aligned}
 R_x &= F_{1x} + F_{2x} \\
 &= 5,00 \text{ N} + 3,00 \text{ N} \\
 &= 8,00 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Daarom, $\vec{R}_x$ is 8 N regs.

$$\begin{aligned}
 R_y &= F_{1y} + F_{2y} \\
 &= 2,00 \text{ N} + 4,00 \text{ N} \\
 &= 6,00 \text{ N}
 \end{aligned}$$

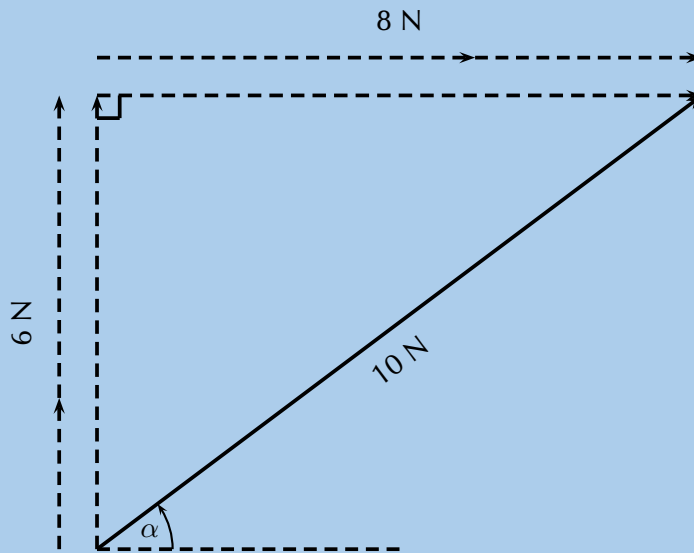
Daarom, $\vec{R}_y$ is 6 N opwaarts.

Vektor	x -komponent	y -komponent	Totaal
$\vec{F}_1$	5,00 N	2,00 N	5,385 N
$\vec{F}_2$	3,00 N	4,00 N	5 N
Resultant	8,00 N	6,00 N	

Stap 5: Bepaal die grootte en rigting van die resulterende vektor

Noudat ons die komponente van die resultant het, kan ons Pythagoras se stelling gebruik om die grootte van die resultant, R , te bereken.

$$\begin{aligned}
 R^2 &= (R_y)^2 + (R_x)^2 \\
 &= (6,00)^2 + (8,00)^2 \\
 &= 100,00 \\
 R &= 10,00 \text{ N}
 \end{aligned}$$



Die grootte van die resultant, R , is 10,00 N. Ons moet net sy rigting bereken. Ons spesifiseer die rigting as die hoek wat die vektore met die bekende rigting maak. Visualiseer die vektor as beginpunt van die koördinate. Hierbo is dit geteken en die hoek wat ons gaan bereken is gemerk α .

Ons gebruik trigonometriese verhoudings om die waarde te bereken van α :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= \frac{6,00}{8,00} \\ \alpha &= \tan^{-1} \frac{6,00}{8,00} \\ \alpha &= 36,9^\circ\end{aligned}$$

Stap 6: Gee die finale antwoord

$\vec{R}$ is 10 N teen 'n hoek van $36,9^\circ$ met die positiewe x -as.

Uitgewerkte voorbeeld 15:

VRAAG

Bereken die resultante van die volgende vier kragte wat op 'n punt inwerk, deur die kragte in komponente te ontbind:

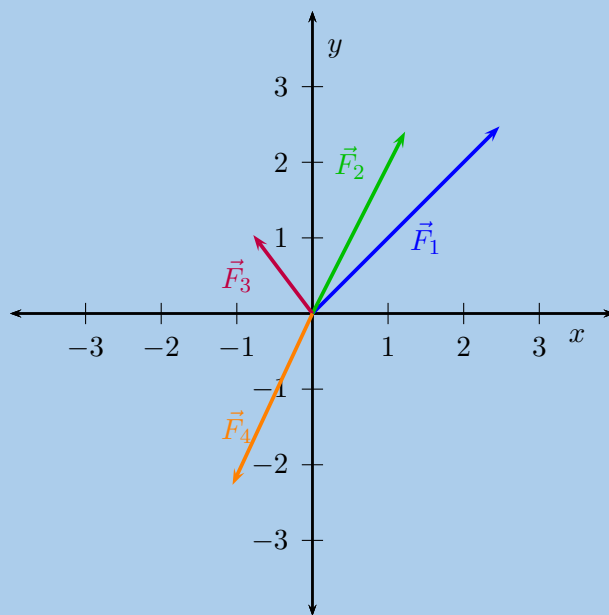
- $\vec{F}_1 = 3,5$ N teen 45° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_2 = 2,7$ N teen 63° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_3 = 1,3$ N teen 127° vanaf die positiewe x -as.

- $\vec{F}_4 = 2,5 \text{ N}$ teen 245° vanaf die positiewe x -as.

OPLOSSING

Stap 1: Skets die probleem

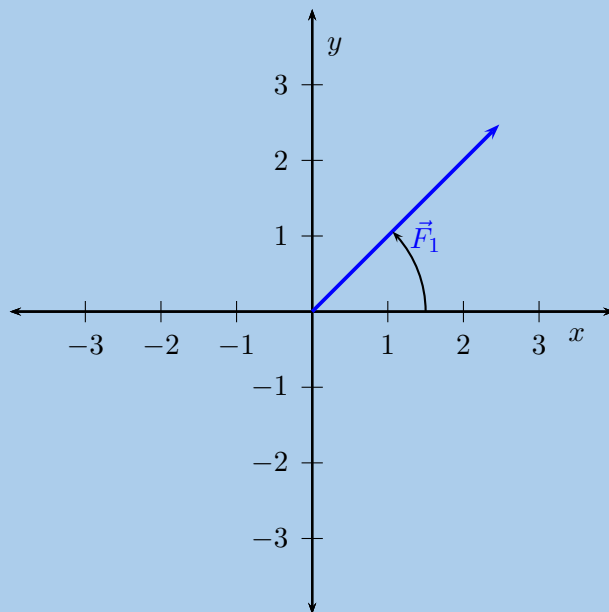
Teken al die vektore op die Cartesiese vlak. Dit hoef nie akkuraat te wees nie omdat ons dit algebraïes gaan oplos, maar vektore moet in die korrekte kwadrant geteken word en in die korrekte relatiewe posisies.



Die onderskeie komponente word in 'n tabel genoteer sodat ons die berekeninge kan nagaan. Vir elke vektor moet ons die komponente in die x - en y -rigtings bepaal.

Vektor	x -komponent	y -komponent	Totaal
$\vec{F}_1$			3,5 N
$\vec{F}_2$			2,7 N
$\vec{F}_3$			1,3 N
$\vec{F}_4$			2,5 N
$\vec{R}$			

Stap 2: Bereken die komponente van $\vec{F}_1$

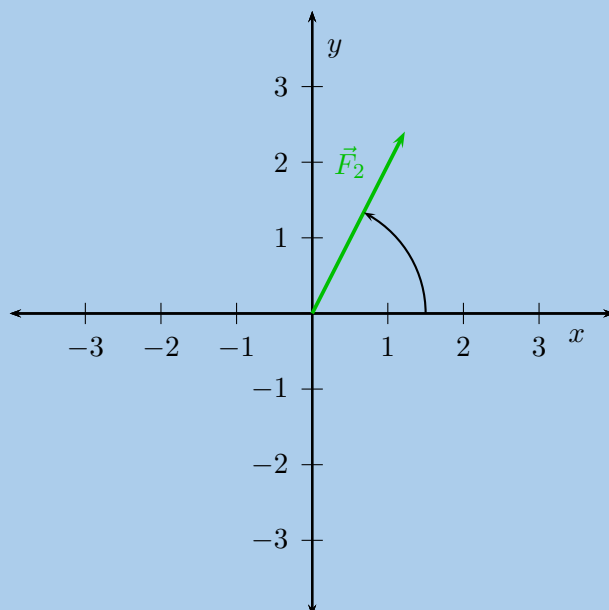


Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{1x} :

$$\begin{aligned}\sin(\theta) &= \frac{F_{1y}}{F_1} \\ \sin(45^\circ) &= \frac{F_{1y}}{3,5} \\ F_{1y} &= (\sin(45^\circ)) (3,5) \\ &= 2,47 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos(\theta) &= \frac{F_{1x}}{F_1} \\ \cos(45^\circ) &= \frac{F_{1x}}{3,5} \\ F_{1x} &= (\cos(45^\circ)) (3,5) \\ &= 2,47 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die komponente van $\vec{F}_2$

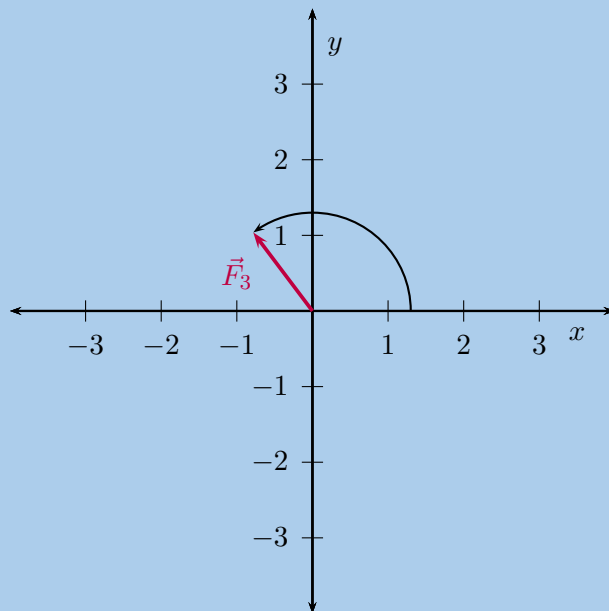


$$\begin{aligned}\sin(\theta) &= \frac{F_{2y}}{F_2} \\ \sin(63^\circ) &= \frac{F_{2y}}{2,7} \\ F_{2y} &= (\sin(63^\circ)) (2,7) \\ &= 2,41 \text{ N}\end{aligned}$$

Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{2x} :

$$\begin{aligned}\cos \theta &= \frac{F_{2x}}{F_2} \\ \cos(63^\circ) &= \frac{F_{2x}}{2,7} \\ F_{2x} &= (\cos(63^\circ)) (2,7) \\ &= 1,23 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 4: Bereken die komponente van $\vec{F}_3$

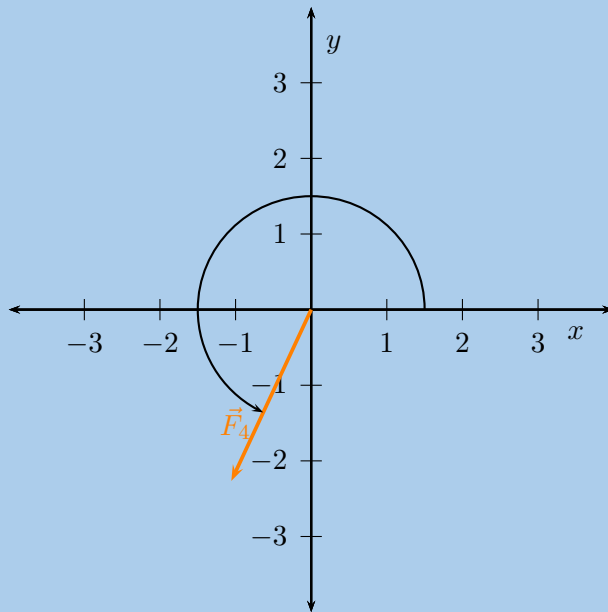


$$\begin{aligned}\sin(\theta) &= \frac{F_{3y}}{F_3} \\ \sin(127^\circ) &= \frac{F_{3y}}{1,3} \\ F_{3y} &= (\sin 127^\circ) (1,3) \\ &= 1,04 \text{ N}\end{aligned}$$

Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{3x} :

$$\begin{aligned}\cos(\theta) &= \frac{F_{3x}}{F_3} \\ \cos(127^\circ) &= \frac{F_{3x}}{1,3} \\ F_{3x} &= (\cos 127^\circ) (1,3) \\ &= -0,78 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 5: Bereken die komponente van $\vec{F}_4$



Tweedens vind ons die grootte van die horisontale komponent, F_{4x} :

$$\sin(\theta) = \frac{F_{4y}}{F_4}$$

$$\sin(245^\circ) = \frac{F_{4y}}{2,5}$$

$$F_{4y} = (\sin(245^\circ)) (2,5)$$

$$= -2,27 \text{ N}$$

$$\cos(\theta) = \frac{F_{4x}}{F_4}$$

$$\cos(245^\circ) = \frac{F_{4x}}{2,5}$$

$$F_{4x} = (\cos(245^\circ)) (2,5)$$

$$= -1,06 \text{ N}$$

Stap 6: Bereken die komponente van die resultant

Bereken die som van die verskeie komponente om die komponente van die resultant te bepaal. Onthou dat, indien 'n komponent negatief was, jy nie die negatiewe teken moet uitlaat uit jou berekening nie.

Vektor	x -komponent	y -komponent	Totaal
$\vec{F}_1$	2,47 N	2,47 N	3,5 N
$\vec{F}_2$	1,23 N	2,41 N	2,7 N
$\vec{F}_3$	-0,78 N	1,04 N	1,3 N
$\vec{F}_4$	-1,06 N	-2,27 N	2,5 N
$\vec{R}$	1,86 N	3,65 N	

Noudat ons die komponente van die resultant het, kan ons Pythagoras se stelling gebruik om die grootte van die resultant, R , te bereken.

$$R^2 = (R_y)^2 + (R_x)^2$$

$$= (1,86)^2 + (3,65)^2$$

$$= 16,78$$

$$R = 4,10 \text{ N}$$

Ons kan ook die hoek tot die positiewe x -as bereken.

$$\begin{aligned}\tan(\alpha) &= \frac{1,86}{3,65} \\ \alpha &= \tan^{-1}\left(\frac{3,65}{1,86}\right) \\ \alpha &= 27,00^\circ\end{aligned}$$

Stap 7: Gee die finale antwoord

Die resultant het 'n grootte van 4,10 N teen 'n hoek van $27,00^\circ$ met die positiewe x -rigting.

Informele eksperiment: Kragbord

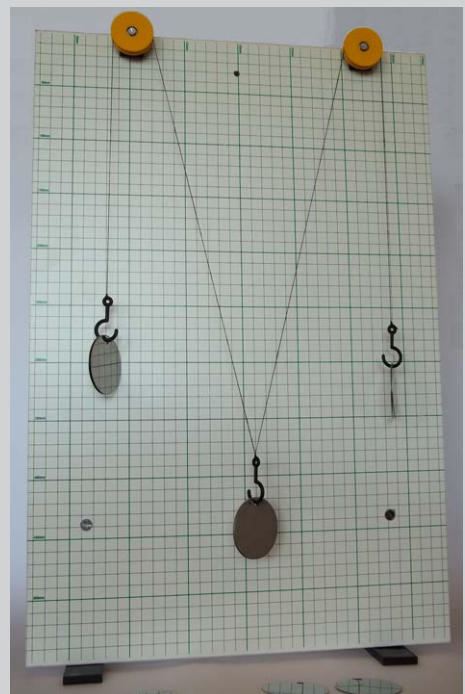
Doelwit:

Om die resultant van drie nie-lineêre kragte met 'n kragbord te bepaal.

Apparaat en materiaal:

Jy benodig:

- blanko papier
- kragbord
- 4 treksale
- verskeidenheid massastukkies
- tou of vislyn
- vier katrolle



Metode:

Dink oor jou strategie voordat jy met die metode begin. Deur die koord aan die ring vas te heg, moet dit oor die katrol hang en gewigte hê sodat 'n krag ontstaan. Die meer gewigte of hoe swaarder die gewig, hoe groter die krag. Die krag is in die rigting van

die koord. Indien jy meer koorde deur 'n katrol plaas, het jy meer kragte, in verskeie rigtings. Ons verander die grootte en rigting van die kragte wat op die ring inwerk. Ons plaas 'n balans tussen die koord en die ring en meet die krag. Deur 'n papier onder die ring te plaas kan ons die rigtings en lesing van die balans afmerk en so die grootte meet.

Ons gaan hierdie inligting gebruik om die kragte wat op die trekskaal uitgeoefen word te meet. Dan gaan ons die resultante krag grafies bereken.

1. Stel die kragbord op en plaas die papier onder die trekskaal.
2. Stel vier verskillende kragte op deur 'n trekskaal aan een kant van die ring vas te maak en koord aan die ander kant. Laat die koord oor 'n katrol loop en heg massastukkies aan. Werk in 'n groep.
3. Trek 'n lyn langs elke koord, wees versigtig om nie enige een van die koorde te skuif nie.
4. Noteer die krag lesing op elke trekskaal.
5. Verwyder die papier.
6. Werk op die papier, trek elke lyn terug na die middel waar die ring was. Die lyne moet almal op een plek mekaar deursny. Maak hierdie punt die middel van jou Cartesiese koördinaatsisteem.
7. Kies 'n geskikte skaal om die lengte van die pyl met die lesings te vergelyk. Gebruik die korrekte trekskaal en lyn wat op die papier is en teken 'n pyl wat elke krag verteenwoordig.

Resultate:

Vir twee van die verskillende keuses van 3 van die kragvektore, gaan ons die resultant bevestig. Om die resultant te bepaal, tel ons die vektore bymekaar. Die maklikste manier om dit te doen is om die vektore te verteenwoordig met 'n liniaal en 'n gradeboog te gebruik en hul kop-na-stert te teken.

Gevolgtrekking en vrae:

Noteer van die rigting en die groottes van die resultante van die verskeie kombinasies.

1. Hoe vergelyk die berekende resultant met die vektor wat nie gebruik is om die resultant in elke geval te bereken?
2. Watter algemene verhouding bestaan tussen die resultant en die vierde vektor en hoekom dink jy dit is die geval?
3. Sal dit dieselfde wees indien ons meer of minder kragte in die probleem gehad het? Verduidelik jou antwoord.

► Sien simulasie: [26QX](http://26QX.www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

► Sien video: [26QY](http://26QY.www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

🕒 Sien aanbieding: 26QZ op www.everythingscience.co.za

- 'n Vektor het grootte en rigting.
- Vektore kan gebruik word om fisiese hoeveelhede wat grootte en rigting het te verteenwoordig, bv. kragte.
- Vektore kan as pyltjies voorgestel word waar die lengte van die pyl die grootte verteenwoordig en die pylvpunt die rigting van die vektor aandui.
- Vektore in twee dimensies kan op 'n Cartesiese vlak geteken word.
- Vektore kan grafies bymekaar getel word met die kop-na-stert of stert-na-stert metode.
- 'n Geslote vektordiagram is 'n stel vektore op die Cartesiese vlak, geteken met die kop-na-stert metode, met 'n resultante grootte van nul.
- Vektore kan algebraïes bymekaar getel word met Pythagoras se stelling, of met komponente.
- Die rigting van 'n vektor kan met eenvoudige trigonometrie berekeninge gevind word.
- Die komponente van 'n vektor is 'n reeks vektore wat, wanneer dit gekombineer word, die oorspronklike vektor as resultant gee.
- Komponente word gebruik om met die Cartesiese koördinaat-asse vergelyk te word. Vir 'n vektor $\vec{F}$ wat 'n hoek van θ vorm met die positiewe x -as, is die x -komponent $\vec{R}_x = R \cos(\theta)$ en die y -komponent is $\vec{R}_y = R \sin(\theta)$.

Oefening 1 – 7:

1. Teken die volgende vektore vanaf die oorsprong op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 3,7 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4,9 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

2. Teken die volgende kragte as vektore op die Cartesiese vlak:

- $\vec{F}_1 = 4,3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,7 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 8,3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting

3. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y , R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,5 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

4. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 4,8 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 3,2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 1,9 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 2,1 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

5. Vind die resultant in die x -rigting, R_x , en y -rigting, R_y , vir die volgende kragte:

- $\vec{F}_1 = 2,7 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 1,4 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 2,7 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_4 = 1,7 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

6. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 4,8 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 3,3 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

7. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 0,7 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 6 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 3,8 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 11,9 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

8. Teken die resultant van die volgende kragvektore deur die kop-na-stert metode te gebruik en eerstens die resultant in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 5,2 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 7,5 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 4,8 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 6,3 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

9. Teken die resultant van die volgende kragvektore met die kop-na-stert metode, deur eerstens die resultante in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 6,7 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 4,2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting
- $\vec{F}_3 = 9,9 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 3,4 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

10. Skets die resultant van die volgende kragvektore deur die stert-na-stert metode te gebruik:

- $\vec{F}_1 = 6,1 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 4,5 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

11. Skets die resultant van die volgende kragvektore deur die stert-na-stert metode te gebruik, deur eerstens die resultante in die x - en y -rigtings te bepaal:

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_2 = 11,8 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 7,9 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 3,2 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting

12. Vier kragte werk gelyktydig in op 'n punt. Vind die resultant indien die kragte:

- $\vec{F}_1 = 2,3 \text{ N}$ in die positiewe x -rigting
- $\vec{F}_2 = 4,9 \text{ N}$ in die positiewe y -rigting
- $\vec{F}_3 = 4,3 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting
- $\vec{F}_4 = 3,1 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting

13. Ontbind elk van die volgende vektore in komponente:

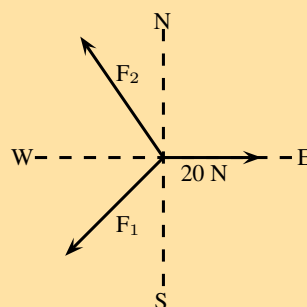
- $\vec{F}_1 = 105 \text{ N}$ teen $23,5^\circ$ vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_2 = 27 \text{ N}$ teen $58,9^\circ$ vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_3 = 11,3 \text{ N}$ teen 323° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_4 = 149 \text{ N}$ teen 245° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_5 = 15 \text{ N}$ teen 375° vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_6 = 14,9 \text{ N}$ teen $75,6^\circ$ vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_7 = 11,3 \text{ N}$ teen $123,4^\circ$ vanaf die positiewe x -as.
- $\vec{F}_8 = 169 \text{ N}$ teen 144° vanaf die positiewe x -as.

14. Twee kragte werk in op 'n punt en die resultant is nul. Die kragte

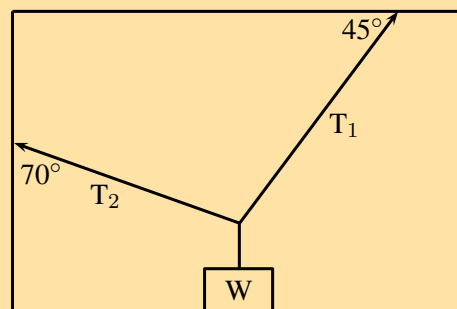
- het gelyke groottes en rigtings
- het gelyke groottes maar teenoorgestelde rigtings
- werk loodreg tot mekaar
- werk in dieselfde rigting

15. Drie kragte werk in op 'n punt in ewewig. Krag F_1 het komponente 15 N suid en 13 N wes. Wat is die komponente van krag F_2 ?

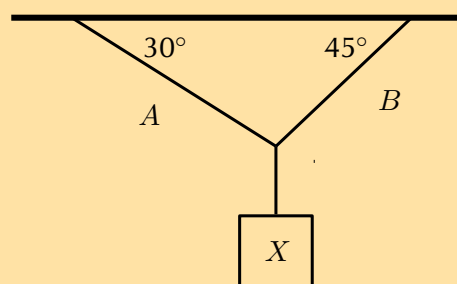
- 13 N noord en 20 N wes
- 13 N noord en 13 N wes
- 15 N noord en 7 N wes
- 15 N noord en 13 N oos



16. Twee vektore werk in op dieselfde punt. Wat sal die hoek tussen hul wees sodat 'n maksimum resultant verkry kan word?
- 0°
 - 90°
 - 180°
 - onbeslis
17. Twee kragte, 4 N en 11 N, werk in op 'n punt. Watter een van die volgende kan nie die grootte van die resultant wees nie?
- 4 N
 - 7 N
 - 11 N
 - 15 N
18. 'n Voorwerp met gewig W word deur twee kables ondersteun wat aan die dak en muur vasgeheg is, soos aangetoon. Die spanning in die twee kables is T_1 en T_2 onderskeidelik. Die spanning $T_1 = 1200$ N. Bereken die spanning T_2 .



19. 'n Voorwerp X word deur twee toue, A en B, ondersteun. Dit is vasgeheg aan die dak soos aangetoon in die skets. Elk van hierdie toue kan 'n maksimum krag van 700 N weerstaan. Die gewig X word geleidelik verhoog.



- Teken 'n rowwe skets van die driehoek kragte en gebruik dit om te verduidelik watter tou eerste sal breek.
- Bereken die maksimum gewig, X , wat ondersteun kan word.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 26R2 | 2. 26R3 | 3. 26R4 | 4. 26R5 | 5. 26R6 | 6. 26R7 |
| 7. 26R8 | 8. 26R9 | 9. 26RB | 10. 26RC | 11. 26RD | 12. 26RF |
| 13a. 26RG | 13b. 26RH | 13c. 26RJ | 13d. 26RK | 13e. 26RM | 13f. 26RN |
| 13g. 26RP | 13h. 26RQ | 14. 26RR | 15. 26RS | 16. 26RT | 17. 26RV |
| 18. 26RW | 19. 26RX | | | | |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

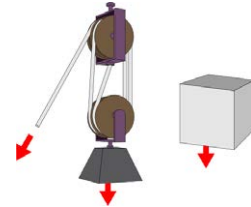
Newton se wette

2.1	<i>Inleiding</i>	58
2.2	<i>Krag</i>	58
2.3	<i>Newton se wette</i>	77
2.4	<i>Kragte tussen massas</i>	112
2.5	<i>Opsomming</i>	123

2.1 Inleiding

ESEG

Ons gaan in hierdie hoofstuk leer dat 'n netto krag nodig is om die beweging van 'n voorwerp te verander. Ons gaan herroep wat 'n krag is en leer hoe 'n krag en beweging met mekaar verband hou. Ons gaan ook aan Newton se drie wette bekendgestel word en meer oor gravitasiekrag leer.



Sleutel Wiskunde Konsepte

- Verhouding en eweredigheid — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Eenhede en eenheidskamelings — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede

2.2 Krag

ESEH

Wat is 'n krag?

ESEJ

'n Krag is enige iets wat 'n verandering aan 'n voorwerp kan veroorsaak. 'n Krag kan:

- die vorm van 'n voorwerp verander
- 'n voorwerp laat versnel of tot stilstand bring (stop), en
- die rigting van 'n bewegende voorwerp verander

Kragte word as *kontakkrage* of *nietkontakkrage* geklassifiseer.



Figuur 2.1: Kontakkrage



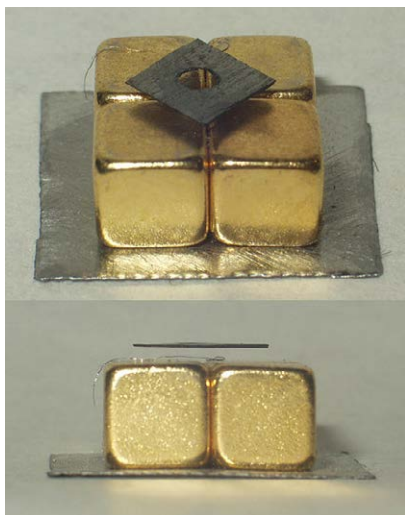
Figuur 2.2: Kontakkrigte

'n Kontakkrig moet raak aan of *in kontak* wees met 'n voorwerp voordat dit verandering kan veroorsaak. Voorbeelde van kontakkrigte is:

- die krag wat gebruik word om iets te stoot of te trek, soos om 'n deur oop of toe te maak.
- die krag wat 'n pottelbakker gebruik om klei in 'n pot te verander
- die krag van die wind om 'n windmeul te draai

'n Nie-kontakkrig hoef nie aan 'n voorwerp te raak om verandering te veroorsaak nie. Voorbeelde van nie-kontakkrigte is die kragte as gevolg van:

- gravitasie, soos die Aarde wat die maan aantrek.
- elektrisiteit, soos 'n proton en 'n elektron wat mekaar aantrek
- magnetisme, soos 'n magneet wat 'n skuifspeld aantrek



Figuur 2.3: Nie-kontakkrigte

Die eenheid van krag in die internasionale sisteem van eenhede (S.I. eenhede) is die *newton* (simbool N). Hierdie eenheid is vernoem na Sir Isaac Newton wat eerste krag gedefinieer het. Krag is 'n vektorhoeveelheid en het dus grootte en rigting. Ons gebruik die simbool $\vec{F}$ vir krag.

Hierdie hoofstuk sal gereeld verwys na die *resultante krag* wat op 'n voorwerp inwerk. Die resultante krag is eenvoudig die vektorsom van al die kragte wat op die voorwerp inwerk. Dit is baie belangrik om te onthou dat al die kragte op *dieselfde* voorwerp moet inwerk. Die resultante krag is die krag wat dieselfde uitwerking het as al die ander kragte saam.

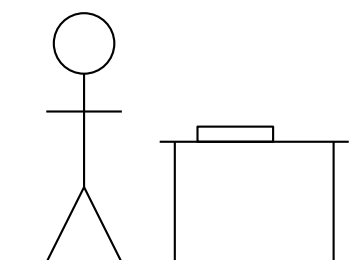
Baie van die fisika onderwerpe wat jy sal bestudeer handel oor die uitwerking of effek van kragte. Alhoewel daar baie verskillende kragte is, gaan ons van die fundamentele beginsels leer om die probleme en toepassings in hierdie boek te benader, ongeag watter krag ter sprake is.

Fisika is die studie van die natuurlike wêreld - en jy weet waarskynlik baie meer van fisika as wat jy dink. Jy sien elke dag dinge wat onder beheer van fisikawette gebeur, maar jy is moontlik nie besig om aan fisika te dink op daardie tydstip nie. As jy 'n klip in die lug op gooi sal dit na 'n rukkie grond toe val. 'n Mens leer baie van fisika deur alledaagse gebeurtenisse te ontloed.

Ons gaan in die volgende paar afdelings leer oor van die kragte, maar kom ons beskryf eers 'n alledaagse situasie waarin hulle 'n rol speel sodat jy kan "sien" wat gebeur. Jy het 'n tafel en drie boeke, wat elkeen verskillende massas het, nodig. Vat enige boek en sit dit op die tafel. Niks gebeur nie. As die tafel plat is, lê die boek net op die tafel. As jy die een kant van die tafel stadig oplig sodat die bokant van die tafel is effens helling het, beweeg die boek nie onmiddellik nie. Lig jy die tafel hoër en hoër, begin die boek skielik van die tafel afgly. Jy kan dit met al drie boeke herhaal en kyk hoeveel jy die tafel moet oplig voordat die boek begin afgly.

Hierdie situasie uit die regte wêreld illustreer 'n aantal dele van fisika wat ons in die hoofstuk wil aanleer.

Die normaalkrag



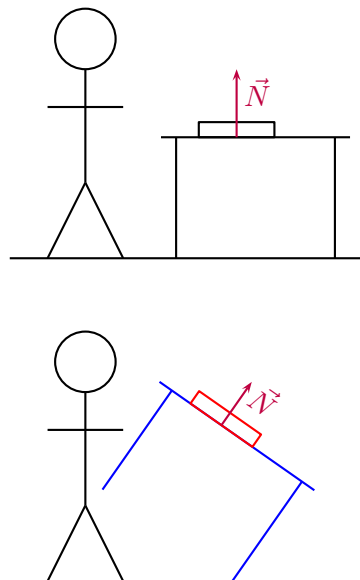
Wanneer 'n voorwerp op 'n oppervlak neergesit word, dink byvoorbeeld aan die geval waar die boek op die tafel neergesit is, is daar 'n hele aantal kragte wat daarop inwerk. Eerstens, as die tafel nie daar was nie, sou die boek op die vloer geval het. Die krag wat dit veroorsaak word gravitasie genoem. Die tafel keer dat die boek op die grond val. Die enigste manier hoe dit kan gebeur, is as die tafel 'n krag op die boek uitoefen. Die krag wat die tafel op die boek uitoefen moet gravitasiekrag kan uitbalanseer. Dit sê onmiddellik vir ons 'n paar dinge! Gravitasie trek die boek afwaarts, dit is 'n vektor. Die krag wat die tafel uitoefen moet dit uitbalanseer en dit kan slegs gebeur as die krag dieselfde grootte het, maar in die teenoorgestelde rigting werk.

Dit gebeur gereeld. Gravitasie trek 'n persoon na die Aarde toe, maar wanneer jy op die grond staan moet iets dit balanseer, as jy 'n swaar kartondoos op die grond sit, is die gravitasiekrag gebalanseer. As jy 'n baksteen op die water sit, sal dit sink aangesien niks die gravitasiekrag balanseer nie. Ons noem die krag wat 'n oppervlakte (enige oppervlakte) uitoefen om die kragte wat op 'n voorwerp in kontak met die oppervlakte te balanseer, die **normaalkrag**.

Die normaalkrag is 'n krag wat op 'n voorwerp inwerk as gevolg van interaksie met die oppervlakte en is loodreg tot die oppervlakte. Die laaste deel mag dalk onverwags (intuïtief onaanneemlik) wees, want as ons die tafel effens ophig, het die rigting van die gravitasiekrag nie verander nie, maar die rigting van die normaalkrag het effe verander (die normaal is nie altyd direk teenoorgestel aan gravitasie nie). Moenie bekommerd wees nie, dit sal voor die einde van die hoofstuk sin maak. Onthou: die normaalkrag is **altyd loodreg (teen 'n regte hoek)** tot die oppervlakte.

DEFINISIE: Normaalkrag

Die normaalkrag, $\vec{N}$, is die krag wat deur die oppervlakte op 'n voorwerp waarmee dit in aanraking is inwerk.



Wrywingskragte

Waarom kom 'n kartondoos wat op 'n oppervlak gly uiteindelik tot stilstand? Die antwoord is **wrywing**. Wrywing ontstaan wanneer twee oppervlakke in kontak met mekaar is en relatief tot mekaar beweeg.

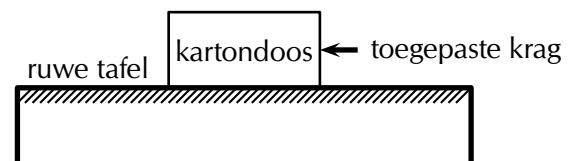
Vir 'n alledaagse voorbeeld, druk jou hande teen mekaar en beweeg die een vorentoe en agtertoe. Jy het twee oppervlakke wat in kontak met mekaar is wat relatief tot die ander beweeg. Jou hand word warm. Jy sou dit al vantevore ervaar het, moontlik toe jy in die winter jou hande teen mekaar gevryf het om hulle warm te maak. Die hitte word deur wrywing opgewek.

Wrywing word veroorsaak omdat die twee oppervlakke interaksie het met mekaar. Dink aan skuurpapier met baie knoppies op die oppervlak. As jy skuurpapier vryf, sal die knoppies in enige groef in beweeg.

Wanneer die oppervlak van een voorwerp oor 'n ander een skuif, oefen elke liggaam 'n wrywingskrag op die ander uit. Wanneer 'n boek byvoorbeeld oor 'n tafel skuif, oefen die tafel 'n wrywingskrag op die boek uit en die boek oefen 'n wrywingskrag op die tafel uit. Wrywingskragte werk **parallel met oppervlakke**.

DEFINISIE: *Wrywingskragte*

Wrywingskragte is die kragte wat die beweging van 'n voorwerp, wat in kontak is met 'n oppervlak, teenwerk. Dit werk parallel met die oppervlak waarmee die voorwerp in kontak is.



Die grootte van die wrywingskrag hang af van die oppervlak en die grootte van die normaalkrag. Verskillende oppervlakke het verskillende wrywingskragte, selfs al is die normaalkragte dieselfde. Wrywingskragte is eweredig aan die grootte van die normaalkragte.

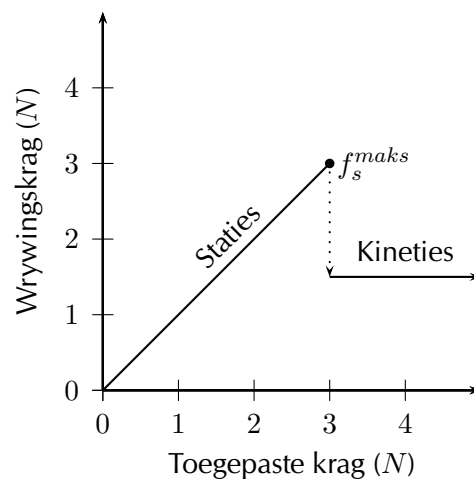
$$F_{\text{wrywing}} \propto N$$

Ons kan vir elke oppervlak die konstante faktor bepaal, die koëffisiënt van wrywing, wat ons in staat stel om te bereken wat die wrywingskrag is as ons die grootte van die normaalkrag weet. Ons weet dat statiese wrywing en kinetiese wrywing verskillende groottes het, daarom het ons verskillende koëffisiënte vir die twee tipes wrywing.

- μ_s is die koëffisiënt van **statische** wrywing
- μ_k is die koëffisiënt van **kinetiese** wrywing

'n Krag is nie altyd groot genoeg om 'n voorwerp te laat beweeg nie. 'n Klein toegepaste krag kan byvoorbeeld nie 'n swaar krat beweeg nie. Die wrywingskrag wat teen die beweging van die krat werk is gelyk aan die toegepaste krag, maar in die teenoorgestelde rigting. Hierdie wrywingskrag word *statische wrywing* genoem. Wanneer ons die toegepaste krag vergroot (harder stoot), sal die wrywingskrag ook vergroot totdat dit maksimum waarde bereik. Wanneer die toegepaste krag groter as die maksimum krag van die statiese wrywing is, sal die voorwerp beweeg. Die statiese wrywingskrag

kan varieer van nul (wanneer geen ander kragte teenwoordig is nie en die voorwerp stil staan) tot 'n maksimum wat van die oppervlak afhang.



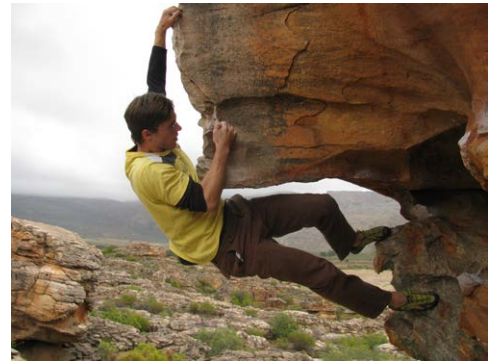
Die krag van statiese wrywing kan varieer tot 'n maksimum waarde waarna wrywing oorkom is en die voorwerp begin beweeg. Ons definieer dus die maksimum waarde vir statiese wrywing as: $f_s^{maks} = \mu_s N$.

Wanneer die toegepaste krag groter as die maksimum statiese wrywingskrag is, sal die voorwerp beweeg, maar steeds wrywing ervaar. Dit word *kinetiese wrywing* genoem. Die waarde van kinetiese wrywing bly dieselfde ongeag die grootte van die toegepaste krag. Die grootte van die kinetiese wrywing is: $f_k = \mu_k N$



Onthou dat statiese wrywing teenwoordig is wanneer die voorwerp nie beweeg nie, maar kinetiese wrywing wanneer die voorwerp beweeg. Wanneer jy byvoorbeeld teen 'n konstante snelheid in 'n motor op 'n teerpad ry, moet jy die versneller effe ingetrap hou om die wrywing tussen die teerpad en die wiele van die motor te oorkom. Terwyl jy egter teen 'n konstante snelheid beweeg, draai die wiele van die motor. Dit is daarom nie 'n geval waar twee voorwerpe teen mekaar "vryf" nie en ons kyk dus eerder na statiese wrywing. As jy skielik hard sou rem trap, wat veroorsaak dat dit motor tot stilstand gly, sal jy te doen hê met twee voorwerpe wat teen mekaar vryf en daarom kinetiese wrywing. Hoe hoër die waarde van die koëffisiënt van wrywing, hoe "taaiër" is die oppervlak en hoe laer die waarde, hoe "gladder" is die oppervlak.

Wrywing is baie handig. As daar nie wrywing was nie en jy wou 'n leer teen 'n muur leun, sou dit eenvoudig grond toe gly. Rotsklimmers gebruik wrywing om hulle greep op die kranse te hou. Die remme van 'n motor sou sinneloos wees sonder wrywing.



Vroeë mense het wrywing gebruik om vuur te maak. Wrywing kan baie hitte laat ontstaan en die vroeë mense het hierdie feit gebruik toe hulle twee stokkies teen mekaar gevryf het om 'n vuur te maak. Wanneer jy jou hande vinnig teen mekaar vryf en hard druk sal jy voel dat hulle warm word. Dit is hitte wat deur wrywing veroorsaak word. Jy kan dit gebruik om 'n vuur te maak.

Om 'n vuur te maak het jy twee stukke hout nodig, een lank en reguit, 'n ronde stuk omtrent so dik soos jou vinger en omtrent 40 cm lank, asook 'n dikker, plat stuk hout. Die plat stuk hout moet 'n gat in hê waarin die lang, reguit een kan pas. Jy kan dan die plat stuk op die grond sit, die lang reguit een in die gat sit en dit tussen jou hande vryf deur afwaartse druk toe te pas om die normaalkrag en die hoeveelheid wrywing te verhoog. Waar twee stukke hout teen mekaar gevryf word, veroorsaak die wrywing baie klein deeltjies hout wat afgevryf word en warm word.



► Sien video: [23GW](https://www.everythingscience.co.za/23GW) op www.everythingscience.co.za

Mettertyd sal die gat begin rook. Op hierdie stadium moet die smeulende houtstukkies versigtig op 'n laag droë gras uitgegooi word. Jy kan die kooltjies heeltemal bedek en liggies daarop blaas. Die gras behoort te begin brand. Jy kan die brandende gras dan gebruik om 'n paar droë takkies aan die brand te steek en mettertyd groter stukke hout bysit.

Om dit nog makliker te maak kan 'n houtboog en tou gebruik word om die hout te laat draai. Deur die tou van die hout om die lang stuk hout te draai kan jy dit gebruik sonder dat iemand sy hande hoef te gebruik.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Statiese wrywing

VRAAG

'n Kartondoos wat op 'n oppervlak rus, ervaar normaalkrag met 'n grootte van 30 N en die koëffisiënt van die statiese wrywing tussen die oppervlak en die kartoondoos, μ_s , is 0,34. Wat is die maksimum statiese wrywingskrag?

OPLOSSING

Stap 1: Maksimum statiese wrywingskrag.

Die volgende word gegee: die verband tussen die maksimum statiese wrywingskrag, f_s^{maks} , die koëffisiënt van statiese wrywing, μ_s , en die normaal, N , dus:

$$f_s^{maks} = \mu_s N$$

Daar word gegee dat $\mu_s = 0,34$ en $N = 30 \text{ N}$. Dit is al inligting wat ons nodig het om die berekening te doen.

Stap 2: Bereken die resultaat

$$\begin{aligned} f_s^{maks} &= \mu_s N \\ &= (0,34)(30) \\ &= 10,2 \end{aligned}$$

Die maksimum grootte van die statiese wrywing is 10,2 N

Uitgewerkte voorbeeld 2: Statiese wrywing

VRAAG

Die voorrye van jou skool se rugbyspan probeer teen 'n skrummasjien te druk. Die normaalkrag wat op die skrummasjien uitgeoefen word is 10 000 N. Die masjien beweeg glad nie. As die koëffisiënt van die statiese wrywing 0,78 is, wat is die minimum krag wat hulle moet uitoefen om die masjien te laat beweeg?

OPLOSSING

Stap 1: Minimum of maksimum

Die vraag wil bepaal watter minimum krag vereis word om die skrummasjien te laat beweeg. Ons ken nie 'n verwantskap hiervoor nie, maar ons weet hoe om die maksimum statiese wrywingskrag te bereken. Die voorspekers moet 'n krag groter as die statiese wrywingskrag uitoefen. Dus die minimum grootte krag wat hulle moet uitoefen is in werklikheid gelyk aan die maksimum statiese wrywingskrag.

Stap 2: Maksimum statiese wrywingskrag.

Die volgende word gegee: die verband tussen die maksimum statiese wrywingskrag, f_s^{maks} , die koëffisiënt van statiese wrywing, μ_s , en die normaal, N , dus:

$$f_s^{maks} = \mu_s N$$

Daar word gegee dat $\mu_s = 0,78$ en $N = 10\,000 \text{ N}$. Dit is al inligting wat ons nodig het om die berekening te doen.

Stap 3: Bereken die resultaat

$$\begin{aligned}f_s^{maks} &= \mu_s N \\&= (0,78)(10\,000) \\&= 7800 \text{ N}\end{aligned}$$

Die maksimum grootte van die statiese wrywing is 7800 N

Uitgewerkte voorbeeld 3: Kinetiese wrywing

VRAAG

Die normaalkrag wat op 'n stootwaentjie uitgeoefen word is 100 N. Die stootwaentjie se remme is gesluit sodat die wiele nie kan draai nie. Die eienaar probeer die stootwaentjie stoot, maar dit beweeg nie. Die eienaar stoot harder en harder totdat dit skielik begin beweeg wanneer die toegepaste krag drie-kwart van die normaalkrag is. Daarna is die eienaar in staat om dit te laat aanhou beweeg met 'n krag wat die helfte van die krag is waarmee dit begin beweeg het. Wat is die grootte van die toegepaste krag waarmee dit begin beweeg het en wat is die koëffisiënte van die statiese en kinetiese wrywing?

OPLOSSING

Stap 1: Maksimum statiese wrywingskrag.

Die eienaar van die stootwaentjie vergroot die krag wat hy toepas en die stootwaentjie begin skielik beweeg. Hierdie krag sal gelyk wees aan die maksimum statiese wrywing wat ons weet deur:

$$f_s^{maks} = \mu_s N$$

uitgedruk word

Ons weet die grootte van die toegepaste krag is driekwart van die normaalkrag, so

$$\begin{aligned}f_s^{maks} &= \frac{3}{4}N \\&= \frac{3}{4}(100) \\&= 75 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 2: Statiese wrywingskoëffisiënt

Ons weet nou wat die maksimum grootte van statiese wrywing en die grootte van die

normaalkrag is en kan daarom die statiese wrywingskoëffisiënt bereken:

$$\begin{aligned}f_s^{maks} &= \mu_s N \\75 &= \mu_s (100) \\ \mu_s &= 0,75\end{aligned}$$

Stap 3: Kinetiese wrywingskoëffisiënt

Die grootte van die krag wat nodig is om die stootwaentjie aan die beweeg te hou is die helfte van die grootte van die krag wat nodig is om die stootwaentjie te laat begin beweeg. Ons kan daarom aflei dat:

$$\begin{aligned}f_k &= \frac{1}{2} f_s^{maks} \\ &= \frac{1}{2} (75) \\ &= 37,5 \text{ N}\end{aligned}$$

Ons weet wat die verband tussen die grootte van kinetiese wrywing, die grootte van die normaalkrag en die kinetiese wrywingskoëffisiënt is. Ons kan dit gebruik om die kinetiese wrywingskoëffisiënt te bepaal:

$$\begin{aligned}f_k &= \mu_k N \\ 37,5 &= \mu_k (100) \\ \mu_k &= 0,375\end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 4: Statiese wrywingskoëffisiënt

VRAAG

'n Houtblok ervaar 'n normaalkrag van 32 N van 'n growwe, plat oppervlak. Daar is 'n tou om die blok gebind. Die tou word parallel met die oppervlak getrek en die spanning (krag) in die tou kan as 8 N bepaal word voor die blok begin gly. Bepaal die statiese wrywingskoëffisiënt.

OPLOSSING

Stap 1: Analiseer die vraag en bepaal wat gevra word.

Die normaalkrag word gegee (32 N) en ons weet dat die blok nie beweeg totdat die toegepaste krag 8 N is nie.

Die statiese wrywingskoëffisiënt μ_s is gevra.

Stap 2: Bepaal die statiese wrywingskoëffisiënt.

$$F_f = \mu_s N$$

$$8 = \mu_s (32)$$

$$\mu_s = 0,25$$

Let op dat die wrywingskoëffisiënt nie 'n eenheid het nie aangesien dit 'n verhouding aandui. Die waarde van die koëffisiënt van wrywing kan enige waarde tot 'n maksimum van 0,25 hê. Wanneer 'n krag minder as 8 N toegepas word, is die wrywingskoëffisiënt minder as 0,25

Uitgewerkte voorbeeld 5: Statiese wrywing

VRAAG

'n Kartondoos rus op 'n hellende vlak en ervaar normaalkrag met 'n grootte van 130 N, die statiese wrywingskoëffisiënt, μ_s , tussen die kartoondoos en die oppervlak is 0,47. Wat is die maksimum statiese wrywingskrag?

OPLOSSING

Stap 1: Maksimum statiese wrywingskrag.

Die verband tussen die maksimum statiese wrywing, f_s^{maks} , die koëffisiënt van statiese wrywing, μ_s , en die normaal, N , word gegee om:

$$f_s^{maks} = \mu_s N.$$

Dit is nie afhanklik van of die oppervlakte opgelig is of nie. Deur die helling van die oppervlak te verander word die grootte van die normaalkrag beïnvloed, maar die metode om die wrywingskrag te bepaal bly dieselfde.

Daar word gegee dat $\mu_s = 0,47$ en $N = 130$ N. Dit is al inligting wat ons nodig het om die berekening te doen.

Stap 2: Bereken die resultaat

$$f_s^{maks} = \mu_s N$$

$$= (0,47)(130)$$

$$= 61,1 \text{ N}$$

Die maksimum grootte van die statiese wrywing is 61,1 N

Informele eksperiment: Normaalkragte en wrywing

Doel:

Om die verband tussen normaalkragte en wrywing te ondersoek.

Apparaat:

Trekskaal, 'n paar blokke van dieselfde stof met hake aan een kant vasgemaak, verskeie growwe en gladde oppervlakke, bakstene of blokke om die oppervlak se helling te verander.

Metode:

- Haak elke blok om die beurt aan die trekskaal en neem die lesing.
- Neem een blok en maak dit aan die trekskaal vas. Skuif nou die blok oor elkeen van die oppervlakke. Neem die lesings. Herhaal vir elkeen van die ander blokke.
- Herhaal die boonste stap met die oppervlak teen verskillende hellings.

Resultate:

Teken jou resultate in 'n tabel op.

Spanning

Spanning is die grootte van die krag wat in voorwerpe soos toue, kettings en sparre wat steun verleen, voorkom. Daar is byvoorbeeld spanning in die toue wat 'n kind se swaai ondersteun wat uit 'n boom hang.

Oefening 2 – 1:

1. 'n Kartondoos word op 'n growwe oppervlak geplaas. Dit het 'n normaalkrag met 'n grootte van 120 N. 'n Krag van 20 N wat na regs toegepas word, kan nie die kartondoos beweeg nie. Bereken die grootte en rigting van die wrywingskragte.
2. 'n Houtblok rus op 'n horisontale vlak. Die normaalkrag is 20 N. Die statiese wrywingskoëffisiënt tussen die blok en die vlak is 0,40 en die kinetiese wrywingskoëffisiënt is 0,20.
 - a) Wat is die grootte van die wrywingskrag wat op die blok uitgeoefen word terwyl die blok in rus is?
 - b) Wat sal die grootte van die wrywingskragte wees as 'n horisontale krag met 'n grootte van 5 N op die blok uitgeoefen word?
 - c) Wat is die minimum krag wat nodig is om die blok te laat beweeg?
 - d) Wat is die minimum krag wat nodig is om die blok aan die beweeg te hou as dit eers begin beweeg het?

e) As die horisontale krag 10 N is, bepaal die wrywingskrag.

3. 'n Vrou het haar rug beseer toe sy in 'n supermark gegly en geval het. Sy hou die eienaar van die supermark aanspreeklik vir haar mediese uitgawes. Die eienaar beweer dat die vloeroppervlakte nie nat was nie en aan aanvaarde standarde voldoen het. Hy kan daarom nie verantwoordelikheid aanvaar nie. Die saak beland op die ou end in die hof. Voor die regter uitspraak lewer, nader hy jou, 'n wetenskapstudent, om te bepaal of die koëffisiënt van statiese wrywing van die vloer die minimum van 0,5 soos vereis word, is. Hy voorsien jou van 'n vloerteël en ook een van die skoene wat die vrou die dag van die voorval aangehad het.

- a) Skryf 'n uitdrukking vir die statiese wrywingskoëffisiënt neer.
- b) Beplan die ondersoek wat jy sal doen om die regter te help om 'n beslissing te maak. Volg die stappe soos hier bo uiteengesit om seker te maak dat jou plan aan al die vereistes voldoen.
 - i. Formuleer 'n ondersoekvraag.
 - ii. Apparaat: Maak 'n lys van al die ander apparaat, behalwe die teël en skoen, wat jy sal nodig hê.
 - iii. 'n Stapgewys metode: Hoe sal jy die ondersoek uitvoer? Sluit 'n bypassende diagram met byskrifte in.
 - iv. Resultate: Wat sal jy opteken?
 - v. Gevolgtrekking: Hoe sal jy die resultate interpreteer om 'n gevolgtrekking te maak?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26RZ 2. 26S2 3. 26S3



www.everythingscience.co.za

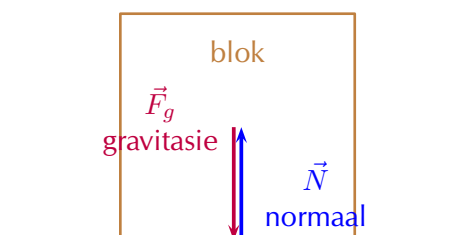


m.everythingscience.co.za

Kragdiagramme

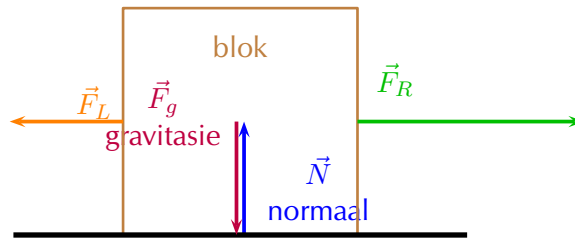
ESEM

Kragdiagramme is sketse van die fisiese situasie waarmee jy werk met pyle wat al die kragte wat op die sisteem inwerk, aandui. As 'n blok byvoorbeeld op 'n oppervlak rus, is daar 'n gravitasiekrag wat die blok aftrek en 'n normaalkrag wat deur die oppervlak op die blok inwerk. Die normaalkrag en die gravitasiekrag het in so 'n geval dieselfde grootte. Die kragdiagram vir die situasie lyk as volg:



Die lengte van die pyle is dieselfde en dui kragte aan wat dieselfde grootte het.

Nog 'n voorbeeld is 'n blok op dieselfde oppervlak, maar met 'n toegepaste krag $\vec{F}_L$ aan die linkerkant van 10 N en 'n toegepaste krag $\vec{F}_R$ aan die regterkant van 20 N. Die gewig en normaal het ook dieselfde groottes van 10 N



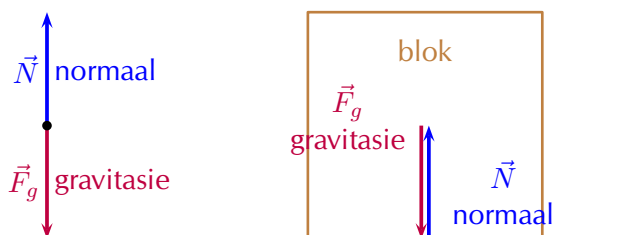
Dit is belangrik om die volgende in gedagte te hou wanneer jy kragtediagramme teken.

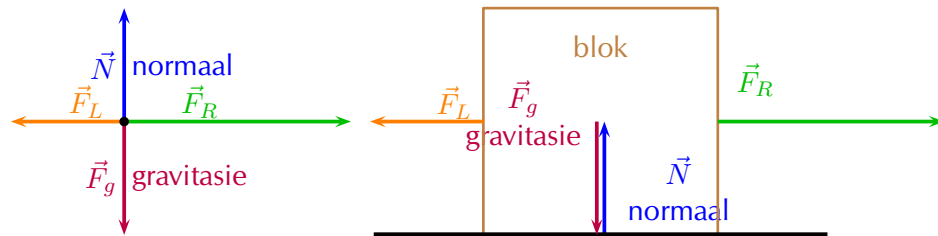
- Maak jou skets groot en duidelik
- Jy moet pyle gebruik en die rigting van die pyle sal die rigting van die krag aandui.
- Die lengte van 'n pyl sal die grootte van die krag aandui. Die langer pyle in die diagram (byvoorbeeld F_R) dui met ander woorde 'n groter krag as die korter pyl (F_L) aan. Pyle van dieselfde lengte dui kragte van gelyke grootte (F_N en F_g) aan. Gebruik "klein lyntjies" soos in Wiskunde om dit te wys.
- Trek netjiese lyne met 'n liniaal. Die pyle moet aan die sisteem of voorwerp raak.
- Alle pyltjies moet byskrifte hê. Gebruik letters met 'n sleutel aan die kant indien jy nie genoeg spasie op jou skets het nie
- Die byskrifte moet aandui wat die krag uitoefen (die krag van die motor) en waarop die krag toegepas word (die sleepwa) en in watter rigting (na regs).
- As die waardes van die kragte bekend is, kan hierdie waardes by die diagram of sleutel gevoeg word.

Vryliggaamdiagramme

ESEN

In 'n vryliggaamdiagram word die voorwerp waarin jy belangstel as 'n kol geteken en die kragte wat daarop inwerk as pyle wat weg van die kol wys geteken. Jy kan die twee kragtediagramme hierbo oorteken as vryliggaamdiagramme:



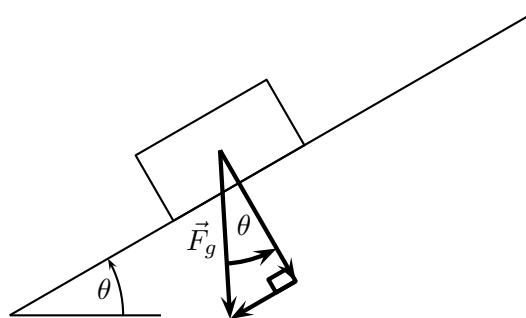


Ontbinding van kragte in komponente

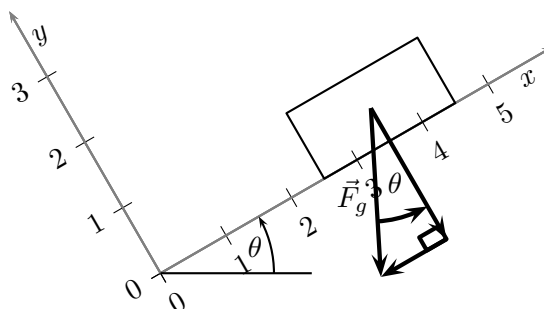
ESEP

Ons het al gekyk na hoe kragte in komponente ontbind (opgebreek) word. Daar is een situasie wat ons gaan bespreek waar dit besonder bruikbaar is. Probleme waar daar 'n hellende vlak is. Dit is belangrik omdat die normaalkrag afhang van die komponent van die gravitasiekrag wat loodreg tot die helling is.

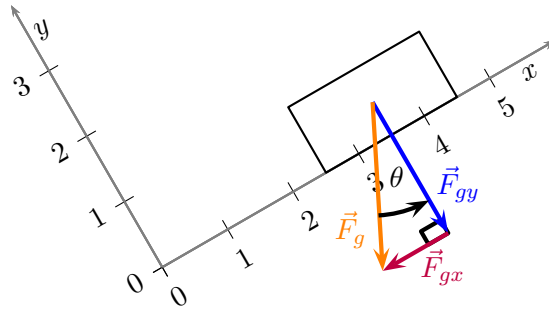
Kom ons kyk na 'n blok op 'n hellende vlak. Die vlak is gelig sodat dit 'n hoek θ met die horisontaal maak. Die blok ervaar 'n gravitasiekrag van $\vec{F}_g$ direk afwaarts. Die krag kan in sy komponente ontbind word wat loodreg tot en parallel met die vlak is. Dit word hier gewys:



Ons kan enige koördinaatsisteem gebruik om die situasie te beskryf. Die maklikste is om die x -as van die Cartesiese koördinaat sisteem in lyn te bring met die hellende vlak. Dit is dieselfde fisiese situasie, maar die koördinaatsisteem is ingetekene:



Dit beteken dat die komponente van gravitasiekrag inlyn (parallel) met een van die asse van die koördinaatsisteem is. Ons het in die diagramme gewys dat die hoek tussen die horisontaal en die helling ook die hoek tussen die gravitasiekrag en sy komponente loodreg tot die hellende vlak (dit is die normaal van die vlak) is. Deur hierdie hoek, en die feit dat die komponente deel vorm van 'n reghoekige driehoek, kan ons die komponente deur trigonometrie bereken.



Deur trigonometrie te gebruik word die komponente gegee as

$$F_{gx} = F_g \sin(\theta)$$

$$F_{gy} = F_g \cos(\theta)$$

Uitgewerkte voorbeeld 6: Komponente van kragte as gevolg van gravitasie

VRAAG

'n Blok op 'n hellende vlak ervaar 'n krag as gevolg van gravitasie $\vec{F}_g$ van 137 N reguit afwaarts. As die vlak teen 37° tot die horisontaal gelig is, wat is die komponent van die kragte as gevolg van gravitasie loodreg tot en parallel met die hellende vlak?

OPLOSSING

Stap 1: Komponente

Ons weet dat die kragte van 'n blok op 'n helling ontbind kan word as gevolg van gravitasie $\vec{F}_g$ in komponente parallel met en loodreg tot die hellende vlak:

$$F_{gx} = F_g \sin(\theta)$$

$$F_{gy} = F_g \cos(\theta)$$

.

Stap 2: Berekeninge

Die probleem is eenvoudig as ons weet dat die groote van die hellingshoek 37° is. Dit is dieselfde hoek wat ons nodig het om die komponente mee te bereken, daarom:

$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin(\theta) \\ &= (137) \sin(37^\circ) \\ &= 82,45 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{gy} &= F_g \cos(\theta) \\ &= (137) \cos(37^\circ) \\ &= 109,41 \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 3: Finale antwoord

Die komponente van $\vec{F}_g$ wat loodreg tot die hellende vlak is, is $\vec{F}_{gy} = 109,41 \text{ N}$ in die negatiewe y -rigting.

Die komponente van $\vec{F}_g$ wat ewewydig tot die hellende vlak is, is $\vec{F}_{gx} = 82,45 \text{ N}$ in die negatiewe x -rigting.

Oefening 2 – 2:

1. 'n Blok op 'n hellende vlak ervaar 'n krag as gevolg van gravitasie $\vec{F}_g$ van 456 N reguit afwaarts. As die vlak 'n hellingshoek van $67,8^\circ$ met die horisontaal maak, wat is die komponent van die kragte as gevolg van gravitasie loodreg tot en parallel met die hellende vlak?
2. 'n Blok op 'n hellende vlak is onderhewig aan gravitasiekrag $\vec{F}_g$ van 456 N reguit afwaarts. As die komponente van die gravitasiekrag parallel met die hellende vlak $\vec{F}_{gx} = 308,7$ N is in die negatiewe x -rigting (af teen die helling) wat is die groote van die hellingshoek?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26S4 2. 26S5



www.everythingscience.co.za



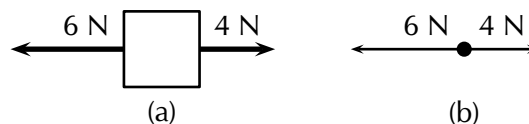
m.everythingscience.co.za

Bepaal die resultante krag

ESEQ

Die maklikste manier om die resultante krag te bepaal is om 'n vryliggaamdiagram te teken. Onthou van [Hoofstuk 1](#) dat ons die lengte van die pyl gebruik om die vektorgrootheid aan te dui en die rigting van die pyl gebruik om aan te dui in watter rigting die krag uitgeoefen word.

Nadat ons dit gedoen het, het ons 'n diagram van vektore en moet ons eenvoudig die som van die vektore bepaal om die resultante krag te bepaal.



Figuur 2.4: (a) Kragdiagram van 2 kragte wat op 'n kartondoos inwerk. (b) Vryliggaamdiagram van die kartondoos.

Twee mense stoot byvoorbeeld van verskillende kante af teen 'n kartondoos met kragte van 4 N en 6 N onderskeidelik soos in Diagram 2.4 (a). Die vryliggaamdiagram in Diagram 2.4 (b) wys die voorwerp, wat deur die kol verteenwoordig word, en die twee kragte, wat deur die pyle voorgestel word, wat hulle sterte op die kol het.

Jy kan sien dat die pyle in teenoorgestelde rigtings wys en dat hulle verskillende lengtes het. Die resultante kragte is 2 N van links. Die resultaat kan algebraïes bereken word aangesien die twee kragte langs dieselfde lyn werk. As beweging in een rigting is, moet jy eers 'n verwysingspunt kies. Tel dan die twee vektore bymekaar en neem hul rigtings in ag.

Aanvaar byvoorbeeld dat die positiewe rigting na regs is, dan

$$\begin{aligned}F_R &= (4) + (-6) \\&= -2 \\&= -2 \text{ N na links.}\end{aligned}$$

Onthou dat 'n negatiewe antwoord beteken dat die krag in die *teenoorgestelde* rigting as die een wat jy as positief gekies het, is. Jy kan die positiewe rigting in enige rigting wat jy wil hê *kies*, maar as jy dit gekies het, *moet* jy dit konsekwent toepas vir daardie probleem.

As jy met nog kragtediagramme werk waarin die kragte presies balanseer, sal jy agterkom dat jy 'n nul antwoord (bv. 0 N) kry. Dit beteken eenvoudig dat die kragte balanseer en die resultant nul is.

Sodra 'n kragtediagram geteken is, kan die tegniek van vektoroptelling ([Hoofstuk 1](#)) gebruik word. Afhangend van die situasie kan jy kies om 'n grafiese tegniek soos die kop-na-stert metode of die parallelogrammetode te gebruik, andersins kan die algebraïese metode gebruik word om die resultant te bepaal. Aangesien krag 'n vektorhoeveelheid is, is al hierdie metodes van toepassing.

'n Goeie strategie is:

- ontbind al die kragte in komponente parallel met die x - en y -rigtings;
- bereken die resultante in albei rigtings, $\vec{R}_x$ en $\vec{R}_y$, gebruik ko-liniêre vektore; en
- gebruik $\vec{R}_x$ en $\vec{R}_y$ om die resultant, $\vec{R}$, te bereken.

Uitgewerkte voorbeeld 7: Bepaal die resultante krag.

VRAAG

'n Motor (wat 'n gravitasiekrag met 'n grootte van 12 000 N en 'n normaalkrag van dieselfde grootte ervaar) pas 'n krag van 2000 N toe op 'n sleepwa (wat 'n gravitasiekrag met 'n grootte van 2500 N en 'n normaalkrag van dieselfde grootte ervaar). 'n Konstante wrywingskrag met 'n grootte van 200 N word op die sleepwa uitgeoefen en 'n konstante wrywingskrag met 'n grootte van 300 N word op die motor uitgeoefen.



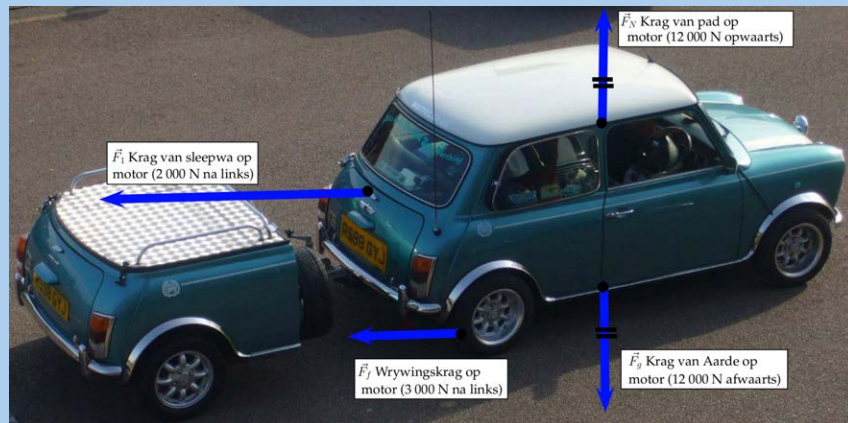
1. Teken 'n kragtediagram van al die kragte wat op die motor inwerk.

2. Teken 'n vryliggaamdiagram van al die kragte wat op die sleepwa inwerk.
3. Gebruik die kragtediagram om die resultante krag van die sleepwa te bepaal.

OPLOSSING

Stap 1: Teken die kragtediagram van die motor.

Die vraag vra dat ons al die kragte wat op die motor inwerk moet teken. Dit beteken dat ons die horisontale en vertikale kragte moet insluit.



Stap 2: Bepaal die resultante krag op die sleepwa.

Om die resultante krag te vind moet ons al die horisontale kragte bymekaar tel. Ons tel nie die vertikale kragte bymekaar nie aangesien die beweging van die motor en die sleepwa in 'n horisontale rigting is en nie op of af is nie. $F_R = 2000 + (-200) = 1800$ N na regs

📺 Sien simulasie: [26S6 op www.everythingscience.co.za](http://26S6.opwww.everythingscience.co.za)

Oefening 2 – 3: Kragte en beweging

1. 'n Seun stoot 'n winkeltrollie (gewig as gevolg van gravitasie 150 N) met 'n konstante krag van 75 N. 'n Konstante wrywingskrag van 20 N is teenwoordig.
 - a) Teken 'n kragtediagram met byskrifte wat al die kragte wat op die winkeltrollie inwerk, aandui.
 - b) Teken 'n vryliggaamdiagram van al die kragte wat op die trollie inwerk.
 - c) Bepaal die resultante krag op die trollie.
2. 'n Donkie (wat 'n gravitasiekrag van 2500 N ervaar) probeer 'n karretjie (krag as gevolg van gravitasie van 800 N) met 'n krag van 400 N trek. Die tou tussen die donkie en die karretjie maak 'n hoek van 30° met die karretjie. Die karretjie beweeg nie.

- a) Teken 'n vryliggaamdiagram van al die kragte wat op die donkie inwerk.
- b) Teken 'n kragtediagram van al die kragte wat op die karretjie inwerk.
- c) Vind die grootte en rigting van die wrywingskrag wat verhoed dat die karretjie beweeg.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2657 2. 2658



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

2.3 Newton se wette

ESER

In hierdie afdeling kyk ons na die effek van kragte op voorwerpe en hoe ons hierdie voorwerpe kan laat beweeg. Dit sal aansluit by wat jy oor beweging en kragte geleer het.

Newton se eerste wet

ESES

Sir Isaac Newton was 'n wetenskaplike wat in Engeland gewoon het (1642-1727). Hy het belanggestel in die beweging van voorwerpe onder verskillende omstandighede. Hy het voorgehou dat 'n stilstaande voorwerp sal bly stilstaan tensy 'n krag daarop inwerk en dat 'n bewegende voorwerp sal aanhou beweeg tensy 'n krag dit stadiger of vinniger laat beweeg of die rigting van beweging verander. Hieruit het hy, wat bekend staan as Newton se eerste bewegingswet, geformuleer:

DEFINISIE: *Newton se eerste bewegingswet*

'n Liggaam behou sy toestand van rus of eenvormige beweging (beweging met konstante snelheid) tensy 'n ongebalanseerde (netto of resultante) krag inwerk.

Hierdie eienskap van 'n voorwerp, om aan te hou in sy huidige toestand van beweging tensy 'n nettokrag daarop inwerk, word *traagheid of inersie* genoem.

Kom ons oorweeg die volgende omstandighede:



'n Ysskaatser stoot haarself van die kant van die ysskaatsbaan weg en skaats oor die ys. Sy sal aanhou om in 'n reguitlyn oor die ys te beweeg tensy iets haar tot stilstand bring. Voorwerpe werk ook so. As ons 'n sokkerbal oor 'n sokkerveld skop, sal die sokkerbal, volgens Newton se eerste wet, vir ewig aanhou beweeg! In die regte lewe gebeur dit egter nie.

Is Newton se wet verkeerd? Nie regtig nie. Newton se eerste wet is van toepassing op situasies waar daar geen eksterne kragte teenwoordig is nie. Dit beteken dat daar geen wrywing is nie. In die geval van die ysskaatser, is die wrywing tussen die skaatse en die ys gering en sal sy vir 'n redelike afstand aanhou beweeg. In die geval van die sokkerbal is lugweerstand (wrywing tussen die lug en die bal) en wrywing tussen die gras en die bal teenwoordig en dit sal die bal stadiger maak.



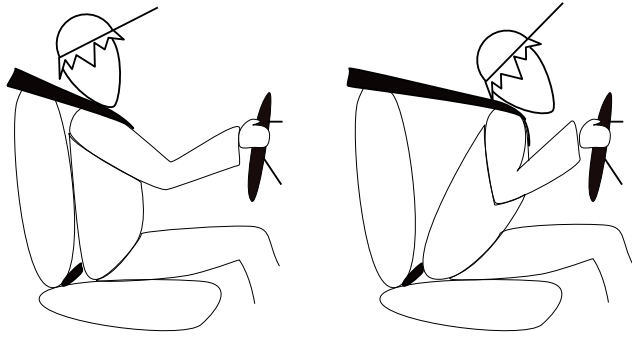
► Sien video: [26S9](https://www.everythingscience.co.za/26S9) op www.everythingscience.co.za

Newton se eerste wet in aksie

Kom ons ky na die volgende voorbeelde. Ons begin met 'n bekende voorbeeld.

Veiligheidsgordels:

Ons dra veiligheidsgordels in motors. Dit is om ons te beskerm as die motor in 'n ongeluk betrokke raak. As die motor teen $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ry, ry die passasiers in die motor ook teen $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Wanneer die motor skielik tot stilstand kom, word 'n krag op die motor uitgeoefen (wat die stadiger laat beweeg) maar nie op die passasiers nie. Die passasiers sal aanhou vorentoe beweeg teen $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ volgens Newton se eerste wet. Indien hulle veiligheidsgordels gedra het, sal die veiligheidsgordels 'n krag op hulle uitoefen en so verhoed dat hulle seerkry.



► Sien video: [26SB](https://www.everythingscience.co.za/26SB) op www.everythingscience.co.za

Vuurpyle

'n Ruimtetuig word in die ruimte in lanseer. Die krag van die ontploffende gasse stoot die vuurpyl deur die lug in die ruimte in. Sodra dit in die ruimte is, word die motors afgeskakel en dit sal teen 'n konstante snelheid bly beweeg. As die ruimtevaarders die rigting van die ruimtetuig wil verander moet hulle weer die motors aanskakel. Dit sal dan weer 'n krag op die vuurpyl uitoefen en die rigting sal verander.

Uitgewerkte voorbeeld 8: Newton se eerste wet in aksie.

VRAAG

Waarom word die passasiers na die kante toe gegooi as 'n motor om 'n draai gaan?

OPLOSSING

Stap 1: Wat gebeur voor 'n motor draai?

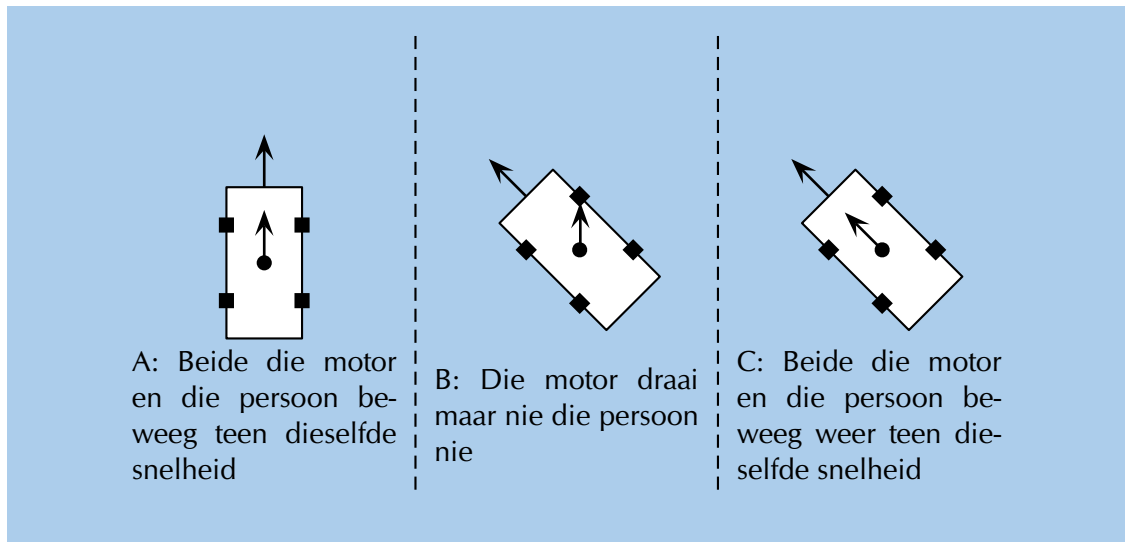
Voor die motor begin draai, beweeg die motor en die passasiers teen dieselfde snelheid (prent A)

Stap 2: Wat gebeur terwyl die motor draai

Die bestuurder draai die wiele van die motor, wat dan 'n krag op die motor uitoefen wanneer die motor draai. Die krag word op die motor uitgeoefen, maar nie op die passasiers nie. Die passasiers sal dus (volgens Newton se eerste wet) aanhou beweeg teen die oorspronklike snelheid. (prent B)

Stap 3: Waarom word die passasiers kant toe gegooi?

As die passasiers veiligheidsgordels dra sal dit 'n krag op die passasiers uitoefen totdat die passasiers se snelheid dieselfde as die motor s'n is (prent C). Sonder veiligheids-gordels kan die passasiers moontlik die kant van die motor tref.



Oefening 2 – 4:

1. As 'n passasier in 'n motor sit en die motor gaan na regs om 'n draai, wat gebeur met die passasier? Wat gebeur as die motor na links draai?
2. Helium is minder dig as die lug wat ons inasem. Bespreek waarom 'n heliumballon in 'n motor wat om 'n hoek ry lyk of dit Newton se eerste wet breek en na die binnekant van die draai beweeg en nie na die buitekant soos die passasiers nie.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26SC 2. 26SD



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

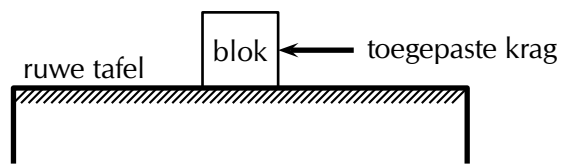
Newton se tweede wet van beweging.

ESET

Volgens Newton se eerste wet, "hou dinge daarvan om te doen wat hulle aan die doen is". Met ander woorde, as 'n voorwerp aan die beweeg is, wil dit aanhou beweeg (in 'n reguit lyn teen dieselfde spoed) en as dit in rus is, wil dit in rus bly. Hoe begin voorwerpe dan beweeg?

Kom ons kyk na die voorbeeld van 'n 10 kg blok wat op 'n ruwe tafel lê. As ons liggies aan die blok stoot soos aangedui in die diagram sal die blok nie beweeg nie. Kom ons pas 'n krag van sê 100 N toe. Die blok bly steeds in rus. Op hierdie punt verhoed die wrywingskrag van 100 N wat op die blok inwerk dat die blok beweeg. Indien die krag vergroot, sê na 150 N, begin die blok amper beweeg, die wrywingskrag is dan 150 N. Om die blok in beweging te kry, moet ons hard genoeg stoot om die wrywingskrag te oorkom en dan die blok te beweeg. Indien ons 'n krag van 200 N toepas, onthou die wrywingskrag is tans 150 N, sal die "eerste" 150 N gebruik word om wrywing te

oorkom (of “kanselleer” wrywing) en die ander 50 N sal gebruik word om die blok te beweeg (te versnel).



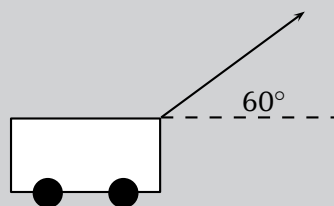
Wat dink jy sal gebeur as ons harder stoot, kom ons veronderstel 300 N? Wat dink jy sal gebeur as die massa van die blok meer was, veronderstel 20 kg, of wat sou gebeur as dit minder was? Kom ons ondersoek hoe die beweging van 'n voorwerp deur sy massa en krag beïnvloed word.

Formele eksperiment: Newton se tweede wet van beweging.

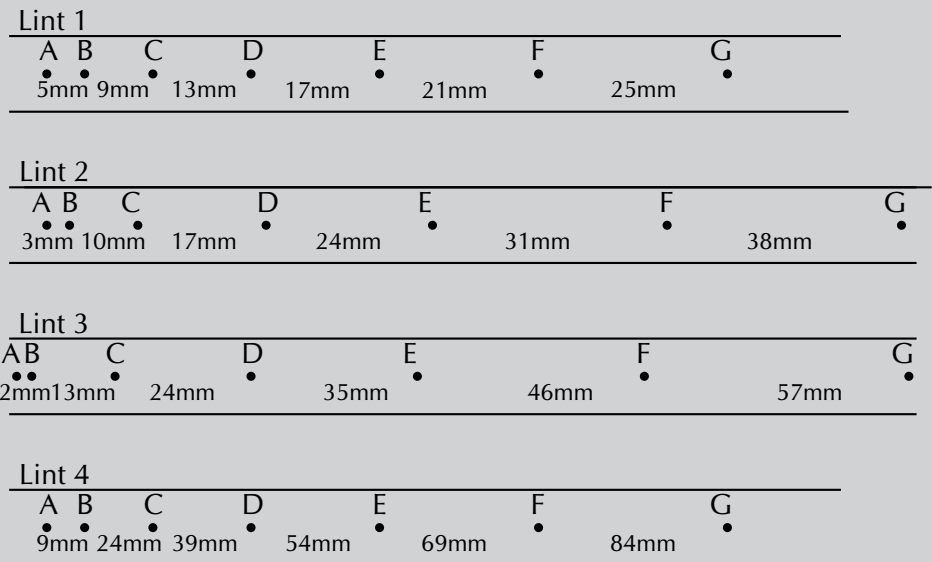
Doel:

Om die verband tussen die versnelling van voorwerpe en die toepassing van 'n konstante resultante krag te ondersoek.

Metode:



1. 'n Konstante krag van 20 N, wat 'n hoek van 60° met die horisontaal vorm, word op 'n dinamiese trollie toegepas.
2. Tikkerlint wat aan die trollie vasgemaak is beweeg deur 'n tydtikkermeter met 'n frekwensie van 20 Hz as die trollie op 'n wrywinglose oppervlak beweeg.
3. Die bogenoemde prosedure word 4 keer herhaal deur elke keer dieselfde krag te gebruik, maar die massa van die trollie as volg te verander:
 - Geval 1: 6,25 kg
 - Geval 2: 3,57 kg
 - Geval 3: 2,27 kg
 - Geval 4: 1,67 kg
4. Dele van die 4 tikkerlinte wat gelewer is word hieronder gewys. Die linte is gemerk A, B, C, D ens. A is die eerste kol, B die tweede en so aan. Die afstand tussen elke kol word aangedui.



Linte is nie volgens skaal geteken nie.

Instruksies:

1. Gebruik elke lint om die oombliklike snelheid (in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) van die trollie by punt B en F te bereken (onthou om eers alle afstande na m te herlei!). Gebruik hierdie snelhede om die trollie se versnelling in elke geval te bereken.
2. Tabuleer die massa en die waarde van die ooreenstemmende versnelling soos dit in elke geval bereken is. Verseker dat elke kolom en ry in jou tabel behoorlik benoem is.
3. Teken 'n grafiek van versnelling teenoor massa met 'n skaal van $1 \text{ cm} = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ op die y-as en $1 \text{ cm} = 1 \text{ kg}$ op die x-as.
4. Gebruik jou grafiek om die versnelling van die trollie te bepaal as die massa 5 kg is.
5. Skryf nou 'n gevolgtrekking vir die eksperiment.

Jy sal uit die ondersoek hierbo agterkom dat hoe swaarder die trollie is, hoe stadiger dit beweeg wanneer die krag konstant is. Die versnelling is *omgekeerd* eweredig tot die massa. In wiskundige terme: $a \propto \frac{1}{m}$

In 'n soortgelyke ondersoek waar die massa konstant gehou word, maar die toegepaste krag verander, sal jy vind dat hoe groter die krag is, hoe vinniger beweeg die voorwerp. Die versnelling van die trollie is dus *direk* eweredig tot die resultante krag. In wiskundige terme: $a \propto F$.

As ons die bostaande vergelykings herrangskik kry ons $\propto \frac{F}{m}$ of $F = ma$.

Onthou dat beide krag en versnelling vektorhoeveelhede is. Die versnelling is in dieselfde rigting as die krag wat toegepas word. As veelvuldige kragte gelyk op 'n

voorwerp inwerk moet ons net met die resultante of netto krag werk.

DEFINISIE: *Newton se tweede wet van beweging*

As 'n resultante krag op 'n liggaam inwerk, sal dit veroorsaak dat die liggaam in die rigting van die resultante krag versnel. Die versnelling van die liggaam sal direk eweredig tot die resultante krag en omgekeerd eweredig tot die massa van die liggaam wees. Die wiskundige voorstelling is:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

Krag is 'n vektorhoeveelheid Newton se tweede bewegingswet moet afsonderlik op die y - en x -rigtings toegepas word. Jy kan die resulterende y - en x -rigting resultante gebruik om die algehele resultant te bereken - soos ons in die vorige hoofstuk gesien het.

► Sien video: [26SF](https://www.everythingscience.co.za/26SF) op www.everythingscience.co.za

Pas Newton se tweede bewegingswet toe

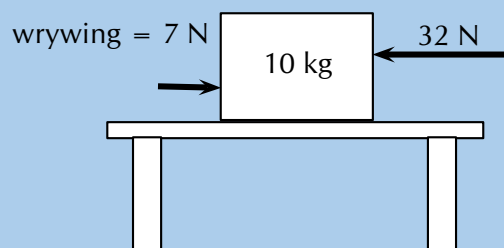
Newton se tweede wet kan in verskillende omstandighede toegepas word. Ons gaan na die hoofipes voorbeelde kyk wat jy moet bestudeer.

Uitgewerkte voorbeeld 9: Newton se tweede wet: 'n Kartondoos op 'n oppervlak

VRAAG

'n 10 kg kartondoos word op 'n tafel gesit. 'n Horisontale krag met 'n grootte 32 N word op die kartondoos toegepas. 'n Wrywingskrag van 7 N is teenwoordig tussen die oppervlakte en die kartondoos.

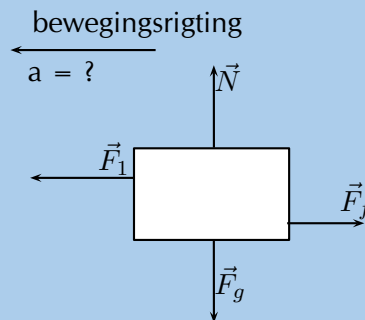
1. Teken 'n kragtediagram wat al die kragte wat op die kartondoos inwerk uitbeeld.
2. Bereken die versnelling van die kartondoos



OPLOSSING

Stap 1: Identifiseer die horisontale kragte en teken 'n kragtediagram

Ons kyk net na die kragte wat in 'n horisontale rigting (links-reg) werk en nie na die vertikale (op-af) kragte nie. Die toegepaste krag en die wrywingskrag sal ingesluit word. Gravitatiekrag, wat 'n vertikale krag is, sal nie ingesluit word nie.



Stap 2: Bereken die versnelling van die kartondoos

Onthou dat ons die y - en x -rigting afsonderlik oorweeg in die probleem en dat ons die y -rigting kan ignoreer omdat die kartondoos op 'n tafel rus met die gravitasiekrag wat deur die normaalkrag gebalanseer word.

Ons word die volgende gegee:

Toegepaste krag $F_1 = 32 \text{ N}$

Wrywingskrag $F_f = -7 \text{ N}$

Massa $m = 10 \text{ kg}$

Om die versnelling van die kartondoos te bereken gaan ons die volgende vergelyking gebruik: $\vec{F}_R = m\vec{a}$ Daarom:

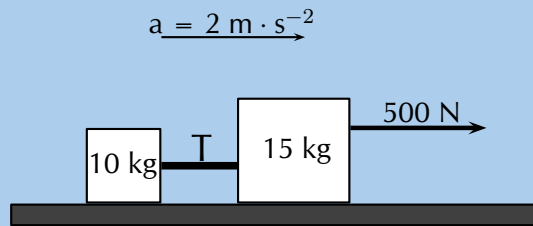
$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m\vec{a} \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_f &= (10)\vec{a} \\ (32 - 7) &= (10)\vec{a} \\ 25 &= (10)\vec{a} \\ \vec{a} &= 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \text{ na links.}\end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 10: Newton se tweede wet: 'n krat op 'n oppervlak

VRAAG

Twee krate, 10 kg en 15 kg onderskeidelik, word met 'n dik tou aanmekaar vasgemaak soos in die diagram. 'n Krag na regs van 500 N word toegepas. Die krate beweeg met 'n versnelling van $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ na regs. Een derde van die totale wrywingskrag werk op die 10 kg krat in en twee derdes op die 15 kg krat. Bereken:

1. die grootte en rigting van die totale wrywingskrag wat teenwoordig is
2. die grootte van die spanning in die tou by T.



OPLOSSING

Stap 1: Evalueer wat gegee is

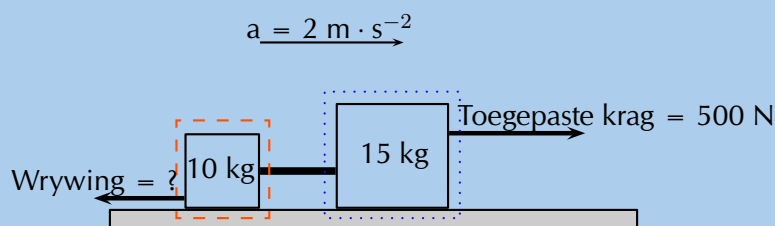
Om dinge makliker te maak gee ons die twee kratte byskrifte. Kom ons noem die 10 kg krat nommer 2 en die 15 kg krat nommer 1.

Ons het twee kratte wat 'n algehele versnelling, soos gegee is, het. Die feit dat die kratte met tou vasgebond is, beteken dat hulle albei dieselfde versnelling sal hê. Hulle sal ook al twee dieselfde krag as gevolg van spanning in die tou ervaar.

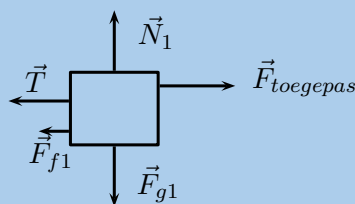
Daar word vir ons gesê dat daar wrywing is, maar ons het slegs die verhouding tussen die totale wrywingskrag wat albei kratte ervaar en die breuk wat elkeen ervaar. Die totale wrywing, $\vec{F}_{fT}$ sal die som van die wrywing op krat 1, $\vec{F}_{f1}$, en die wrywing op krat 2, $\vec{F}_{f2}$, wees. Daar word gegee dat $\vec{F}_{f1} = \frac{2}{3}\vec{F}_{fT}$ en $\vec{F}_{f2} = \frac{1}{3}\vec{F}_{fT}$ is. Ons weet dat die krat na regs versnel en ons weet dat wrywing in die teenoorgestelde rigting as beweging en parallel met die oppervlak sal wees.

Stap 2: Teken kragtediagramme.

Die diagram vir krat 1:



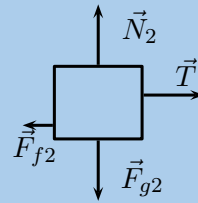
Die diagram vir krat 1 (met blou gestippelde lyne aangedui):



Waar:

- $\vec{F}_{g1}$ die krag as gevolg van gravitasie op die eerste krat
- $\vec{N}_1$ is die normaalkrag wat die oppervlak op die eerste krat uitoefen
- $\vec{T}$ is die krag van die spanning in die tou
- $\vec{F}_{toegepas}$ is die eksterne krag wat op die krat toegepas word
- $\vec{F}_{f1}$ is die wrywingskrag op die eerste krat

Die diagram van krat 2 (aangedui met oranje lyntjies):



Waar:

- $\vec{F}_{g2}$ is die krag as gevolg van gravitasie op die tweede krat
- $\vec{N}_2$ is die normaalkrag van die oppervlak op die tweede krat
- $\vec{T}$ is die krag van die spanning in die tou
- $\vec{F}_{f2}$ is die wrywingskrag op die tweede krat

Stap 3: Pas Newton se tweede wet van beweging toe.

Die probleem stel dat die kratte in die x -rigting versnel wat beteken dat die kragte in die y -rigting nie 'n netto krag veroorsaak nie. Ons kan dus die verskillende rigtings apart hanteer en hoef dus net die x -rigting te oorweeg.

Ons werk met een dimensie en kan 'n teken konvensie kies om die rigting van die vektore aan te dui. Ons kies die vektore na regs (of in die positiewe x -rigting) om positief te wees.

Ons kan nou Newton se tweede bewegingswet op die eerste krat toepas omdat ons weet wat die versnelling is en ons weet watter kragte op die krat inwerk. Deur positief te gebruik om 'n krag na regs aan te dui, weet ons dat $F_{res1} = F_{toegepas} - F_{f1} - T$

$$\begin{aligned}\vec{F}_{res1} &= m_1 \vec{a} \\ F_{toegepas} - F_{f1} - T &= m_1 a \\ F_{toegepas} - \frac{2}{3} F_{fT} - T &= m_1 a \\ (500) - \frac{2}{3} F_{fT} - T &= (15)(2) \\ -T &= (15)(2) - (500) + \frac{2}{3} F_{fT}\end{aligned}$$

Pas nou Newton se tweede bewegingswet op die tweede krat toe, omdat ons weet wat die versnelling is en watter kragte op die krat inwerk. Ons weet dat $F_{res2} = T - F_{f2}$
Let op dat spanning in die teenoorgestelde rigting is.

$$\begin{aligned}\vec{F}_{res2} &= m_2 \vec{a} \\ T - F_{f2} &= m_2 a \\ T - \frac{1}{3} F_{fT} &= m_2 a \\ T &= (10)(2) + \frac{1}{3} F_{fT}\end{aligned}$$

Stap 4: Los gelyktydig op

Ons het Newton se tweede bewegingswet gebruik om twee vergelykings met twee onbekendes op te stel wat gelyktydig opgelos kan word. Ons het vir T in die bostaande vergelykings opgelos, maar een T dra in negatiewe teken. As ons dus die twee vergelykings bymekaar tel sal die waarde van die spanning uitkanselleer, wat ons in staat sal stel om F_{fT} op te los:

$$\begin{aligned}(T) + (-T) &= ((10)(2) + \frac{1}{3} F_{fT}) + ((15)(2) - (500) + \frac{2}{3} F_{fT}) \\ 0 &= 20 + 30 - 500 + \frac{1}{3} F_{fT} + \frac{2}{3} F_{fT} \\ 0 &= -450 + F_{fT} \\ F_{fT} &= 450 \text{ N}\end{aligned}$$

Ons kan die grootte van F_{fT} in die vergelyking vervang vir krat 2 om die grootte van die spanning te bepaal:

$$\begin{aligned}T &= (10)(2) + \frac{1}{3} F_{fT} \\ T &= (10)(2) + \frac{1}{3} (450) \\ T &= 20 + 150 \\ T &= 170 \text{ N}\end{aligned}$$

Stap 5: Skryf die finale antwoorde meer

Die totale krag as gevolg van wrywing is 450 N na links. Die grootte van die krag van die spanning is 170 N

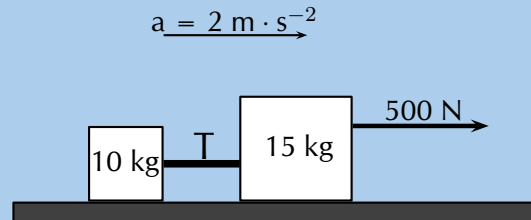
Uitgewerkte voorbeeld 11: Newton se tweede wet: 'n Krat op 'n oppervlak (alternatiewe metode)

VRAAG

Twee kratte, 10 kg en 15 kg onderskeidelik, word met 'n dik tou aanmekaar vasgemaak

soos in die diagram. 'n Krag na regs, van 500 N word toegepas. Die krat beweeg met 'n versnelling van $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ na regs. Een derde van die totale wrywingskrag werk op die 10 kg krat in en twee derdes op die 15 kg krat. Bereken:

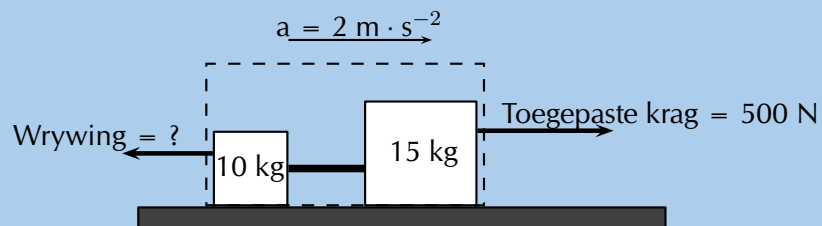
1. die grootte en rigting van die totale wrywingskrag wat teenwoordig is
2. die grootte van die spanning in die tou by T.



OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragdiagram

Teken altyd 'n kragdiagram, al vra die vraag nie daarvoor nie. Die versnelling van die hele sisteem word gegee; ons teken daarom 'n kragdiagram vir die hele sisteem. Omdat die twee kratte as 'n eenheid gesien word, sal die kragdiagram as volg lyk:



Stap 2: Bereken die wrywingskrag

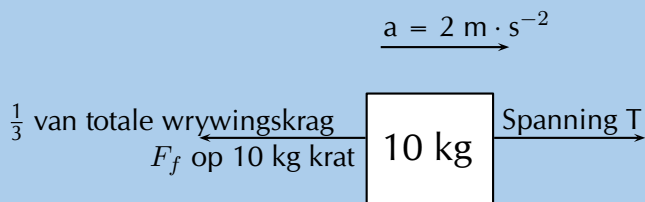
Om die wrywingskrag te bereken pas ons Newton se tweede wet toe. Ons het die massa ($10 + 15 \text{ kg}$) en die versnelling ($2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$). Kies die rigting van beweging om die positiewe rigting te wees (na regs is positief).

$$\begin{aligned}
 F_R &= ma \\
 F_{\text{toegepas}} + F_f &= ma \\
 500 + F_f &= (10 + 15)(2) \\
 F_f &= 50 - 500 \\
 F_f &= -450 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Die wrywingskrag is 450 N in die teenoorgestelde rigting van beweging (na links).

Stap 3: Vind die spanning in die tou.

Om die spanning in die tou te vind moet ons eers na een van die twee kratte op sy eie kyk. Kom ons kies die 10 kg krat. Ons moet eers 'n kragdiagram teken:



Figuur 2.5: Kragtediagram vir 10 kg krat.

Die wrywingskrag op die 10 kg krat is een derde van die totaal, daarom:

$$F_f = \frac{1}{3} \times 450$$

$$F_f = 150 \text{ N}$$

As ons Newton se tweede wet toepas:

$$F_R = ma$$

$$T + F_f = (10) (2)$$

$$T + (-150) = 20$$

$$T = 170 \text{ N}$$

Let op: As ons dieselfde beginsel gebruik het en dit op 15 kg krat toegepas het, sou ons berekeninge as volg wees:

$$F_R = ma$$

$$F_{\text{toegepas}} + T + F_f = (15) (2)$$

$$500 + T + (-300) = 30$$

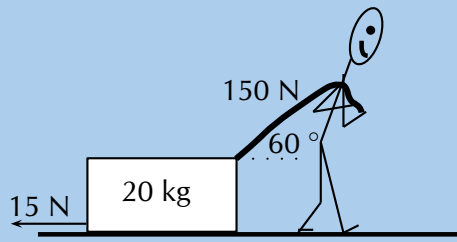
$$T = -170 \text{ N}$$

Die negatiewe antwoord beteken dat die krag in die teenoorgestelde rigting as beweging is, met ander woorde na links, wat reg is. Die vraag vra egter vir die grootte van die krag en jou antwoord sal neergeskryf word as 170 N

Uitgewerkte voorbeeld 12: Newton se tweede wet: 'n Man trek 'n blok

VRAAG

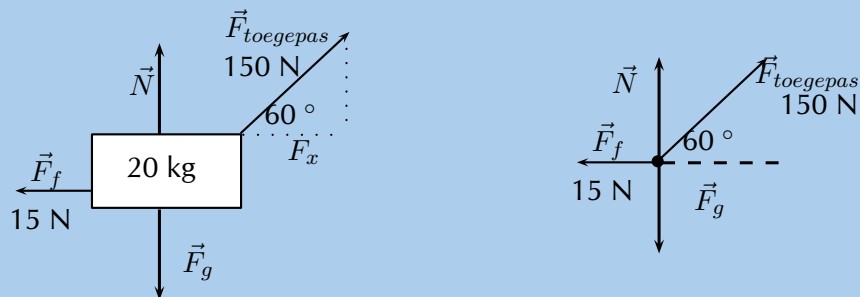
'n Man trek 'n 20 kg blok met 'n tou wat 'n hoek van 60° met die horisontaal maak. As hy 'n krag van 150 N toepas en 'n wrywingskrag van 15 N is teenwoordig, bereken die versnelling van die blok.



OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragtediagram of 'n vryliggaamdiagram

Die beweging is horisontaal en daarom sal ons net die kragte in die horisontale rigting in ag neem. Onthou dat vertikale kragte nie horisontale beweging beïnvloed nie, en andersom.



Stap 2: Bereken die horisontale komponent van die toegepaste krag

Ons moet eers 'n rigting kies wat die positiewe rigting in hierdie probleem is. Ons kies die positiewe x -rigting (na regs) om positief te wees.

Die toegepaste krag werk met 'n hoek van 60° met die horisontaal. Ons kan net die kragte wat parallel met die beweging is oorweeg. Die horisontale komponent van die toegepaste krag moet bereken word voordat ons aangaan:

$$\begin{aligned} F_x &= F_{toegepas} \cos(\theta) \\ &= 150 \cos(60^\circ) \\ &= 75 \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die versnelling

Om die versnelling te vind, moet ons Newton se tweede wet toepas:

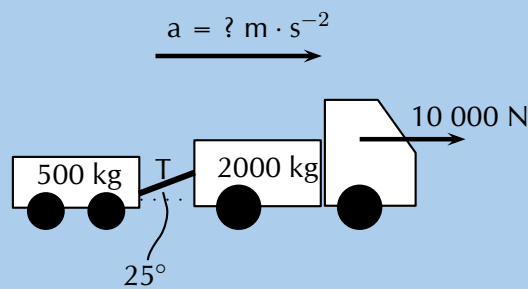
$$\begin{aligned} F_R &= ma \\ F_x + F_f &= (20)a \\ (75) + (-15) &= (20)a \\ a &= \frac{60}{20} \\ a &= 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \end{aligned}$$

Die versnelling is $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ na regs.

VRAAG

'n 2000 kg vragmotor trek 'n 500 kg sleepwa met 'n konstante versnelling. Die motor van die vragmotor lewer 'n dryfkrag van 10 000 N. Ignoreer die effek van wrywing. Bereken die:

1. versnelling van die vragmotor; en
2. die spanning in die sleepstang T tussen die vragmotor en die sleepwa, as die sleepstang 'n hoek van 25° met die horisontaal vorm.

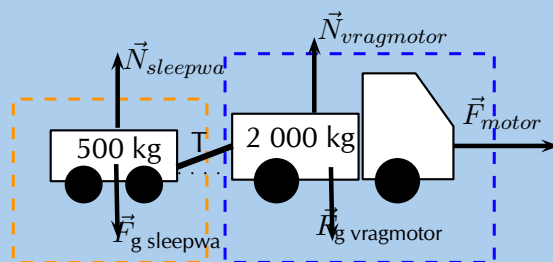


Figuur 2.6: Vragmotor trek 'n sleepwa

OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragtediagram

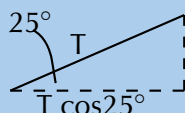
Teken 'n kragtediagram wat al die kragte op die sisteem as 'n geheel wys:



Figuur 2.7: 'n Vryeliggaamdiagramme vir 'n vragmotor wat 'n sleepwa trek

Stap 2: Pas Newton se tweede bewegingswet toe.

Ons kies die positiewe x -rigting as die positiewe rigting. Ons hoef net die horisontale kragte in ag te neem. Deur net die horisontale kragte te gebruik, beteken dit dat ons eers moet oplet dat die spanning teen 'n hoek met die horisontaal werk en ons moet dus die horisontale komponent van die spanning in ons berekeninge gebruik.



Die horisontale komponent het 'n grootte van $T \cos(25^\circ)$.

In die afwesigheid van wrywing is die enigste krag wat die sisteem versnel die dryfkrag van die motor. As ons nou Newton se tweede bewegingswet op die vragmotor toepas, het ons:

$$\begin{aligned}\vec{F}_{R \text{ vragmotor}} &= m_{\text{vragmotor}} \vec{a} \quad (\text{ons gebruik tekens om rigting aan te dui}) \\ F_{\text{motor}} - T \cos(25^\circ) &= (2000)a \\ (10\,000) - T \cos(25^\circ) &= (2000)a \\ a &= \frac{(10\,000) - T \cos(25^\circ)}{(2000)}\end{aligned}$$

Ons pas nou dieselfde beginsel op die sleepwa toe (onthou dat die rigting van spanning in die teenoorgestelde rigting as die vragmotor sal wees):

$$\begin{aligned}\vec{F}_{R \text{ sleepwa}} &= m_{\text{sleepwa}} \vec{a} \quad (\text{ons gebruik tekens om rigting aan te dui}) \\ T \cos(25^\circ) &= (500)a \\ a &= \frac{T \cos(25^\circ)}{(500)}\end{aligned}$$

Ons het nou twee vergelykings en twee onbekendes wat ons gelyktydig kan oplos. Ons trek die tweede vergelyking van die eerste af en kry:

$$\begin{aligned}(a) - (a) &= \left(\frac{(10\,000) - T \cos(25^\circ)}{(2000)} \right) - \left(\frac{T \cos(25^\circ)}{(500)} \right) \\ 0 &= \left(\frac{(10\,000) - T \cos(25^\circ)}{(2000)} \right) - \left(\frac{T \cos(25^\circ)}{(500)} \right) \\ &\quad (\text{vermenigvuldig reg deur met 2000}) \\ 0 &= (10\,000) - T \cos(25^\circ) - 4T \cos(25^\circ) \\ 5T \cos(25^\circ) &= (10\,000) \\ T &= \frac{(10\,000)}{5 \cos(25^\circ)} \\ T &= 2206,76 \text{ N}\end{aligned}$$

Vervang nou die onbekendes in die tweede vergelyking met die resultate om die grootte van a te bepaal:

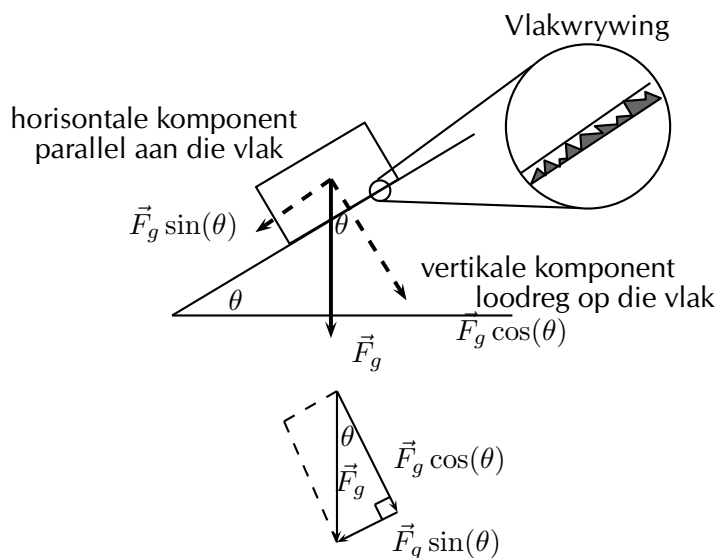
$$\begin{aligned}a &= \frac{T \cos(25^\circ)}{(500)} \\ &= \frac{(2206,76) \cos(25^\circ)}{(500)} \\ &= 4,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}\end{aligned}$$

Voorwerp op 'n skuinsvlak

In 'n vroeë afdeling het ons na die komponente van gravitasiekrag parallel met en loodreg tot die helling van voorwerpe op 'n hellende vlak gekyk. Wanneer ons na probleme op 'n skuinsvlak kyk, moet ons die komponent van gravitasiekrag parallel met die helling insluit.

Dink terug aan die voorstellings van die boek op die tafel. As een kant van die tafel gelig word, begin die boek afgly. Hoekom? Die boek begin gly omdat die komponent van die gravitasiekrag parallel (ewewydig) aan die tafel se oppervlak groter word as die hellingshoek vergroot. Dit is soos 'n toegepaste krag wat uiteindelik groter word as die wrywingskrag wat veroorsaak dat die boek afwaarts teen die tafel of hellende vlak versnel.

Gravitasiekrag sal ook die voorwerp in die helling in stoot. Dit is die komponent van die krag loodreg tot die helling of skuinste. Daar is nie beweging in hierdie rigting nie, aangesien die krag deur die helling wat opwaarts teen die voorwerp stoot, gebalanseer word. Die "stootkrag" is die normaalkrag (N) waarvan ons alreeds geleer het en dit is gelyk in grootte aan die loodregte komponent van die gravitasiekrag, maar in die teenoorgestelde rigting.

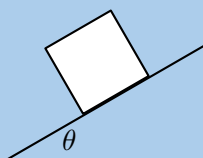


🔍 Sien simulasie: [26SG](https://www.everythingscience.co.za/26SG) op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 14: Newton se tweede wet: 'n Liggaam op 'n skuinsvlak

VRAAG

'n Liggaam met 'n massa M is in rus op 'n skuinsvlak as gevolg van wrywing.



WENK

Moenie die afkorting W vir gewig gebruik nie want dit word vir 'arbeid' gebruik. Gebruik die gravitasiekrag F_g vir gewig.

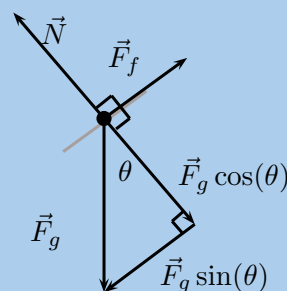
Watter een van die volgende is die grootte van die wrywingskrag wat op die liggaam inwerk?

1. F_g
2. $F_g \cos(\theta)$
3. $F_g \sin(\theta)$
4. $F_g \tan(\theta)$

OPLOSSING

Stap 1: Analiseer die situasie

Die vraag vra dat ons die grootte van die wrywingskrag moet bepaal. Die liggaam is in rus op die vlak, wat beteken dat dit nie beweeg nie en die versnelling dus nul is. Ons weet dat die wrywingskrag parallel met die helling sal werk. As daar nie wrywing is nie, sal die massa teen die helling (of skuinste) afgly. Daar moet dus wrywing op die helling wees. Ons weet ook dat daar 'n komponent van gravitasie loodreg tot en parallel met die helling is. Die vryliggaamdiagram van kragte wat op die voorwerp inwerk is:



Stap 2: Bepaal die grootte van die wrywingskrag

Ons kan Newton se tweede wet op die probleem toepas. Ons weet dat die voorwerp nie beweeg nie, daarom is die resultante versnelling nul. Ons kies teen die helling op om die positiewe rigting te wees. Daarom:

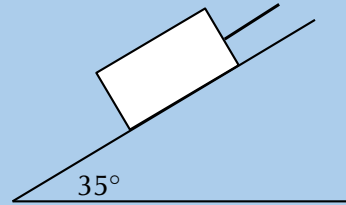
$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m\vec{a} \text{ maak gebruik van tekens vir rigting} \\ F_f - F_g \sin(\theta) &= m(0) \\ F_f - F_g \sin(\theta) &= m(0) \\ F_f &= F_g \sin(\theta)\end{aligned}$$

Stap 3: Skryf jou finale antwoord neer

Die wrywingskrag het dieselfde grootte as die komponent van die kragte parallel met die helling, $F_g \sin(\theta)$.

VRAAG

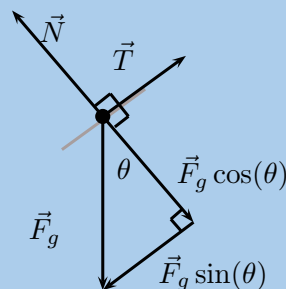
'n Krag van $T = 312\text{N}$ is nodig om 'n liggaam op 'n helling in rus te hou op 'n wrywinglose skuinsvlak wat 'n hoek van 35° met die horisontaal vorm. Bereken die grootte van die kragte as gevolg van gravitasie en die normaalkrag deur jou antwoorde tot drie beduidende plekke te gee.



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die grootte van $\vec{F}_g$

Ons word gewoonlik gevra om die grootte van $\vec{T}$ te vind, maar in die geval word $\vec{T}$ gegee en ons word gevra om $\vec{F}_g$ te vind. Ons kan dieselfde vergelyking gebruik. T is die krag wat die komponent van $\vec{F}_g$ parallel met die vlak (F_{gx}) balanseer en het daarom dieselfde grootte.



Ons kan Newton se tweede wet op die probleem toepas. Ons weet dat die voorwerp nie beweeg nie, daarom is die resultante versnelling nul. Ons kies teen die helling op om die positiewe rigting te wees. Daarom:

$$\begin{aligned}
 \vec{F}_R &= m\vec{a} \text{ gebruik tekens vir rigting} \\
 T - F_g \sin(\theta) &= m(0) \\
 F_g &= \frac{T}{\sin(\theta)} \\
 &= \frac{312}{\sin(35^\circ)} \\
 &= 543,955 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Stap 2: Vind die grootte van $\vec{N}$

Ons hanteer die kragte parallel aan en loodreg tot die skuinste afsonderlik. Die blok is stilstaande, daarom is die versnelling loodreg tot die helling nul. Weereens pas ons

Newton se tweede bewegingswet toe. Ons kies die rigting van die normaalkrag as die positiewe rigting.

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m\vec{a} \text{ gebruik tekens vir rigting} \\ N - F_g \cos(\theta) &= m(0) \\ N &= F_g \cos(\theta)\end{aligned}$$

Ons kan die waarde van F_g wat ons vroeër bereken het in die vergelyking vervang. Ons wil graag wys dat daar 'n ander benadering gevolg kan word om seker te maak dat jy die regte antwoord kry, selfs al het jy 'n fout gemaak toe jy F_g bereken het. $F_g \cos(\theta)$ kan ook bepaal word deur trigonometriese verhoudings. Ons weet uit vorige gedeeltes van die vraag dat $T = F_g \sin(\theta)$. Ons weet ook dat

$$\begin{aligned}\tan(\theta) &= \frac{F_g \sin(\theta)}{F_g \cos(\theta)} \\ &= \frac{T}{N} \\ N &= \frac{T}{\tan(\theta)} \\ &= \frac{312}{\tan(35^\circ)} \\ &= 445,58 \text{ N}\end{aligned}$$

Let op dat die vraag vra dat die antwoorde tot 3 beduidende plekke gegee word. Ons rond dus $\vec{N}$ van 445,58 N op tot 446 N loodreg tot die oppervlak afwaarts en $\vec{T}$ van 543,955 N op na 544 N parallel met die vlak, op teen die helling.

Hysers en vuurpyle

Tot dusver het ons na voorwerpe wat oor 'n oppervlak getrek of gestoot word gekyk. Ons het met ander woorde na beweging parallel met die vlak waarop die voorwerp rus gekyk. Hier het ons slegs kragte parallel met die vlak oorweeg, maar ons kan ook voorwerpe op lig of hulle laat val. Dit is vertikale beweging waar slegs vertikale kragte in ag geneem word.

Kom ons beskou 'n 500 kg hysbak sonder passasiers, wat aan 'n kabel hang. Die doel van die kabel is aan die hysbak opwaarts te trek sodat dit die volgende vloer kan bereik of om die hysbak te laat sak sodat dit afwaarts na die vloer onder kan beweeg. Ons laat na vyf moontlike posisies gedurende die beweging van die hysbak kyk en ons kennis van Newton se tweede bewegingswet op elke posisie toepas. Die vyf posisies is:

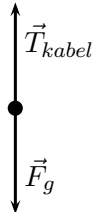
1. 'n Stilstaande hysbak wat bo die grond hang.
2. 'n Hysbak versnel opwaarts.
3. 'n Hysbak beweeg teen 'n konstante snelheid.
4. 'n Hysbak versnel (beweeg stadiger)
5. 'n Hysbak versnel afwaarts (die kabel breek)

Vir die bespreking kies ons die rigting opwaarts as positief.

Posisie 1:

Die 500 kg hysbak staan stil by die tweede verdieping van 'n hoë gebou.

Die hysbak versnel nie. Daar moet spanning $\vec{T}$ van die kabel op die hysbak inwerk en daar moet 'n krag as gevolg van gravitasie, $\vec{F}_g$, op die hysbak wees. Daar is geen ander kragte teenwoordig nie en ons kan 'n vrye kragtediagram teken.



Ons pas Newton se tweede wet toe op die vertikale rigting

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m_{\text{hysbak}} \vec{a} \text{ (ons gebruik tekens om rigting aan te dui)} \\ T - F_g &= m_{\text{hysbak}}(0) \\ T &= F_g\end{aligned}$$

Die kragte is gelyk maar in teenoorgestelde rigtings.

Posisie 2:

Die hysbak beweeg opwaarts teen 'n versnelling van $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Die hysbak versnel, dit beteken dat daar 'n opwaartse resulterende krag in die rigting van beweging is. Dit beteken dat die krag wat opwaarts inwerk nou groter is as die gravitasiekrag $\vec{F}_g$ (afwaarts). Ons kan die volgende berekening doen om die grootte van die $\vec{T}$ toegepaste krag deur die kabel te bereken. (Onthou, ons het opwaarts as positief gekies.)

Ons pas Newton se tweede wet toe op die vertikale rigting

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m_{\text{hysbak}} \vec{a} \text{ (ons gebruik tekens om rigting aan te dui)} \\ T - F_g &= m_{\text{hysbak}}(1) \\ T &= F_g + m_{\text{hysbak}}(1)\end{aligned}$$

Die antwoord is sinvol aangesien ons 'n groter opwaartse krag nodig het om die effek van gravitasie uit te kanselleer en steeds 'n resulterende opwaartse krag te hê.

Posisie 3:

Die hysbak beweeg teen 'n konstante snelheid.

Wanneer die hysbak teen 'n konstante snelheid beweeg is die versnelling nul.

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m_{\text{hysbak}} \vec{a} \text{ (ons gebruik tekens om rigting aan te dui)} \\ T - F_g &= m_{\text{hysbak}}(0) \\ T &= F_g\end{aligned}$$

Die kragte is gelyk in grootte en omgekeerd in rigting. Dit is 'n algemene **fout** om te dink dat omdat die hysbak beweeg, daar 'n netto resulterende krag daarop inwerk. Dit is slegs indien daar **versnelling** is, dat daar 'n netto resulterende krag daarop inwerk.

Posisie 4:

Die hysbak word vertraag teen 'n tempo van $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Die hysbak het opwaarts beweeg, wat beteken dat dit versnel in die rigting teenoorgesteld aan die bewegingsrigting. Dit beteken dat die versnelling in die negatiewe rigting is.

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m_{\text{hysbak}}\vec{a} \text{ (ons gebruik tekens om rigting aan te dui)} \\ T - F_g &= m_{\text{hysbak}}(-2) \\ T &= F_g - 2m_{\text{hysbak}}\end{aligned}$$

Terwyl die hysbak se opwaartse snelheid afneem is die resultante krag afwaarts. Dit beteken dat die krag wat afwaarts uitgeoefen word groter is as die krag wat opwaarts uitgeoefen word.

Dit is sinvol aangesien ons 'n kleiner krag opwaarts nodig het om te verseker dat die resulterende krag afwaarts is. Die gravitasiekrag is nou groter as die opwaartse trekkrag van die kabel en die hysbak sal stadiger beweeg.

Posisie 5:

Die kabel breek.

Wanneer die kabel breek, sal die krag wat opwaarts daarop ingewerk het nie meer teenwoordig wees nie. Die enigste krag wat teenwoordig is, is die gravitasiekrag. Die hysbak sal vryval teen 'n versnelling gelyk aan gravitasieversnelling.

Skynbare gewig

Jou gewig is die grootte van die gravitasiekrag wat op jou liggaam inwerk. Wanneer jy in 'n stilstaande hysbak staan wat begin om opwaarts te versnel, sal jy drukking ondervind wat jou op die vloer vasdruk tydens die versnelling. Jy voel swaarder en jou gewig is meer. Wanneer jy in 'n stilstaande hysbak staan wat afwaarts begin versnel, voel jy ligter op jou voete. Jy voel of jy minder weeg.

Gewig word gemeet deur die normaalkragte. Wanneer die hysbak opwaarts versnel sal jy 'n groter normaalkrag ervaar aangesien die krag nodig om jou opwaarts te versnel by die gravitasiekrag wat op jou inwerk getel word.

Wanneer die hysbak afwaarts versnel voel jy 'n kleiner krag wat op jou inwerk. Dit is omdat 'n netto afwaartse resulterende krag nodig is om jou afwaarts te versnel. Die verskynsel word **skynbare gewig** genoem aangesien jou gewig nie werklik verander het nie.

Vuurpyle

Net soos met hysbakke, is vuurpyle ook 'n voorbeeld van liggame in vertikale beweging. Die gravitasiekrag trek die vuurpyl afwaarts terwyl die stukrag van die motore die vuurpyl opwaarts druk. Die krag wat die motore uitoefen moet die gravitasiekrag

oorkom sodat die vuurpyl opwaarts kan versnel. Die uitgewerkte voorbeeld hieronder toon die toepassing van Newton se tweede bewegingswet tydens die lansering van 'n vuurpyl.

Uitgewerkte voorbeeld 16: Newton se tweede wet: vuurpyl

VRAAG

'n Vuurpyl (met massa 5000 kg) word vertikaal opwaarts in die lug gelanseer teen 'n versnelling van $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Die grootte van die krag as gevolg van gravitasie op die vuurpyl is 49 000 N, bereken die grootte en rigting van die stukrag van die vuurpylmotore.

OPLOSSING

Stap 1: Analiseer wat gegee en gevra word

Ons het die volgende:

$$m = 5000\text{kg}$$

$$\vec{a} = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \text{ opwaarts.}$$

$$\vec{F}_g = 49\,000 \text{ N afwaarts.}$$

Ons word gevra om die dryfkrag van die vuurpylmotor te bepaal: $\vec{F}$.

Stap 2: Bepaal die stukrag van die motor

Ons sal Newton se tweede wet toepas:

$$\begin{aligned}\vec{F}_R &= m\vec{a} \text{ (gebruik tekens vir rigting)} \\ F - F_g &= (5000)(20) \\ F - (49\,000) &= (5000)(20) \\ F &= 149\,000 \text{ N}\end{aligned}$$

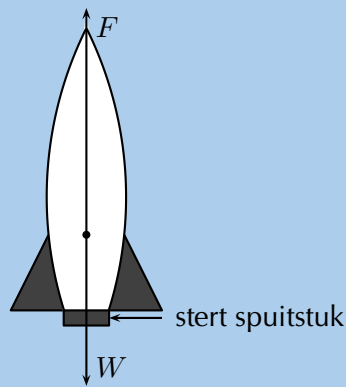
Stap 3: Skryf jou finale antwoord neer

Die krag as gevolg van die stukrag van die motore is 149 000 N opwaarts.

Uitgewerkte voorbeeld 17: Vuurpyle

VRAAG

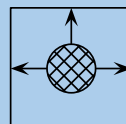
Hoe versnel vuurpyle in die ruimte?



OPLOSSING

Stap 1:

- Gas ontplof in die vuurpyl.
- Die gas wat vorm tydens die ontploffing oefen 'n krag na beide kante van die vuurpyl uit (soos gesien in die prent van die ontbrandingskamer binne die vuurpyl).



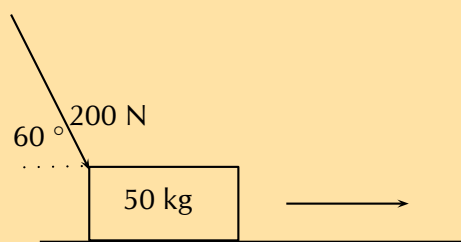
Let op dat die kragte in die illustreer verteenwoordigend is. Met 'n ontploffing sal daar kragte in alle rigtings wees.

- As gevolg van die simmetrie van die kragte, word al die kragte op die vuurpyl gebalanseer deur kragte na die ander kant toe, behalwe vir die krag na die oop gedeelte toe. Die krag teen die boonste oppervlak van die vuurpyl is ongebalanseer.
- Dit is hierdie resulterende krag wat op die vuurpyl inwerk wat veroorsaak dat die vuurpyl voorwaarts versnel.

Oefening 2 – 5:

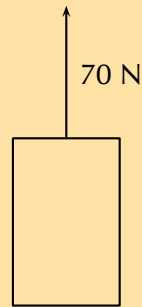
1. 'n Sleepboot is in staat om 'n skip met 'n krag van 100 kN te trek. Indien twee soortgelyke sleepbote een skip trek, kan hulle 'n dryfkrag met 'n minimum van 0 kN tot 'n maksimum van 200 kN lewer. Gee 'n volledige uitgebreide verduideliking van hoe dit moontlik is. Gebruik diagramme om jou verduideliking te ondersteun.
2. 'n Motor met massa 850 kg versnel teen $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Bereken die grootte van die resulterende krag wat die versnelling veroorsaak.
3. Bepaal die krag nodig om 'n 3 kg voorwerp teen $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ te versnel.

4. Bereken die versnelling van 'n liggaam met massa 1000 kg wat versnel word deur 'n 100 N krag.
5. 'n Voorwerp met massa 7 kg word versnel teen $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Hoe groot is die resulterende krag wat op die voorwerp inwerk?
6. Bepaal die massa van 'n voorwerp indien 'n krag van 40 N dit teen $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ laat versnel.
7. Bepaal die versnelling van 'n liggaam met massa 1000 kg waarop daar 'n krag van 150 N inwerk.
8. Bepaal die massa van 'n voorwerp wat versnel word teen $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ deur 'n krag van 25 N.
9. Bepaal die versnelling van 'n 24 kg massa wanneer 'n krag van 6 N daarop inwerk. Wat is die versnelling indien die krag verdubbel en die massa halveer sou word.
10. 'n Massa van 8 kg word versnel teen $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 - a) Bepaal die resultante krag wat die versnelling veroorsaak.
 - b) Hoe groot is die versnelling wat veroorsaak sal word indien ons die krag sou verdubbel terwyl die massa gehalveer word?
11. 'n Motorfiets met massa 100 kg word versnel deur 'n 500 N resulterende krag. Indien die motorfiets uit rus begin beweeg:
 - a) Wat is sy versnelling?
 - b) Hoe vinnig sal dit beweeg na 20 s?
 - c) Hoe lank neem dit om 'n spoed van $35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ te bereik?
 - d) Hoe ver sal dit van die beginpunt af beweeg in 15 s?
12. 'n 200 N krag wat teen 60° met die horisontaal inwerk, versnel 'n 50 kg blok langs 'n horisontale vlak soos aangetoon.



- a) Bereken die komponent van die 200 N krag wat die blok horisontaal versnel.
 - b) Indien die versnelling van die blok $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ is, bereken die hoeveelheid wrywing wat die blok ondervind.
 - c) Bereken die vertikale krag wat deur die blok op die vlak uitgeoefen word.
13. 'n Speelgoed vuurpyl wat 'n gravitasiekrag van 4,5 N ondervind, word vertikaal ondersteun deur dit in 'n bottel te plaas. Die vuurpyl word dan aangesteek. Bereken die krag nodig om die bottel vertikaal opwaarts teen $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ te versnel.

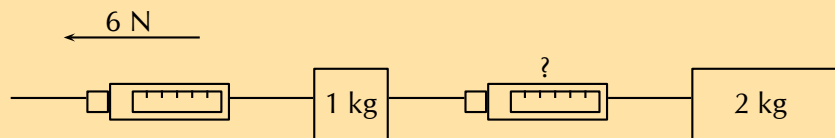
14. 'n Konstante krag met grootte 70 N word vertikaal toegepas op 'n blok soos getoon. Die blok ondervind 'n krag van 49 N as gevolg van gravitasie. Bereken die versnelling van die blok.



15. 'n Student wat 'n gravitasiekrag met grootte 686 N ervaar tydens beweging in 'n hysbak. Terwyl hy in die hysbak op 'n badkamerskaal wat in newton afgemerk is staan, staan bemark hy drie stadiums (posisies) van sy rit:
- Vir 2 s onmiddelik na die hysbak begin beweeg is die lesing op die skaal 574 N
 - Vir 'n verdere 6 s is die lesing 686 N
 - Vir die laaste 2 s is die lesing 854 N

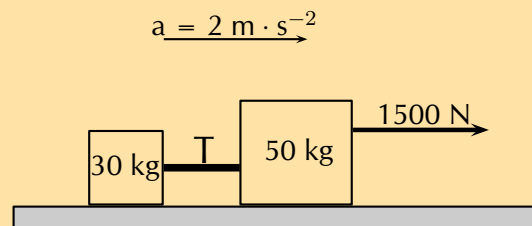
Beantwoord die volgende vrae:

- Beweeg die hysbak opwaarts of afwaarts? Gee 'n rede vir jou antwoord.
 - Skryf die grootte en rigting van die resultante krag op die student neer vir elk van die posisies 1, 2 en 3.
16. 'n Motor met massa 800 kg versnel langs 'n gelyk pad teen $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. 'n Wrywingskrag van 700 N werk die beweging teë. Hoe groot is die aandrywingskrag wat deur die motor se enjin veroorsaak word?
17. Twee voorwerpe met massas 1 kg en 2 kg onderskeidelik, word op 'n plat gladde oppervlak geplaas en met 'n ligte toutjie verbind. 'n Horisontale krag 6 N word met 'n trekskaal toegepas op die 1 kg voorwerp. Ignoreer wrywing en bepaal wat die krag op die 2 kg massa, soos gemeet deur 'n tweede trekskaal, sal wees.

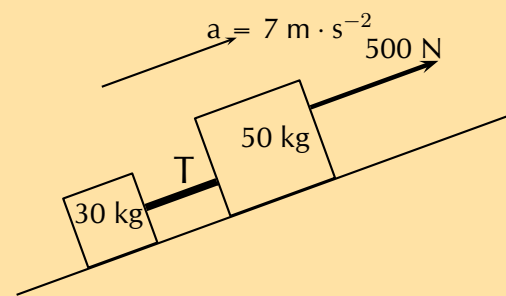


18. 'n Vuurpyl met massa 200 kg ondervind 'n resulterende krag van 4000 N opwaarts.
- Wat is die versnelling op die Aarde waar dit 'n gravitasiekrag van 1960 N ondervind?
 - Hoe groot dryfkrag moet die vuurpylmotor op die vuurpyl op Aarde uitoefen?
19. 'n Motor wat beweeg teen $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ versnel konstant en kom tot rus oor 'n afstand van 20 m.

- a) Wat is sy versnelling?
- b) Indien die motor 1000 kg is, hoe groot is die krag wat deur die remme uitgeoefen is?
20. 'n Blok op 'n skuinsvlak ondervind 'n krag as gevolg van gravitasie $\vec{F}_g$ van 300 N loodreg afwaarts. Indien die helling van die vlak teen 'n skuinste van $67,8^\circ$ met die horisontaal gestel is, bereken die komponent van die gravitasiekrag loodreg en parallel met die vlak. Teen watter hoek sal loodregte en parallelle komponente van die gravitasiekrag gelyk wees?
21. 'n Blok op 'n skuinsvlak is onderhewig aan gravitasiekrag $\vec{F}_g$ van 287 N reguit afwaarts. As die komponente van die gravitasiekrag parallel met die helling $\vec{F}_{gx} = 123,7$ N is in die negatiewe x -rigting (af teen die helling) wat is die hoek van die helling?
22. 'n Blok op 'n skuinsvlak ervaar 'n gravitasiekrag $\vec{F}_g$ van 98 N loodreg afwaarts. Indien die vlak teen 'n onbekende hoek met die horisontaal geplaas is, maar ons weet dat die verhouding van die komponente van die gravitasiekrag loodreg en parallel met die helling 7:4 is, bereken wat die hoek van die skuinsvlak met die horisontaal is.
23. Twee kratte 30 kg en 50 kg onderskeidelik word deur 'n dik tou aan mekaar verbind soos in die diagram. 'n 1500 N krag word na regs toegepas. Die kratte beweeg met 'n versnelling van $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ na regs. Die verhouding van die wrywingskrag op die twee kratte is gelyk aan die verhouding tussen die kratte se massas. Bereken:



- a) die grootte en rigting van die totale wrywingskrag wat teenwoordig is,
- b) die grootte van die spanning in die tou by T.
24. Twee kratte 30 kg en 50 kg onderskeidelik word deur 'n dik tou aan mekaar verbind soos in die diagram aangedui. Hulle word teen 'n skuinsvlak opgetrek sodat die verhouding van die loodregte en parallelle komponente van die gravitasiekrag 3:5 is. Die kratte beweeg teen 'n versnelling van $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ teen die vlak op. Die verhouding tussen die wrywingskragte op die twee kratte is gelyk aan die verhouding tussen hulle massas. Die gravitasiekrag op die 30 kg krat is 294 N en op die 50 kg krat 490 N. Bereken:



- a) die grootte en rigting van die totale wrywingskrag wat teenwoordig is,

b) die grootte van die spanning in die tou by T.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. 26SH | 2. 26SJ | 3. 26SK | 4. 26SM | 5. 26SN | 6. 26SP |
| 7. 26SQ | 8. 26SR | 9. 26SS | 10. 26ST | 11. 26SV | 12. 26SW |
| 13. 26SX | 14. 26SY | 15. 26SZ | 16. 26T2 | 17. 26T3 | 18. 26T4 |
| 19. 26T5 | 20. 26T6 | 21. 26T7 | 22. 26T8 | 23. 26T9 | 24. 26TB |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Newton se derde bewegingswet

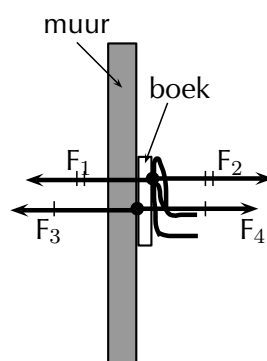
ESEV



Figuur 2.8: Newton se aksie-reaksiepaar

Newton se derde bewegingswet hanteer die interaksie tussen pare liggame. Indien jy byvoorbeeld 'n boek teen 'n muur hou, oefen jy 'n krag op die boek uit (om dit daar te hou) en die boek oefen ook 'n krag op jou uit (om te verhoed dat jy deur die boek val). Dit mag snaaks klink, maar as die boek nie teen jou teruggestoot het nie, sou jou hand deur die boek gedruk het. Hierdie twee kragte (die krag van die hand op die boek (F_1) en die krag van die boek op die hand (F_2)) word 'n aksie-reaksie kragtepaar genoem. Die kragte is gelyk in grootte en teenoorgesteld in rigting en werk in op verskillende voorwerpe (die een krag is op die boek en die ander krag op die hand).

Daar is 'n ander aksie-reaksie kragtepaar teenwoordig in die situasie. Die boek druk teen die muur (aksiekrag) en die muur druk terug teen die boek (reaksie krag). Die krag van die boek op die muur (F_3) en die krag van die muur op die boek (F_4) word in die diagram getoon.



- F_1 : krag van hand op boek
- F_2 : krag van boek op hand
- F_3 : krag van boek op muur
- F_4 : krag van muur op boek

DEFINISIE: *Newton se derde bewegingswet*

Indien liggaam A 'n krag op liggaam B uitoefen, sal liggaam B 'n krag met dieselfde grootte op liggaam A uitoefen maar in die teenoorgestelde rigting.

► Sien video: 26TC op www.everythingscience.co.za

Hierdie aksie-reaksiepare het verskeie eienskappe:

- dieselfde tipe krag werk in op beide voorwerpe,
- die kragte het dieselfde grootte maar is in teenoorgestelde rigtings, en
- die kragte word op verskillende voorwerpe toegepas.

Newton se aksie-reaksiepare kan oral waargeneem word waar voorwerpe op mekaar inwerk. Die volgende uitgewerkte voorbeelde toon dit aan.

Uitgewerkte voorbeeld 18: Newton se derde wet - sitplekgordel

VRAAG

Dineo sit op die passasierssitplek van 'n motor, met sy sitplekgordel aan. Die motor kom skielik tot stilstand en hy beweeg vorentoe (Newton se eerste bewegingswet - hy sal teen 'n konstante snelheid bly voortbeweeg) tot die sitplekgordel hom stop. Teken 'n benoemde kragdiagram van die situasie en identifiseer die twee aksie-reaksiepare.



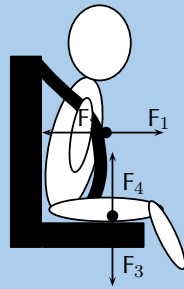
OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragdiagram

Begin deur 'n tekening te maak. Maak die tekening groot genoeg want jy gaan pyltjies gebruik om kragte aan te dui en volledig byskrifte byvoeg. Die tekening moet akkuraat wees, maar nie kunstig nie! Maak gebruik van stokmannetjies as jy moet.

Stap 2: Benoem die diagram

Neem een kragte paar op 'n slag en benoem dit volledig. Indien jy nie genoeg plek op die skets het nie, kan jy gebruik maak van 'n sleutel op die kant van die skets.



- F_1 : Die krag van Dineo op die sitplekgordel
 F_2 : Die krag van die sitplekgordel op Dineo
 F_3 : Die krag van Dineo op die sitplek (afwaarts)
 F_4 : Die krag van die sitplek op Dineo (opwaarts)

Uitgewerkte voorbeeld 19: Newton se derde wet: kragte in 'n hysbak

VRAAG

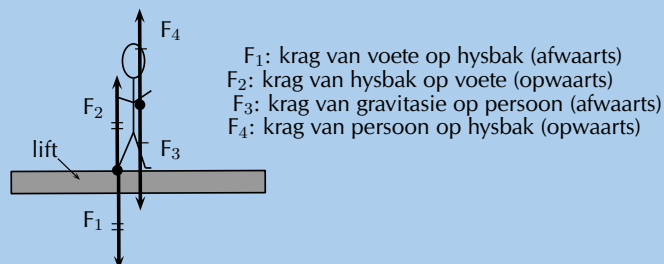
Tammy beweeg van die grondvloer na die vyfde vloer in die hotel met behulp van 'n hysbak wat teen 'n konstante snelheid beweeg. Watter EEN van die volgende stellings is WAAR aangaande die grootte van die krag wat die vloer op Tammy se voete uitoefen? Gebruik Newton se derde bewegingswet vir jou antwoord.

1. Dit is groter as die grootte van Tammy se gewig.
2. Dit is in grootte gelyk aan die krag wat Tammy se voete op die vloer van die hysbak uitoefen.
3. Dit is gelyk aan dit wat dit in 'n stilstaande hysbak sou wees.
4. Dit is groter as wat dit in 'n stilstaande hysbak sou wees.

OPLOSSING

Stap 1: Analiseer die situasie

Dit is Newton se derde wet en nie Newton se tweede wet nie. Ons moet fokus op die aksie-reaksiepare en nie op die beweging van die hysbak nie. Die volgende diagram toon die aksie-reaksiepaar wat teenwoordig is wanneer 'n persoon op 'n skaal in 'n hysbak staan.



Figuur 2.9: Newton se aksie-reaksiepare in 'n hysbak

In die vraag word stellings gemaak aangaande die krag van die vloer (hysbak) op Tammy se voete. Hierdie krag kom ooreen met F_2 in ons diagram. Die reaksiekrag

wat deel is van die paar is F_1 , wat ook die krag is wat Tammy se voete op die hysbak se vloer uitoefen. Die grootte van die twee kragte is dieselfde maar in teenoorgestelde rigtings.

Stap 2: Kies die korrekte antwoord.

Dit is belangrik om die vraag eers te ontleed voor ons na die antwoorde kyk. Die antwoorde kan jou deurmekaar maak as jy eers daarna kyk. Maak seker dat jy die situasie verstaan en weet wat gevra word voor jy na die opsies kyk.

Die korrekte antwoord is nommer 2.

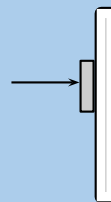
Uitgewerkte voorbeeld 20: Newton se derde wet: boek en muur

VRAAG

Bridget druk 'n boek teen 'n vertikale muur soos in die foto aangedui.



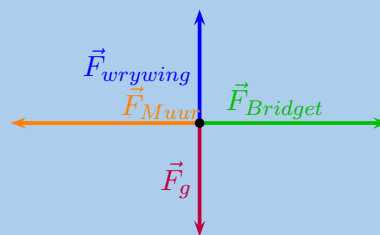
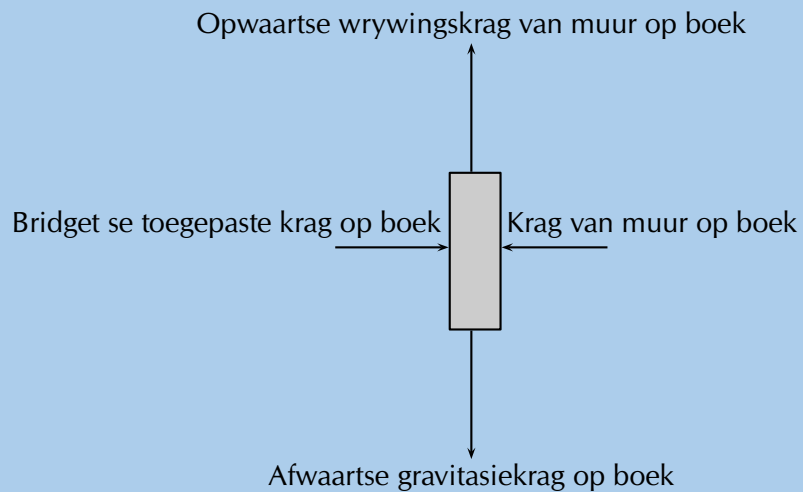
1. Teken 'n benoemde kragtediagram om al die kragte wat op die boek inwerk aan te toon.
2. Stel Newton se derde bewegingswet in woorde.
3. Benoem die aksie-reaksie kragtepare wat in die horisontale vlak inwerk.



OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragtediagram

'n Kragtediagram sal soos volg lyk:



Let op dat ons al die kragte wat op die boek inwerk geteken het en nie die aksie-reaksie kragtepare nie. Geen een van die kragte is aksie-reaksie kragtepare nie aangesien almal op dieselfde voorwerp (die boek) inwerk. Wanneer jy die kragte benoem moet jy spesifiek wees en die rigting van die kragte en beide liggame betrokke aantoon soos byvoorbeeld: moenie sê gravitasie (wat 'n onvolledige antwoord is) nie maar sê eerder afwaartse (rigting) gravitasiekrag van die Aarde (voorwerp) op die boek (voorwerp).

Stap 2: Stel Newton se derde bewegingswet

Indien liggaam A 'n krag op liggaam B uitoefen, sal liggaam B 'n krag met dieselfde grootte op liggaam A uitoefen maar in die teenoorgestelde rigting.

Stap 3: Benoem die aksie-reaksiepare

Die vraag vra vir die aksie-reaksie krag in die horisontale vlak. Daarom:

Paar 1: Aksie: Bridget se toegepastekrag op boek; Reaksie: die krag van die boek op Bridget.

Paar 2: Aksie: Die krag van die boek op die muur; Reaksie: Die krag van muur op die boek.

Let op dat die paar in Newton se derde wet altyd dieselfde saamstelling van woorde het, soos boek op muur en muur op boek. Die voorwerp word omgedraai in die benoeming van pare.

Doel:

In die eksperiment gaan die hele klas 'n ballonvuurpyl gebruik om Newton se derde wet te ondersoek. 'n Vislyn gaan as baan gebruik word en 'n plastiekstrooitjie wat aan die ballon vasgeplak is gaan die ballon aan die baan koppel.

Apparaat:

Jy sal die volgende vir die eksperiment benodig:

1. ballonne (een vir elke groep)
2. plastiekstrooitjies (een vir elke groep)
3. kleeflint (maskeerband of sellulose plakband)
4. vislyn, 10 meter in lengte
5. stophorlosie - opsioneel (selfoon kan ook gebruik word)
6. maatband - opsioneel



Metode:

1. Verdeel in groepe van ten minste vyf.
2. Maak die een punt van die vislyn aan die skryfbord vas met kleeflint. Laat die ander spanmaat die ander punt van die vislyn vashou sodat die lyn styf gespan en redelik horisontaal is. Die lyn moet stilgehou word en **moet nie** op of af beweeg word gedurende die eksperiment nie.
3. Laat een spanmaat die ballon opblaas en die bek van die ballon toehou met sy vingers. Laat 'n volgende spanmaat die kant van die ballon aan die strooitjie vasplak. Ryg die vislyn deur die strooitjie en hou die ballon op die verste punt van die vislyn vas.
4. Laat los die vuurpyl en neem waar hoe die vuurpyl voorwaarts beweeg.
5. Opsioneel. Die tyd wat elke vuurpyl gebruik kan gemeet word om die groep met die vinnigste vuurpyl as wenner aan te wys.
 - a) Stel een spanmaat aan om tyd te hou tydens die oefening. Die ballon moet laat los word wanneer die tydhouer "LOS" skreeu. Neem waar hoe die ballon na die skryfbord toe beweeg.
 - b) Laat 'n ander spanmaat langs die swartbord staan en "STOP" skreeu wanneer die ballon sy teiken bereik. Indien die ballon nie die bord bereik nie, word "STOP" geskreeu wanneer die ballon ophou beweeg. Die tydhouer moet die ballon se vlugtyd neerskryf.
 - c) Meet die presiese afstand wat die vuurpyl getrek het. Bereken die gemiddelde spoed waarteen die ballon beweeg het. Om dit te doen moet die totale afstand wat die ballon beweeg het deur die ballon se vlugtyd gedeel word. Vul jou resultate vir Oefening 1 in die onderstaande tabel in.

- d) Elke span moet twee of meer oefeninge voltooi en die resultate in die tabel vir Posing 2 en 3 inskryf. Bereken dan die gemiddelde spoed vir die drie pogings om jou span se gemiddelde ballonspoed te bepaal.

Resultate:

	Afstand (m)	Tyd (s)	Spoed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
Posing 1:			
Posing 2:			
Posing 3:			
		Gemiddeld:	

Gevolgtrekkings:

Die wenner van die resies is die span met die grootste gemiddelde ballonspoed.

► Sien video: 26TD op www.everythingscience.co.za

Terwyl jy die eksperiment doen moet jy die volgende in gedagte hou.

1. Wat veroorsaak dat jou vuurpyl beweeg?
2. Hoe word Newton se derde bewegingswet deur die aktiwiteit gedemonstreer?
3. Teken diagramme deur van benoemde pyle gebruik te maak om die kragte binne die ballon aan te dui voor dit gelos is en na dit gelos is.

► Sien video: 26TF op www.everythingscience.co.za

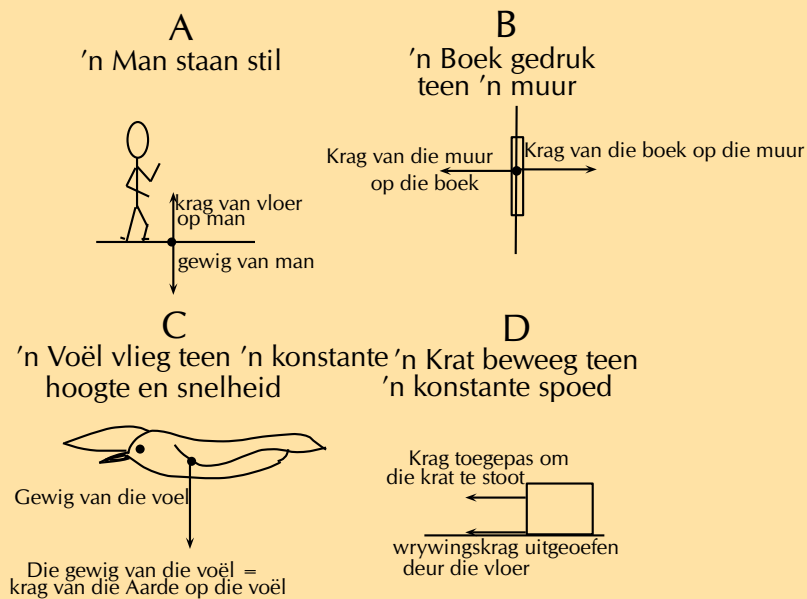
► Sien video: 26TG op www.everythingscience.co.za

Die Saturn V (uitgespreek “Saturn Vyf”) was ’n Amerikaanse vuurpyl wat in NASA en Skylab se programme gebruik is vanaf 1967 tot 1973. Die afskryfbare (nie-hergebruikte) vuurpyl is gereken as veilig om ruimtevaarders te vervoer. Dertien van hierdie multifase, vloeibare brandstof lanseervoertuie is van Kennedy ruimtesentrum in Florida gelanseer, sonder verlies aan bemanning of loonvrag. Dit bly steeds die langste, swaarste en mees kragtige vuurpyl wat bedryfsstatus gekry het, en hou steeds die rekord vir die swaarste belaste lanseertuig.



Oefening 2 – 6:

1. 'n Vlieg tref 'n bewegende motor se voorruit. Vergelyk die grootte van die krag wat die vlieg op die voorruit uitoefen met die krag wat die voorruit op die vlieg uitoefen.
 - a) nul
 - b) kleiner maar nie nul nie
 - c) groter
 - d) dieselfde
2. Watter een van die volgende kragtepare verduidelik Newton se derde bewegingswet korrek?



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26TH 2. 26TJ



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Kragte in ewewig

ESEW

In die begin van die hoofstuk is dit genoem dat die resultante krag versnelling, in 'n reguit lyn, in voorwerpe veroorsaak. Indien 'n voorwerp stil staan of teen 'n konstante snelheid beweeg sal of,

- geen kragte werk in op die voorwerp nie, of
- die kragte wat op die voorwerp inwerk is volledig gebalanseer wees.

In ander woorde, vir stilstaande voorwerpe of voorwerpe wat teen konstante snelheid beweeg is die resultante krag wat op die voorwerp inwerk nul.

DEFINISIE: *Ewewig*

Vir 'n voorwerp in ewewig is die som van die kragte wat daarop inwerk gelyk aan nul.

2.4 Kragte tussen massas

ESEX

Gravitasie is waarskynlik die eerste krag waarvan mense leer. Mens dink nie daaraan om van gravitasie te leer nie omdat dit so 'n groot rol in ons lewens speel. Babas leer om te kruip of om te loop deur teen gravitasie te baklei. Speletjies wat spring, klim of balle insluit, gee mens 'n sin vir gravitasie. Die spreekwoord wat sê “alles wat opgaan moet afkom” is 'n toepassing van gravitasie. Reën val uit die lug na die Aarde as gevolg van gravitasie. Ons almal weet dat die dinge gebeur, maar ons dink nooit daaraan om te vra wat gravitasie is nie. Wat veroorsaak gravitasie en hoe kan ons dit meer akkuraat beskryf as “alles wat opgaan moet afkom”?

Al die genoemde voorbeelde bevat voorwerpe met 'n massa wat na die grond toe val as gevolg van die Aarde se aantrekkingskrag. Gravitasie is die naam wat gegee word aan die krag wat tussen twee voorwerpe voorkom as gevolg van hulle massas. Hierdie krag is altyd 'n nie-kontak aantrekkende krag. Die Aarde is verantwoordelik vir die gravitasiekrag op die maan wat die maan in 'n wentelbaan om die Aarde hou en die maan oefen 'n gravitasiekrag op die Aarde uit wat ook die hoofrede vir getye op die Aarde is.

Sir Isaac Newton was die eerste wetenskaplike wat gravitasiekrag volledig gedefinieer het en aan te dui dat dit 'n verklaring kon gee vir vallende liggame en die beweging van astronomiese liggame. Die gravitasiekrag is relatief eenvoudig. Dit is **altyd aantrekkend**, en dit **hang slegs af van die massas** betrokke en die **afstand tussen hulle**. In ons hedendaagse taal stel Newton se Universele gravitasiewet dit dat elke deeltjie in die heelal mekaar aantrek met 'n krag langs die lyn wat die deeltjies verbind. Die krag is direk eweredig aan die massas van die deeltjies en omgekeerd eweredig aan die kwadraat van die afstand tussen die deeltjies.

Newton se universele gravitasiewet

ESEY

DEFINISIE: *Newton se universele gravitasiewet*

Elke puntmassa trek elke ander puntmassa aan met 'n krag langs die lyn wat die twee verbind. Die krag is direk eweredig aan die produk van die massas en omgekeerd eweredig aan die kwadraat van die afstand tussen die massas.

Die grootte van die aantrekkende gravitasiekrag tussen die twee puntmassas, F , word gegee deur

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

waar F in Newton gegee word (N), G is die gravitasie konstant $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, m_1 is die massa van die eerste punt in kilogram (kg), m_2 is die massa van die tweede

punt in kilogram (kg) en d is die afstand tussen die twee punte in meter (m). Vir enige groot voorwerp (nie puntmassas nie) gebruik ons die afstand vanaf die **middel van die voorwerp(e)** om die berekening te doen. Dit is baie belangrik wanneer ons met baie groot liggame soos planete te doen het. Die afstand van die middelpunt van die planeet na sy oppervlak verskil dikwels baie. **Onthou** die aantrekkingskrag moet met behulp van 'n vektor beskryf word. Ons gebruik Newton se Universele gravitasiewet om die grootte van kragte te bepaal en analiseer dan die probleem om die rigting van die krag te bepaal.

Neem byvoorbeeld 'n man met 'n massa van 80 kg wat 10 m van 'n vrou met 'n massa van 65 kg staan. Die aantrekkende gravitasiekrag tussen hulle is

$$\begin{aligned} F &= G \frac{m_1 m_2}{d^2} \\ &= (6,67 \times 10^{-11}) \left(\frac{(80)(65)}{(10)^2} \right) \\ &= 3,47 \times 10^{-9} \text{ N} \end{aligned}$$

Indien die man en die vrou na 'n posisie 1 m uitmekaar beweeg, is die krag

$$\begin{aligned} F &= G \frac{m_1 m_2}{d^2} \\ &= (6,67 \times 10^{-11}) \left(\frac{(80)(65)}{(1)^2} \right) \\ &= 3,47 \times 10^{-7} \text{ N} \end{aligned}$$

Soos jy kan sien, is hierdie kragte baie klein.

Oorweeg nou die gravitasiekrag tussen die Aarde en die Maan. Die massa van die Aarde is $5,98 \times 10^{24}$ kg, die massa van die Maan is $7,35 \times 10^{22}$ kg die Aarde en die Maan is $3,8 \times 10^8$ m uitmekaar. Die gravitasiekrag tussen die Aarde en die Maan is :

$$\begin{aligned} F &= G \frac{m_1 m_2}{d^2} \\ &= (6,67 \times 10^{-11}) \left(\frac{(5,98 \times 10^{24})(7,35 \times 10^{22})}{(0,38 \times 10^9)^2} \right) \\ &= 2,03 \times 10^{20} \text{ N} \end{aligned}$$

Uit hierdie voorbeeld kan jy sien dat die kragte baie groot is.

Hierdie twee voorbeelde demonstreer dat hoe groter die massas is, hoe groter is die kragte tussen hulle. Die $1/d^2$ faktor toon aan dat die afstand tussen liggame ook 'n rol speel. Hoe nader die liggame aan mekaar is, hoe groter is die gravitasiekrag tussen hulle. Ons ondervind die grootste gravitasiekrag van die Aarde op die oppervlakte aangesien dit die naaste is wat ons aan die Aarde kan kom, maar in die buitenste ruimte sou ons skaars die gravitasiekrag van die Aarde kon ervaar.

Onthou $\vec{F} = m\vec{a}$, dit beteken elke voorwerp op Aarde voel dieselfde gravitasieversnelling. Dit beteken dat as jy 'n pen of 'n boek van dieselfde hoogte af laat val, sal beide die voorwerpe dieselfde tyd neem om die grond te bereik. Ons kan dit moontlik aantoon deur Newton se tweede wet en die vergelyking vir die gravitasiekrag toe te pas. Die krag tussen die Aarde (met 'n massa M_{Aarde}) en 'n voorwerp met massa m_v is: $F = \frac{Gm_v M_{\text{Earth}}}{d^2}$

en die versnelling van 'n voorwerp met massa m_v (in terme van die krag wat daarop inwerk) is $a_v = \frac{F}{m_v}$

Ons gebruik die vergelykings en vind dat:

$$a_v = G \frac{M_{Aarde}}{d_{Aarde}^2}$$

Aangesien dit nie afhanklik is van die massa van die voorwerp m_o nie, hang die versnelling van 'n liggaam (a.g.v. die Aarde se gravitasiekrag) nie af van die massa van die liggaam nie. Alle voorwerpe sal dus dieselfde gravitasieversnelling ondervind. Die krag op verskillende liggame sal verskillend wees maar die versnelling dieselfde. Omdat hierdie verstelling wat deur gravitasie veroorsaak word op alle voorwerpe dieselfde is, benoem ons dit verskillend. In plaas daarvan om a te gebruik, gebruik ons g_{Earth} wat ons die gravitasieversnelling noem, en wat 'n waarde van ongeveer $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ het.

Die feit dat die gravitasieversnelling onafhanklik is van die massa van die voorwerp is waar vir enige planeet en nie net die Aarde nie. Elke planeet se gravitasieversnelling verskil egter.

Oefening 2 – 7:

1. Wanneer die planeet Jupiter op sy naaste aan die Aarde is, is dit $6,28 \times 10^8 \text{ km}$ weg. Indien Jupiter 'n massa van $1,9 \times 10^{27} \text{ kg}$ het, wat is die grootte van die gravitasiekrag tussen Jupiter en die Aarde?
2. Wanneer die planeet Jupiter op sy verste weg van die Aarde is, is dit $9,28 \times 10^8 \text{ km}$ weg. Indien Jupiter se massa $1,9 \times 10^{27} \text{ kg}$ is, wat is die grootte van die gravitasiekrag tussen Jupiter en die Aarde?
3. Op watter afstand weg van die Aarde moet 'n satelliet met 'n massa van 80 kg wees om 'n krag van 1000 N te ondervind? Hoe ver van Jupiter moet dieselfde wees om dieselfde krag te ondervind?
4. Die radius van Jupiter is $71,5 \times 10^3 \text{ km}$ en die radius van die maan is $1,7 \times 10^3 \text{ km}$. As die maan 'n massa van $7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$ het, bepaal die gravitasieversnelling op Jupiter en op die maan.
5. Astrologie, NIE astronomie nie, maak 'n groot ophef van die posisie van die planete wanneer iemand gebore word. Die enigste bekende krag wat 'n planeet uitoefen op die Aarde is gravitasie. Bereken:
 - a) die gravitasiekrag uitgeoefen op 'n $4,20 \text{ kg}$ baba deur 'n 100 kg pa op $0,200 \text{ m}$ weg, by geboorte.
 - b) die krag op die baba asgewolg van Jupiter as dit die naaste afstand van die Aarde is, so wat $6,29 \times 10^{11} \text{ m}$.
 - c) Hoe vergelyk die krag wat Jupiter op die baba uitoefen met die krag wat deur die baba se pa op hom uitgeoefen word?
6. Die bestaan van die dwergplaneet Pluto is voorgestel vanuit die voorkoms van onreëlmatighede in die planeet Neptunus se wentelbaan. Pluto is ontdek baie naby sy voorgestelde posisie. Dit blyk nou egter dat die ontdekking vrugteloos

was, aangesien Pluto so klein is en die onreëlmatighede in die wentelbaan van Neptunus nie so goed beken/beskryf was nie. Om aan te toon dat Pluto 'n klein effek op die wentelbaan van Neptunus het in vergelyking met die naaste planeet aan Neptunus:

- Bereken die versnelling as gevolg van gravitasie by Neptunus as gevolg van Pluto as hulle soos $4,50 \times 10^{12}$ m van mekaar dit is. Die massa van Pluto is $1,4 \times 10^{22}$ kg en die massa van Neptune is $1,02 \times 10^{26}$ kg.
- Bereken die versnelling by Neptunus as gevolg van Uranus, tans ongeveer $2,50 \times 10^{12}$ m uitmekaar en vergelyk dit met die waarde as gevolg van Pluto. Uranus het 'n massa van $8,62 \times 10^{25}$ kg.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26TK 2. 26TM 3. 26TN 4. 26TP 5. 26TQ 6. 26TR



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Gewig en massa

ESEZ

In alledaagse gesprekke gebruik baie mense die terme gewig en massa asof dit dieselfde betekenis het, iets wat nie waar is nie.

Massa is 'n skalaar en gewig is 'n vektor. Massa is 'n aanduiding van die hoeveelheid materie in 'n voorwerp; gewig is 'n aanduiding van hoe sterk die Aarde die voorwerp aantrek. Jou massa is dieselfde ongeag waarheen jy gaan, hetsy jy op Aarde, die Maan, of iewers in die ruimte is, omdat die hoeveelheid materie waaruit jy bestaan nie verander nie. Jou **gewig** hang af van hoe sterk die gravitasiekrag is wat op die oomblik op jou inwerk; jy sal minder weeg op die Maan as op die Aarde, en in die ruimte sal jy byna geen gewig hê nie. Massa word in kilogram, kg, gemeet en gewig, wat 'n krag is, in newton, N.

Wanneer jy op 'n skaal staan probeer jy meet hoeveel van jou daar is. Mense wat probeer om hulle massa te verminder hoop om te sien dat die lesing op die skaal afneem, en dan praat hulle daarvan dat hulle gewig verloor het. Die persoon se gewig verminder wel maar dit is omdat die persoon se massa afneem. 'n Skaal maak gebruik van die persoon se gewig om sy massa te bepaal.

Jy kan $\vec{F}_g = m\vec{g}$ gebruik om gewig te bereken.

Uitgewerkte voorbeeld 21: Newton se tweede wet: hysbakke en g

VRAAG

'n Hysbak met 'n massa van 250 kg is aanvanklik in rus op die grondvloer van 'n hoë gebou. Passasiers met onbekende totale massa, m , klim in die hysbak. Die hysbak ver-

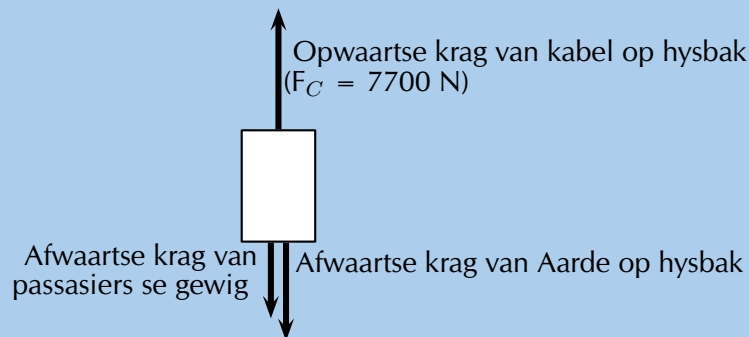
snel opwaarts teen $1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Die kabel wat die hysbak ondersteun oefen 'n konstant opwaartse krag van 7700 N uit.

1. Teken 'n benoemde kragtediagram wat al die kragte aandui op die hysbak, terwyl dit opwaartse versnel.
2. Wat is die maksimum massa, m , van die passasiers wat die hysbak kan vervoer ten einde 'n konstante opwaartse versnelling van $1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ te lewer.

OPLOSSING

Stap 1: Teken 'n kragtediagram

Ons kies opwaarts as die positiewe rigting.



Stap 2: Gravitatiekrag

Ons weet die gravitasieversnelling op enige voorwerp op Aarde, as gevolg van die Aarde, is $\vec{g} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ na die middelpunt van die Aarde (afwaarts). Ons weet dat die krag as gevolg van gravitasie op die hysbak of die passasiers in die hysbak $\vec{F}_g = m\vec{g}$ sal wees.

Stap 3: Bepaal die massa, m

Laat ons na die hysbak met passasiers as 'n eenheid kyk. Die massa van die eenheid sal $(250 \text{ kg} + m)$ wees en die krag waarmee die Aarde die eenheid aantrek (F_g) sal $(250 + m) \times 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ wees. Indien ons Newton se tweede bewegingswet op die situasie toepas sal ons die volgende kry:

$$\begin{aligned}F_{net} &= ma \\F_K - F_g &= ma \\7700 - (250 + m)(9,8) &= (250 + m)(1,6) \\7700 - 2500 - 9,8m &= 400 + 1,6m \\4800 &= 11,4m \\m &= 421,05 \text{ kg}\end{aligned}$$

Stap 4: Skryf jou finale antwoord neer

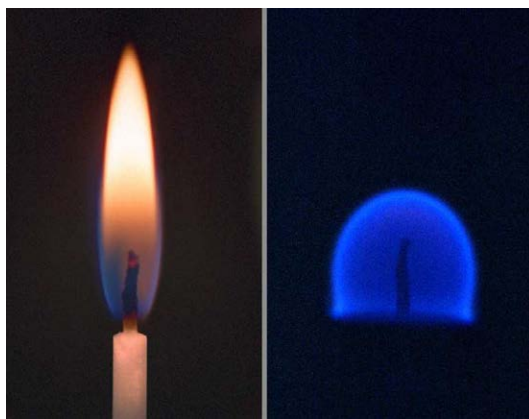
Die massa van die passasiers is 421,05 kg. As die massa groter was sal die afwaartse krag groter wees en die kabel sal 'n groter krag in die positiewe rigting moet uitoefen om dieselfde versnelling te behou.

In die alledaagse lewe praat ons daarvan om dinge te weeg. Ons verwys ook na hoeveel iets weeg. Dit is belangrik om te onthou dat as iemand vra hoeveel 'n appel weeg, hy/sy eintlik wil weet wat die massa van die appel is, en nie wat die krag is waarmee die Aarde die appel aantrek nie.

Gewigloosheid is nie as gevolg van 'n gebrek aan gravitasiekrag nie, of omdat daar geen gewig meer is nie. Gewigloosheid is 'n uiterste geval van skynbare gewig. Dink aan 'n hysbak wat afwaarts versnel en waarin jy effens ligter voel. Indien die hysbak afwaarts versnel teen die selfde versnelling as gravitasieversnelling, sal daar geen normaalkrag op jou inwerk nie. Die hysbak val teen die selfde tempo as jy en jy voel gewigloos. Die hysbak sal uiteindelik tot stilstand moet kom.

In 'n ruimtetuig is dit amper presies dieselfde geval. Die ruimtevaarders en die tuig voel presies dieselfde gravitasieversnelling en hul skynbare gewig is nul. Die enigste verskil is dat hulle nie afwaarts val nie. Beide het 'n groot snelheid loodreg met die gravitasiekrag wat hulle na die Aarde se oppervlak terugtrek. Hulle val in 'n sirkel om die Aarde. Die gravitasiekrag en die snelheid is perfek gebalanseer sodat hulle om die Aarde wentel.

In 'n gewiglose omgewing is dit moeilik om op en af te definieer en maak dit nie soveel saak soos in ons daaglikse lewe nie. In die ruimte beïnvloed dit baie dinge soos byvoorbeeld, 'n kers wat brand en waarvan die warm gasse nie opwaarts kan beweeg nie omdat opwaarts deur die rigting waarin gravitasiekrag inwerk bepaal word. Hierdie een is werklik in die ruimte getoets.



Figuur 2.10: 'n Kers brand op die Aarde (links) en 'n ander een brand in die ruimte (regs)

Oefening 2 – 8:

1. Jojo het 'n massa van 87,5 kg. Wat is sy gewig op die volgende planete:

a) Mercurius (radius $2,440 \times 10^3$ km en massa $3,3 \times 10^{23}$ kg)

b) Mars (radius $3,39 \times 10^3$ km en massa $6,42 \times 10^{23}$ kg)

c) Neptunus (radius $24,76 \times 10^3$ km en massa $1,03 \times 10^{26}$ kg)?

2. As voorwerp 1 'n gewig van $1,78 \times 10^3$ N op Neptunus het en voorwerp 2 het 'n gewig van $3,63 \times 10^5$ N op Mars, watter voorwerp het die grootste massa?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26TS 2. 26TT



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Vergelykende probleme

ESE32

Vergelykende probleme behels die berekening van iets in terme van iets anders wat bekend is. Indien jou gewig byvoorbeeld 490 N op Aarde en die gravitasieversnelling op Venus 0,903 van die gravitasieversnelling op Aarde is, dan sal jy $0,903 \times 490\text{N} = 442,5\text{N}$ op Venus weeg.

Metode vir die beantwoording van vergelykende probleme:

- Skryf die vergelykings neer en bereken al die groothede vir die gegewe situasie.
- Skryf al die verbande tussen die veranderlikes in die eerste en tweede gevalle neer.
- Skryf die tweede geval neer.
- Vervang al die veranderlikes uit die eerste geval in die tweede geval in.
- Skryf die tweede geval in terme van die eerste geval.

Uitgewerkte voorbeeld 22: Vergelykende probleem

VRAAG

'n Man het 'n massa van 70 kg. Die planeet Zirgon is dieselfde grootte as die Aarde maar het dubbel die massa van die Aarde. Wat sal die gewig van 'n man op Zirgon wees, indien die Aarde se gravitasieversnelling $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ is?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal watter inligting gegee is

Die volgende is voorsien:

- die massa van die man, m
- die massa van planeet Zirgon (m_Z) in terme van die massa van die Aarde (M_{Aarde}), $m_Z = 2M_{\text{Aarde}}$
- die radius van die planeet Zirgon (r_Z) in terme van die radius van die Aarde (r_E), $r_Z = r_{\text{Aarde}}$

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Daar word van ons verwag om die man se gewig op Zirgon (w_Z) te bepaal. Ons kan dit doen deur gebruik te maak van:

$$F_g = mg = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

om die gewig van die man op die Aarde te bereken en dan die waarde te gebruik om die gewig van die man op Zirgon te bereken.

Stap 3: Situasië op Aarde

$$\begin{aligned} F_{\text{Earth}} &= mg_A = G \frac{M_{\text{Aarde}} \cdot m}{r_A^2} \\ &= (70 \text{ kg}) (9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}) \\ &= 686 \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 4: Situasië op Zirgon in terme van die situasië op die Aarde

Skryf die vergelyking vir die gravitasiekrag op Zirgon en vervang daarna die waardes vir m_Z en r_Z , in terme van die waardes op die Aarde.

$$\begin{aligned} w_Z &= mg_Z = G \frac{m_Z \cdot m}{r_Z^2} \\ &= G \frac{2M_{\text{Aarde}} \cdot m}{r_{\text{Aarde}}^2} \\ &= 2 \left(G \frac{M_{\text{Aarde}} \cdot m}{r_A^2} \right) \\ &= 2F_{\text{Aarde}} \\ &= 2(686 \text{ N}) \\ &= 1372 \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 5: Gee die finale antwoord

Die man weeg 1372 N op Zirgon.

VRAAG

'n Man het 'n massa van 70 kg. Wat sal sy gewig op die planeet Beeble wees indien Beeble se massa die helfte van die Aarde se massa is en 'n radius een kwart van dié van die Aarde het. Gravitasieversnelling op die Aarde is $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal watter inligting gegee is

Die volgende is voorsien:

- die massa van die man op die Aarde, m
- die massa van die planeet Beeble (m_B) in terme van die massa van die Aarde (M_{Aarde}), $m_B = \frac{1}{2}M_{Aarde}$
- die radius van die planeet Beeble (r_B) in terme van die radius van die Aarde (r_A), $r_B = \frac{1}{4}r_E$

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Daar word van ons verwag om die man se gewig op Beeble (w_B) te bepaal. Ons kan dit doen deur gebruik te maak van

$$F_g = mg = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

om die gewig van die man op die Aarde te bereken en dan die waarde te gebruik om die gewig van die man op Beeble te bereken.

Stap 3: Situasië op Aarde

$$\begin{aligned} F_{Aarde} &= mg_{Aarde} = G \frac{M_{Aarde}}{r_E^2} \\ &= (70)(9,8) \\ &= 686 \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 4: Die situasië op Beeble in terme van die situasië op die Aarde

Skryf die vergelyking vir die gravitasiekrag op Beeble en vervang daarna die waardes vir m_B en r_B , in terme van die waardes op die Aarde.

$$\begin{aligned}
 F_{Beeble} &= mg_{Beeble} = G \frac{M_{Beeble}}{r_B^2} \\
 &= G \frac{\frac{1}{2} M_{Aarde}}{\frac{1}{4} r_E^2} \\
 &= 8 \left(G \frac{M_{Aarde}}{r_E^2} \right) \\
 &= 8(686) \\
 &= 5488 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Stap 5: Gee die finale antwoord.

Die man weeg 5488 N op Beeble.

Oefening 2 – 9:

1. Twee voorwerpe met massas $2X$ en $3X$ onderskeidelik, waar X 'n onbekende grootheid is, op 'n bepaalde afstand van mekaar af, oefen 'n krag F op mekaar uit. Wat sal die krag tussen die twee voorwerpe op dieselfde afstand van mekaar af wees indien hulle massas van onderskeidelik $5X$ en $6X$ het?
 - a) $0,2 F$
 - b) $1,2 F$
 - c) $2,2 F$
 - d) $5 F$
2. Soos die afstand wat 'n voorwerp bo die Aarde se oppervlak is toeneem, sal die gewig van die liggaam
 - a) toeneem
 - b) afneem
 - c) toeneem en daarna skielik afneem
 - d) dieselfde bly
3. 'n Satelliet wentel om die Aarde op 'n hoogte waar die gravitasiekrag 'n faktor van 4 minder is as op die Aarde se oppervlak. Indien die Aarde se radius R is sal die hoogte van die satelliet bo die Aarde gelyk wees aan:
 - a) R
 - b) $2R$
 - c) $4R$
 - d) $16R$
4. 'n Satelliet ondervind 'n krag F op die oppervlak van die Aarde. Wat sal die krag wees wat die satelliet op 'n afstand gelyk aan die deursnit van die Aarde bo die Aarde ondervind?

- a) $\frac{1}{F}$
- b) $\frac{1}{2} F$
- c) $\frac{1}{3} F$
- d) $\frac{1}{9} F$

5. Die gewig van 'n klip op die oppervlak van die Maan is W . Die radius van die maan is R . Op planeet Alfa het dieselfde klip 'n gewig van $8W$. Indien die planeet 'n radius die helfte van dié van die Maan het en die Maan 'n massa M het, sal die massa van planeet Alfa, gemeet in kg, die volgende wees:

- a) $\frac{M}{2}$
- b) $\frac{M}{4}$
- c) $2M$
- d) $4M$

6. Oorweeg die simbole vir die twee fisiese groothede g en G wat in Fisika gebruik word.

- a) Benoem die fisiese groothede wat deur g en G voorgestel word.
- b) Lei 'n formule af vir die berekening van g naby die Aarde se oppervlak deur gebruik te maak van Newton se Universele gravitasiewet. M en R stel onderskeidelik die massa en radius van die Aarde voor.

7. Twee sfere met massas 800 g en 500 g onderskeidelik word so geplaas dat hulle middelpunte 200 cm uit mekaar is. Bereken die gravitasiekrag tussen hulle.

8. Twee sfere met massa 2 kg en 3 kg onderskeidelik is so geplaas dat die gravitasiekrag tussen hulle $2,5 \times 10^{-8}$ N is. Bereken die afstand tussen die twee.

9. Twee identiese sfere word 10 cm uitmekaar geplaas. 'n Krag van $1,6675 \times 10^{-9}$ N bestaan tussen hulle. Bereken die massas van die sfere.

10. Halley se komeet, met 'n benaderde massa van 1×10^{15} kg was $1,3 \times 10^8$ km vanaf die Aarde op sy naaste punt aan die Aarde gedurende sy laaste besoek in 1986.

- a) Benoem die interaksiekrag tussen die Aarde en die komeet.
- b) Is die grootte van die krag wat deur die komeet ondervind word dieselfde, groter as, of kleiner as die krag wat deur die Aarde ondervind word? Verduidelik.
- c) Neem die versnelling van die komeet toe, af, of bly dit dieselfde soos die komeet nader aan die Aarde beweeg?
- d) Indien die massa van die Aarde 6×10^{24} kg is, bereken die grootte van die krag wat deur die Aarde op Halley se komeet uitgeoefen word op sy naaste punt aan die Aarde.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26TV 2. 26TW 3. 26TX 4. 26TY 5. 26TZ 6. 26V2
7. 26V3 8. 26V4 9. 26V5 10. 26V6



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

🔗 Sien aanbieding: 26V7 op www.everythingscience.co.za

- Die normaalkrag, $\vec{N}$, is die krag wat op 'n voorwerp uitgeoefen word deur die oppervlak wat daarmee in kontak is. Die normaalkrag is loodreg op die oppervlak.
- Wrywingskrag is die krag wat die beweging van 'n liggaam in kontak met die oppervlak teëwerk en parallel aan die oppervlak waarmee die voorwerp in kontak is. Die grootte van die wrywing is eweredig aan die normaalkrag.
- Ons kan vir elke oppervlak die konstante faktor bepaal, die wrywingkoëffisiënt, wat ons in staat stel om te bereken wat die wrywingskrag is as ons die grootte van die normaalkrag weet. Ons weet dat statiese wrywing en kinetiese wrywing verskillende groottes het, daarom het ons verskillende koëffisiënte vir die twee tipes wrywing.

- μ_s is die **statische** wrywingkoëffisiënt
- μ_k is die **kinetiese** wrywingkoëffisiënt

- Die komponente van die gravitasiekrag $\vec{F}_g$, parallel (x -rigting) en loodreg (y -rigting) op 'n helling word gegee deur:

$$F_{gx} = F_g \sin(\theta)$$

$$F_{gy} = F_g \cos(\theta)$$

- **Newton se eerste wet:** 'n liggaam behou sy toestand van rus of eenvormige beweging (beweging met 'n konstante snelheid) tensy 'n ongebalanseerde (netto of resultant) krag daarop inwerk.
- **Newton se tweede wet:** Indien die resultante krag op 'n liggaam inwerk sal die liggaam versnel in die rigting van die resultante krag. Die versnelling van die liggaam is direk eweredig aan die toegepaste krag en omgekeerd eweredig aan die massa van die liggaam. Dit kan wiskundig voorgestel word deur:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

- **Newton se derde wet:** Indien liggaam A 'n krag op liggaam B uitoefen sal liggaam B 'n gelyke krag op liggaam A uitoefen maar in die teenoorgestelde rigting.
- **Newton se Universele gravitasiewet:** Elke puntmassa trek elke ander puntmassa aan met 'n krag langs die lyn wat die massas verbind. Die krag is direk eweredig aan die produk van die massas en omgekeerd eweredig aan die kwadraat van die afstand tussen hulle.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

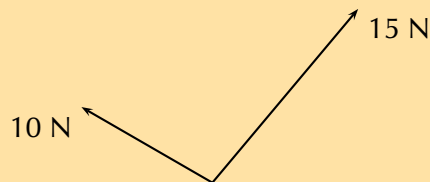
Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Afstand (d)	meter	m
Gewig (N)	Newton	N
Krag (F)	Newton	N
Massa (m)	kilogram	kg
Spanning (T)	Newton	N
Versnelling (a)	meter per sekonde kwadraat	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Oefening 2 – 10: Kragte en Newton se wette

1. 'n Krag werk in op 'n voorwerp. Noem drie uitwerkings wat die krag op die voorwerp kan hê.
2. Identifiseer elk van die volgende kragte as kontak of nie-kontakkragte.
 - a) Die krag tussen die noordpool van 'n magneet en 'n skuifspeld.
 - b) Die krag benodig om die deur van 'n huurmotor oop te maak.
 - c) Die krag benodig om 'n sokkerbal te stop.
 - d) Die krag wat veroorsaak dat 'n bal, wat van 'n hoogte 2 m laat val word, na die grond val.
3. 'n Boek met massa 2 kg lê op die tafel. Teken 'n benoemde kragtediagram om al die kragte op die boek aan te dui.
4. 'n Konstante, resultante krag werk in op 'n liggaam wat vry in 'n reguit lyn kan beweeg. Watter fisiese hoeveelheid sal konstant bly?
 - a) versnelling
 - b) snelheid
 - c) momentum
 - d) kinetiese energie

[SC 2003/11]

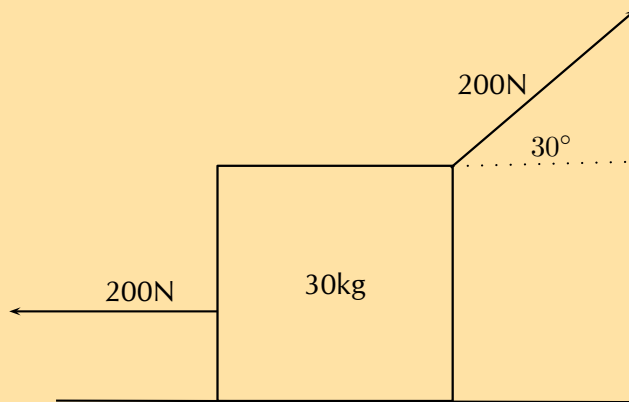
5. Twee kragte, 10 N en 15 N, werk met 'n hoek op dieselfde punt.



Watter van die volgende **kan nie** die resultant van hierdie twee kragte wees nie?

- a) 2 N
 - b) 5 N
 - c) 8 N
 - d) 20 N
- [SC 2005/11 SG1]
6. 'n Betonblok wat 250 N weeg verkeer in rus op 'n skuinsvlak teen 'n hoek van 20° . Die grootte van die normaalkrag in Newton is:
 - a) 250
 - b) $250 \cos 20^\circ$
 - c) $250 \sin 20^\circ$
 - d) $2500 \cos 20^\circ$
 7. 'n 30 kg kas rus op 'n plat wrywinglose oppervlak. Twee kragte van 200 N elk word op die kas toegepas soos aangetoon in die diagram. Watter stelling beskryf die beweging van die kas die beste?

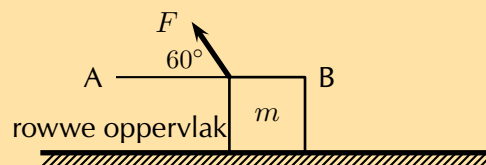
- a) Die kas word na die oppervlak gelig.
- b) Die kas beweeg na regs.
- c) Die kas beweeg nie.
- d) Die kas beweeg na links



8. 'n Betonblok wat 200 N weeg is in rus op 'n skuinsvlak teen 'n hoek van 20° . Die grootte van die normaalkrag in Newton is:

- a) 200
- b) $200 \cos 20^\circ$
- c) $200 \sin 20^\circ$
- d) $2000 \cos 20^\circ$

9. 'n Kis, massa m , is in rus op 'n growwe horisontale vlak. 'n Krag van konstante grootte F word toegepas op die boks teen 'n hoek van 60° met die horisontale vlak soos getoon.



Indien die kis 'n konstante horisontale versnelling van a het, is die wrywingskrag wat op die kis inwerk :

- a) $F \cos 60^\circ - ma$ in die rigting van A
- b) $F \cos 60^\circ - ma$ in die rigting van B
- c) $F \sin 60^\circ - ma$ in die rigting van A
- d) $F \sin 60^\circ - ma$ in die rigting van B

[SC 2003/11]

10. Thabo staan in 'n treinwa wat ooswaarts beweeg. Die trein rem skielik. Thabo hou aan om oos te beweeg as gevolg van die effek van:

- a) sy traagheid
- b) die traagheid van die trein
- c) die remkrag op hom.

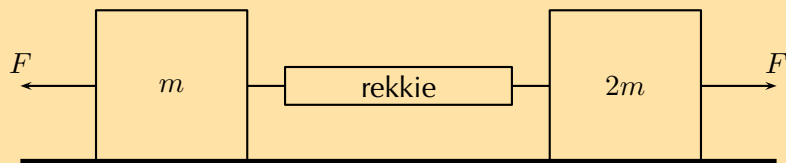
- d) 'n resulterende krag wat op hom inwerk.

[SC 2002/11 SG]

11. 'n 100 kg krat word teen 'n helling wat 'n hoek van 45° met die horisontaal maak geplaas. Die gravitasiekrag op die krat is 98 N. Die krat gly nie teen die helling af nie. Bereken die grootte en die rigting van die wrywingskrag en die normaalkrag wat in die situasie inwerk.
12. 'n Liggaam wat teen 'n *konstante snelheid* op 'n horisontale vlak beweeg, het 'n aantal ongelyke kragte wat daarop inwerk. Watter van die volgende stellings is korrek?
- a) Ten minste twee van die kragte moet in dieselfde rigting inwerk.
 - b) Die resultant van die kragte is nul.
 - c) Weerstand tussen die liggaam en die vlak veroorsaak 'n resulterende krag.
 - d) Die vektorsom van die kragte lewer 'n resultante krag wat in die rigting van beweging inwerk.

[SC 2002/11 HG1]

13. Twee massas van m en $2m$ onderskeidelik word aan mekaar verbind deur 'n rek op 'n wrywinglose oppervlak. Die massas word in teenoorgestelde rigtings getrek deur twee kragte, elkeen met 'n grootte van F , wat die rek uitrek en die massas in rus hou.

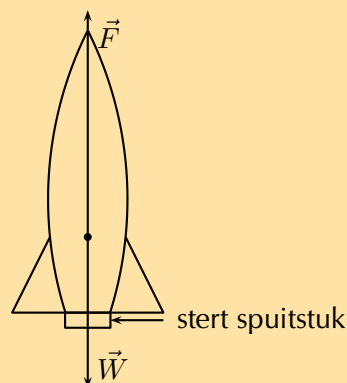


Watter een van die volgende twee gee die spanning in die rek?

- a) nul
- b) $\frac{1}{2}F$
- c) F
- d) $2F$

[IEB 2005/11 HG]

14. 'n Vuurpyl word van die lanseerplatform gelanseer en versnel opwaarts in die lug.

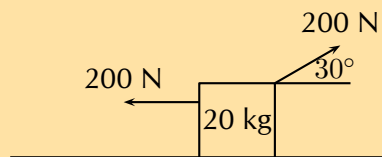


Die vuurpyl versnel omdat die grootte van die opwaartse krag F , groter is as die grootte van die vuurpyl se gewig W . Watter van die volgende stellings beskryf hoe die krag F ontstaan die **beste**?

- a) F is die krag van die lug op die basis van die vuurpyl.
- b) F is *afwaartse druk* wat die vuurpyl se gasspuit op die lug uitoefen.
- c) F is *afwaartse druk* wat deur die vuurpyl se gasspuit op die grond uitgeoefen word.
- d) F is die reaksie op die krag wat die vuurpyl op die gasse, wat deur die spuitstuk in ontsnap, uitoefen.

[IEB 2005/11 HG]

15. 'n Kis met 'n massa van 20 kg rus op 'n gladde horisontale oppervlakte. Wat sal met die kis gebeur indien twee kragte van 200 N elk gelyktydig op die kis toegepas word soos in die diagram aangedui.

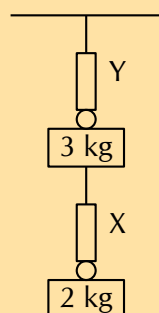


Die kas sal:

- a) opgelig van die oppervlak af.
- b) beweeg na links
- c) beweeg na regs
- d) bly in rus

[SC 2001/11 HG1]

16. 'n 2 kg massa word aan 'n trekskaal X gehang, terwyl 'n 3 kg massa van trekskaal Y gehang word. Balans X word op sy beurt aan die 3 kg massa gehang. Ignoreer die gewig van die twee trekskale.

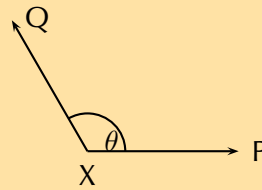


Die lesings (in N) op die trekskaal X en Y is soos volg:

	X	Y
a)	19,6	29,4
b)	19,6	49
c)	24,5	24,5
d)	49	49

[SC 2001/11 HG1]

17. P en Q is twee kragte van dieselfde grootte wat gelyktydig op 'n voorwerp by X inwerk.

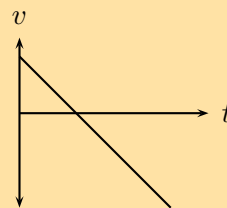


Aangesien die hoek θ tussen die kragte **verminder** is vanaf 180° tot 0° , sal die grootte van die resultante van die twee kragte

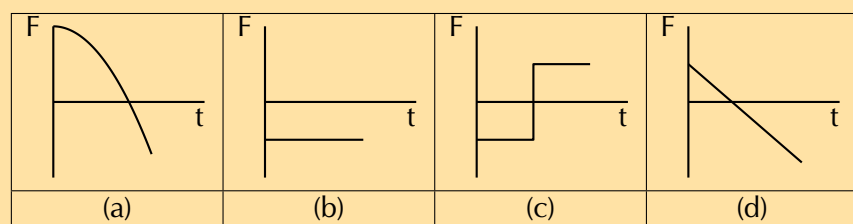
- a) aanvanklik toeneem en dan afneem
- b) aanvanklik afneem en dan toeneem
- c) slegs toeneem
- d) slegs afneem

[SC 2002/03 HG1]

18. Die grafiek hieronder beskryf die snelheid-tyd grafiek vir 'n bewegende voorwerp:

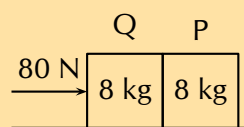


Watter van die volgende grafieke kan die verwantskap tussen die resultante krag wat op die voorwerp uitgeoefen word en die tyd die beste voorstel?



[SC 2002/03 HG1]

19. Twee blokke, elk met 'n massa van 8 kg, is in kontak met mekaar en word versnel langs 'n wrywingsvlak deur 'n krag van 80 N soos aangetoon in die diagram. Die krag wat blok Q op blok P uitoefen is gelyk aan...

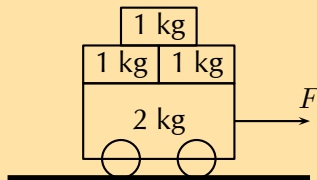


- a) 0 N
- b) 40 N

- c) 60 N
- d) 80 N

[SC 2002/03 HG1]

20. 'n 12 kg houer word op 'n ruwe oppervlak geplaas. 'n Krag van 20 N wat toegepas word teen 'n hoek van 30° met die horisontaal kan nie die houer laat beweeg nie. Bereken die grootte van die normaal en wrywingskragte.
21. Drie 1 kg massastukke is bo-op 'n 2 kg trollie geplaas. Wanneer 'n krag met grootte, F , op die trollie toegepas word, ondervind dit 'n versnelling a .



As een van die 1 kg massastukke afval terwyl F nog toegepas word, sal die trollie versnel teen ...

- a) $\frac{1}{5}a$
- b) $\frac{4}{5}a$
- c) $\frac{5}{4}a$
- d) $5a$

[SC 2002/03 HG1]

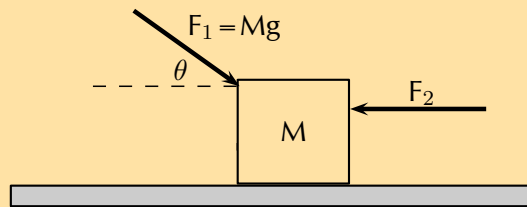
22. 'n Motor beweeg op 'n horisontale pad teen 'n konstante snelheid. Watter een van die volgende stellings is waar?
- a) Die motor is nie in ewilibrum nie.
 - b) Daar is geen kragte wat op die motor inwerk nie.
 - c) Daar is 'n zero resultante krag.
 - d) Daar is geen wrywingskrag nie.

[IEB 2004/11 HG1]

23. 'n Hyskraan lig 'n vrag vertikaal opwaarts teen 'n konstante spoed. Die opwaartse krag wat op die vrag uitgeoefen word is F . Watter van die volgende stellings is korrek?
- a) Die versnelling van die vrag is $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ afwaarts.
 - b) Die resultante krag op die vrag is F .
 - c) Die vrag het 'n gewig wat gelyk in grootte is aan F .
 - d) Die kragte van die hyskraan op die vrag, tesame met die gewig van die vrag, is 'n voorbeeld van 'n aksie-reaksie paar volgens Newton se derde wet.

[IEB 2004/11 HG1]

24. 'n Liggaam met massa M is in rus op 'n gladde horisontale vlak met twee kragte toegepas soos in die diagram hieronder. Krag F_1 is gelyk aan Mg . Die krag F_1 is na regs toegepas en maak 'n hoek θ met die horisantaal, en 'n krag F_2 word horisontaal na links toegepas.



Hoe word die liggaam beïnvloed as die hoek θ vergroot word?

- a) Dit bly in rus.
- b) Dit lig vanaf die oppervlak af op, en versnel na regs.
- c) Dit lig vanaf die oppervlak af op, en versnel na links.
- d) Dit versnel na links, terwyl dit oor die gladde horisontale oppervlak beweeg.

[IEB 2004/11 HG1]

25. Watter van die volgende stellings is die korrekte verduideliking van hoekom 'n passasier in 'n motor, wat nie deur 'n veiligheidsgordel vasgehou word nie, aanhou vorentoe beweeg wanneer die remme skielik aangeslaan word?
- a) Die remkrag wat op die motor toegepas word oefen 'n gelyke en teenoorgestelde krag op die passasier uit.
 - b) 'n Voorwaartse krag (wat inersie genoem word) werk op die passasier in.
 - c) 'n Resultante voorwaartse krag werk op die passasier in.
 - d) 'n Zero resultante krag werk op die passasier in.

[IEB 2003/11 HG1]

26. 'n Vuurpyl (massa 20 000 kg) versnel vanuit rus na $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ in die eerste 1,6 sekondes van sy opwaartse reis in die ruimte in.
- Die vuurpyl se aandrywingsstelsel bestaan uit uitlaatgasse, wat by 'n uitlaat in sy basis uitgedruk word.
- a) Verduidelik, met verwysing na die toepaslike Newton se wet, hoe die ont-snappende uitlaatgasse 'n opwaartse krag (stukrag) aan die vuurpyl verskaf.
 - b) Wat is die grootte van die totale stukrag wat op die vuurpyl uitgeoefen word gedurende die eerste 1,6 s?
 - c) 'n Ruimtevaarder met 'n massa van 80 kg word in die ruimtecapsule gedra. Bepaal die resultante krag wat op hom inwerk gedurende die eerste 1,6 s.
 - d) Verduidelik waarom die ruimtevaarder, terwyl hy in sy stoel sit, "swaarder" voel terwyl die vuurpyl gelanseer word.

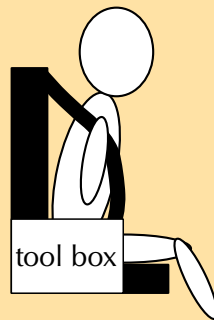
[IEB 2004/11 HG1]

- 27.
- a) Stel Newton se tweede wet van beweging.
 - b) 'n Sportmotor (massa 1000 kg) is daartoe in staat om uniform vanaf rus tot $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ te versnel, in 'n minimum tyd van 6 s.
 - i. Bereken die grootte van die versnelling van die motor.
 - ii. Wat is die grootte van die resultante krag wat op die motor inwerk gedurende hierdie 6 s?

- c) Die grootte van die krag wat die wiele van die motor op die padoppervlak uitoefen soos die motor versnel is 7500 N. Wat is die grootte van die vertragingskragte wat op die motor inwerk?
- d) Deur na die toepaslike wet van beweging te verwys, verduidelik waarom 'n kopstuk (van 'n stoel) so belangrik is vir 'n motor met só 'n groot versnelling.

[IEB 2003/11 HG1 - Sportmotor]

28. 'n Kind (massa 18 kg) is op 'n motorsitplek vasgegordel wanneer die motor teen konstante spoed op 'n gelyk pad na die regterkante toe beweeg. 'n Gereedskapkis lê langs hom op die sitplek.



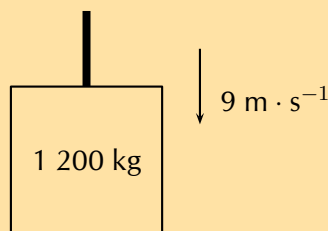
Die bestuurder rem skielik, wat die motor vinnig tot stilstand bring. Daar is weglaatbare wrywing tussen die motorsitplek en die gereedskapkis.

- a) Teken 'n benoemde kragtediagram van **die kragte wat op die kind inwerk** gedurende die tyd wat die voertuig gerem word.
- b) Teken 'n benoemde kragtediagram van **die kragte wat op die kis inwerk** gedurende die tyd wat die voertuig gerem word.
- c) *Moderne motors word ontwerp met veiligheidskenmerke (bo en behalwe veiligheidsgordels) om bestuurders en passasiers gedurende botsings te beskerm, bv. die vrommelsones van die motor se bakwerk. Eerder as om tydens 'n botsing rigied te bly, laat die vrommelsones die bakwerk toe om bestendig ineen te stort.*

Stel Newton se tweede wet van beweging.

[IEB 2005/11 HG1]

29. Die totale massa van 'n hysbak met sy belading is 1200 kg. Dit beweeg afwaarts met 'n konstante snelheid van $9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

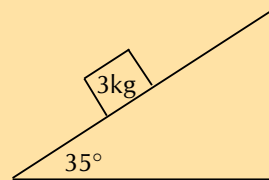


- a) Wat sal die grootte van die krag wees wat die kabel op die hysbak uitoefen terwyl dit teen 'n konstante snelheid afwaarts beweeg? Gee 'n verduideliking van jou antwoord.
- b) *Die hysbak word nou gelykmatig tot rus gebring oor 'n afstand van 18 m. Bereken die grootte van die versnelling van die hysbak.*

- c) Bereken die grootte van die krag wat deur die kabel uitgeoefen word terwyl die hysbak tot rus gebring word.

[SC 2003/11 HG1]

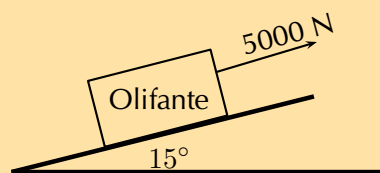
30. 'n Drywingskrag van 800 N werk in op 'n motor met massa 600 kg.
- Bereken die motor se versnelling.
 - Bereken die motor se spoed na 20 s.
 - Bereken die nuwe versnelling indien 'n wrywingskrag van 50 N op die motor begin inwerk na 20 s.
 - Bereken die spoed van die motor na nog 20 s (m.a.w. 'n totaal van 40 s na die begin).
31. 'n Stilstaande blok met massa 3 kg is bo-op 'n vlak wat 'n hoek van 35° met die horisontaal vorm.



- Teken 'n kragtediagram (nie volgens skaal nie). Sluit die gewig van die blok, sowel as die komponente van die gewig wat loodreg op, en parallel is met, die skuinsvlak, in.
 - Bepaal die waardes van die gewig se loodregte en parallelle komponente.
32. 'n Krat op 'n skuinsvlak

Olifante word vanaf die Kruger Nasionale Park na die Oos-Kaap verskuif. Hulle word in kratte gelaai wat teen 'n laaibrug ('n skuinsvlak) opgetrek word oor wrywinglose rollers.

Die diagram toon 'n krat wat op 'n skuinsvlak stil gehou word deur 'n tou wat parallel aan die skuinsvlak is. Die spanning in die tou is 5000 N.



- Verduidelik hoe 'n mens die volgende kan aflei: "Die kragte wat op die krat inwerk is in ewewig."
- Teken 'n benoemde kragtediagram van die kragte wat op die olifant inwerk. (Beskou die hyskraan en olifant as een voorwerp en stel hulle met 'n kolkeltjie voor. Wys ook die toepaslike hoeke tussen die kragte.)
- Die krat het 'n massa van 800 kg. Bereken die massa van die olifant.
- Die krat word nou teen 'n konstante spoed teen die skuinsvlak opgetrek. Hoe beïnvloed die optrek van die krat teen 'n konstante spoed teen die skuinsvlak die kragte wat op die hyskraan en die olifant inwerk? Regverdig jou antwoord deur enige wet of beginsel te noem wat op hierdie situasie van toepassing is.

[IEB 2002/11 HG1]

33. 'n Motor op sleeptou

Motor A sleep Motor B met 'n ligte insleeptou. Die motors beweeg op 'n reguit, horisontale pad.

- Skryf 'n stelling van Newton se tweede wet van beweging (in woorde) neer.
- Soos hulle wegtrek oefen Motor A 'n voorwaartse krag van 600 N uit aan sy kant van die insleeptou. Die wrywingskrag op Motor B wanneer dit begin beweeg is 200 N. Die massa van Motor B is 1200 kg. Bereken die versnelling van Motor B.
- Na 'n ruk beweeg die motors teen 'n konstante snelheid. Die krag wat die insleeptou nou uitoefen is 300 N, terwyl die wrywingskrag op Motor B toeneem. Wat is die grootte en rigting van die wrywingskrag op Motor B nou?
- Die insleep van motors met 'n tou is baie gevaarlik. 'n Soliede stang behoort gebruik te word in voorkeur tot 'n insleeptou. Dit is veral die geval as Motor A skielik rem. Wat sal die voordeel van 'n soliede stang bo 'n insleeptou wees is só 'n situasie?
- Die massa van Motor A is ook 1200 kg. Motor A en Motor B is nou vas aan mekaar gemaak met 'n soliede insleepstang en die totale remkrag is 9600 N. Oor watter afstand kon die motors tot stilstand vanaf 'n snelheid van $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$?

[IEB 2002/11 HG1]

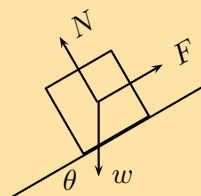
34. Die toets van die remme van 'n motor

'n Remtoets word gedoen op 'n motor wat teen $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ beweeg. 'n Remafstand van 30 m word gemeet wanneer 'n remkrag van 6000 N op die motor toegepas word om dit tot stilstand te bring.

- Bereken die versnelling van die motor wanneer 'n remkrag van 6000 N toegepas word.
- Toon aan** dat die massa van hierdie motor 900 kg is.
- Hoe lank (in s) neem dit vir hierdie motor om tot standstil te kom vanaf $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, as gevolg van die rem-aksie hierbo beskryf?
- 'n Sleepwa met massa 600 kg is aan die motor vas gemaak, en die remtoets word herhaal vanaf $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, deur die gebruik van dieselfde remkrag van 6000 N. Hoeveel langer sal dit neem om die motor saam met die sleepwa tot stilstand te bring?

[IEB 2001/11 HG1]

35. 'n Houer is in rus op 'n gladde vlak wat 'n hoek θ met die horisontaal maak.

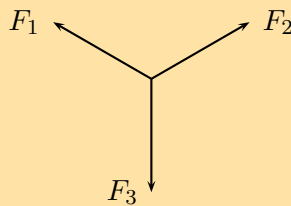


F is die krag wat deur 'n tou op die houer uitgeoefen word. w is die gewig van die houer en N is die normale krag van die vlak op die houer. Watter van die volgende stellings is korrek?

- a) $\tan \theta = \frac{F}{w}$
- b) $\tan \theta = \frac{F}{N}$
- c) $\cos \theta = \frac{F}{w}$
- d) $\sin \theta = \frac{N}{w}$

[IEB 2005/11 HG]

36. As gevolg van drie kragte F_1 , F_2 en F_3 wat op 'n voorwerp inwerk by punt P, is die voorwerp in ewewig.

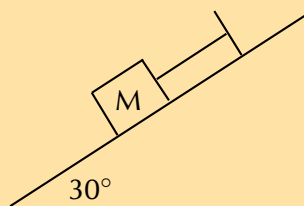


Watter van die volgende stellings is **onwaar** met verwysing na die drie kragte?

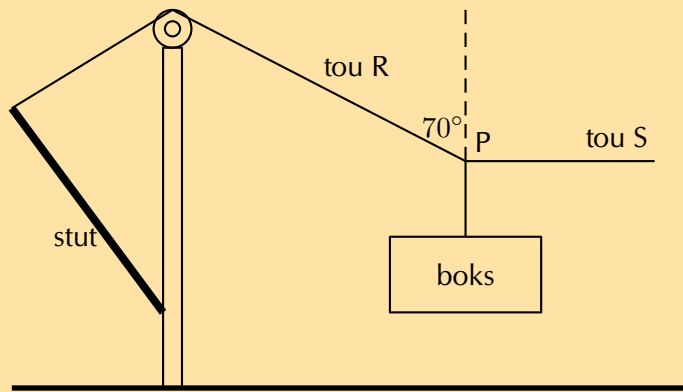
- a) Die resultant van kragte F_1 , F_2 en F_3 is zero.
- b) Kragte F_1 , F_2 en F_3 lê in dieselfde vlak.
- c) Krag F_3 is die resultant van kragte F_1 en F_2 .
- d) Die som van die komponente van al die kragte in enige gekose rigting is zero.

[SC 2001/11 HG1]

37. 'n Blok met massa M word stilgehou deur 'n tou met weglaatbare massa. Die blok rus op 'n wrywingslose vlak wat 'n hoek van 30° met die horisontaal maak.



- a) Teken 'n benoemde kragtediagram wat al die kragte wys wat op die blok inwerk.
 - b) Ontbind die krag as gevolg van die invloed van swaartekrag in komponente loodreg op, en parallel met die vlak.
 - c) Bereken die gewig van die blok wanneer die krag in die tou 8 N is.
38. 'n Swaar vierkantige houer, massa m , word deur middel van 'n tou R, wat oor 'n katrol gaan wat aan 'n paal vasgemaak is, opgelig. 'n Tweede tou S, wat aan tou R by punt P vasgemaak is, oefen 'n horisontale krag uit en trek die houer na regs. Nadat die houer tot 'n sekere hoogte gelig is, word dit stil gehou soos in die skets hieronder getoon. Ignoreer die massas van die toue. Die spanning in die tou R is 5850 N.



- Teken 'n diagram (met byskrifte) van al die kragte wat op punt P inwerk wanneer P in ewilibrum is.
- Deur die krag wat by tou R inwerk in sy komponente te ontbind, bereken die
 - groote van die krag wat by tou S uitgeoefen word.
 - massa, m , van die houer.

[SC 2003/11]

- 'n Insleepwa probeer om 'n stukkende motor met massa 400 kg te sleep. Die statiese wrywingskoëffisiënt is 0,60 en die kinetiese (dinamiese) wrywingskoëffisiënt is 0,4. 'n Tou verbind die insleepwa met die motor. Bereken die krag benodig:
 - om die motor net te laat beweeg as die tou parallel met die pad is.
 - om die motor teen 'n konstante spoed aan die beweeg te hou as die tou parallel aan die pad is.
 - om die motor net te laat beweeg as die tou 'n hoek van 30° met die pad maak.
 - om die motor met 'n konstante spoed te laat beweeg as die tou 'n hoek van 30° met die pad maak.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. 26V8 | 2a. 26V9 | 2b. 26VB | 2c. 26VC | 2d. 26VD | 3. 26VF |
| 4. 26VG | 5. 26VH | 6. 26VJ | 7. 26VK | 8. 26VM | 9. 26VN |
| 10. 26VP | 11. 26VQ | 12. 26VR | 13. 26VS | 14. 26VT | 15. 26VV |
| 16. 26VW | 17. 26VX | 18. 26VY | 19. 26VZ | 20. 26W2 | 21. 26W3 |
| 22. 26W4 | 23. 26W5 | 24. 26W6 | 25. 26W7 | 26. 26W8 | 27. 26W9 |
| 28. 26WB | 29. 26WC | 30. 26WD | 31. 26WF | 32. 26WG | 33. 26WH |
| 34. 26WJ | 35. 26WK | 36. 26WM | 37. 26WN | 38. 26WP | 39. 26WQ |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

1. 'n Voorwerp trek 'n ander voorwerp aan met 'n gravitasiekrag F . As die afstand tussen die middelpunte van die twee voorwerpe verminder word tot ($\frac{1}{3}$) van die oorspronklike afstand, wat sal die aantrekkingskrag wat die een voorwerp op die ander een uitoefen wees?

- a) $\frac{1}{9}F$
- b) $\frac{1}{3}F$
- c) $3F$
- d) $9F$

[SC 2003/11]

2. 'n Voorwerp word 'n hoogte van 1 km bo die Aarde laat val. Indien weerstand geïgnoreer word, is die versnelling van die voorwerp afhanlik van die

- a) massa van die voorwerp
- b) radius van die Aarde
- c) massa van die Aarde
- d) gewig van die voorwerp

[SC 2003/11]

3. 'n Man het 'n massa van 70 kg op Aarde. Hy loop op 'n nuwe planeet wat 'n massa van vier keer die massa van die Aarde het, maar met 'n radius dieselfde as die Aarde se ($M_E = 6 \times 10^{24}$ kg, $r_E = 6 \times 10^6$ m)

- a) Bereken die krag tussen die man en die Aarde.
- b) Wat is die man se massa op die nuwe planeet?
- c) Sal sy gewig groter of kleiner wees op die nuwe planeet? Verduidelik hoe jy by jou antwoord uitgekom het.

4. Bereken die afstand tussen twee voorwerpe, 5000 kg en 6×10^{12} kg onderskeidelik, as die grootte van die krag tussen hulle 3×10^8 N is.

5. 'n Ruimtevaarder in 'n satelliet 1600 km bo die Aarde envaar 'n gravitasiekrag met grootte 700 N op die Aarde. Die Aarde se radius is 6400 km. Bereken:

- a) die grootte van die gravitasiekrag wat die ruimtevaarder in die satelliet ervaar.
- b) die grootte van die gravitasiekrag op 'n voorwerp in die satelliet wat 300 N op Aarde weeg.

6. 'n Ruimtevaarder met massa 70 kg op Aarde land op 'n planeet wat die helfte die Aarde se radius het, maar twee keer sy massa. Bereken die grootte van die gravitasiekrag wat op hom op die planeet uitgeoefen word.

7. Bereken die grootte van die aantrekkingskrag tussen twee loodsfeer met massas van 10 kg en 6 kg onderskeidelik, as hulle 50 mm van mekaar af geplaas word.

8. Die gravitasiekrag tussen twee voorwerpe is 1200 N. Wat is die gravitasiekragte tussen die voorwerpe as die massa van elkeen verdubbel word en die afstand tussen hulle gehalveer word?

9. Bereken die gravitasiekrag tussen die Son met 'n massa van 2×10^{30} kg en die Aarde met 'n massa van 6×10^{24} kg, as die afstand tussen hulle $1,4 \times 10^8$ km is.
10. Hoe verander die gravitasiekrag tussen twee voorwerpe wanneer
- die massa van elke voorwerp verdubbel word.
 - die afstand tussen die middelpunte van die twee voorwerpe verdubbel word.
 - die massa van die een voorwerp gehalveer word, en die afstand tussen die middelpunte van die voorwerpe gehalveer word.
11. Lees elkeen van die volgende stellings en sê of jy saamstem of nie. Gee redes vir jou antwoord en herskryf die stelling indien nodig:
- die swaartekragversnelling g is konstant.
 - die gewig van 'n voorwerp is onafhanklik van sy massa.
 - G is onafhanklik van die massa van die voorwerp wat versnel word.
12. 'n Ruimtevaarder weeg 750 N op die oppervlak van die Aarde.
- Wat sal sy gewig op die oppervlak van Saturnus wees as dié se massa 100 keer groter is as die Aarde met 'n radius 5 keer groter as die Aarde s'n?
 - Wat is die massa van Saturnus?
13. Jou massa is 60 kg op grondvlak in Parys. Hoeveel minder sal jy weeg nadat jy die hysbak na die bopunt van die Eiffeltoring, wat 405 m hoog is, geneem het? Aanvaar dat die Aarde se massa $6,0 \times 10^{24}$ kg is, en die Aarde se radius 6400 km is.
- 14.
- Stel Newton se Wet van Universele Gravitasie
 - Gebruik Newton se Wet van Universele Gravitasie om die grootte van die versnelling as gevolg van gravitasie op die Maan te bepaal.
Die massa van die Maan is $7,4 \times 10^{22}$ kg.
Die radius van die Maan is $1,74 \times 10^6$ m.
 - Sal 'n ruimtevaarder, uitgerus in sy ruimtepak, hoër op die Maan of op die Aarde spring? Gee redes vir jou antwoord.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1. 26WR | 2. 26WS | 3. 26WT | 4. 26WV | 5. 26WW | 6. 26WX |
| 7. 26WY | 8. 26WZ | 9. 26X2 | 10. 26X3 | 11a. 26X4 | 11b. 26X5 |
| 11c. 26X6 | 12. 26X7 | 13. 26X8 | 14. 26X9 | | |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

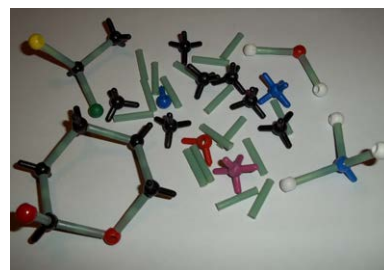
Atomiese kombinasies

3.1	<i>Chemiese binding</i>	140
3.2	<i>Molekulêre vorm</i>	152
3.3	<i>Elektronegatiwiteit</i>	157
3.4	<i>Energie en binding</i>	163
3.5	<i>Opsomming</i>	164

Ons bly in 'n wêreld wat uit 'n baie groot aantal ingewikkelde verbindings bestaan. Oral rondom ons sien ons die gevolge van chemiese binding, vanaf die stoel waarop jy sit, tot die boek wat jy vashou, tot die lug wat jy inasem. Dink jou in hoe dit sou wees as al die elemente in die periodieke tabel nie bindings gevorm het nie, maar eerder op hulle eie gebly het. Ons wêreld sou baie vervelig gewees het, met slegs bietjie meer as 'n 100 elemente om te gebruik.

Gestel jy verf 'n prentjie waarin jy die kleure rondom jou wil aandui. Die enigste verf tot jou beskikking is rooi groen, geel, blou, wit en swart. Jy is tog ook daartoe in staat om pienk, pers, oranje en baie ander kleure te skep deur hierdie verwe te meng. Op dieselfde manier kan elemente beskou word as die natuur se verfpalet. Die elemente kan op verskillende maniere kombineer om nuwe verbindings te vorm en die wêreld om jou te skep.

In Graad 10 het ons chemiese bindings begin ondersoek. In hierdie hoofstuk sal ons chemiese bindings verder bestudeer en verklaar hoekom chemiese bindings voorkom. Ons verduidelik drie tipes binding, naamlik kovalente bindings, ioniese bindings en metaalbindings. In die hoofstuk fokus ons hoofsaaklik op kovalente bindings en die molekules wat as gevolg van kovalente bindings vorm.



NOTA:

In hierdie hoofstuk verwys die term molekule na 'n kovalente molekulêre struktuur. Dit is 'n kovalente verbinding wat as 'n enkele eenheid bestaan en reageer.

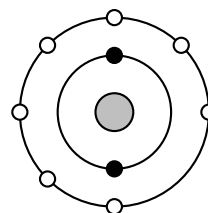
3.1 Chemiese binding

ESE34

Waarom verbind atome

ESE35

Aan die begin van hierdie gedeelte is dit belangrik om te onthou dat ons die *model* van verbindings, wat gebaseer is op die *model* van 'n atoom, bespreek. Uit die besprekings oor atome (in Graad 10) sal jy onthou dat 'n model 'n *voorstelling* van die werklikheid is. Volgens die model van 'n atoom wat jy in Graad 10 geleer het, bestaan die atoom uit 'n sentrale kern wat deur elektrone, gerangskik in vaste energievlakke, omring word. 'n Energievlak word soms ook 'n *skil* genoem. Binne elke energievlak beweeg elektrone in *orbitale* met verskillende vorms. Die elektrone in die buitenste energievlakke van die atoom word die **valenselektrone** genoem. Dié model van 'n atoom is handig wanneer jy probeer verstaan hoe die verskillende tipes verbindings tussen atome plaasvind.



Figuur 3.1:

Die elektronrangskikking in 'n fluooratoom. Die elektrone (klein swart ingekleurde sirkeltjies op die binneste kring) is die kernelektrone en die elektrone (klein swart ongekleurde sirkeltjies op die buitenste kring) is die valenselektrone.

Die volgende punte is in die vroeëre besprekings oor elektrone en energievlakke gemaak:

- Elektrone probeer altyd om in die laagste energievlak te wees
- Die edelgasse het gevulde valenselektron orbitale. Neon het, byvoorbeeld, die volgende elektronkonfigurasie $1s^2 2s^2 2p^6$. Die tweede energievlak, die buitenste of valensvlak, is gevul.
- Atome verbind met mekaar om 'n edelgas elektronkonfigurasie te bekom.
- Atome met 'n gevulde valenselektronorbitaal is minder reaktief.

WENK

'n Model gebruik dit wat in die wêreld rondom ons waargeneem word om sekere voorspellings te maak ook dit wat ons nie kan sien nie.

Energie en binding

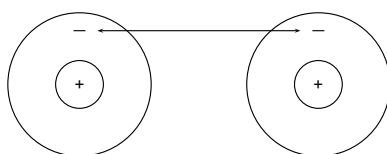
ESE36

Daar is twee moontlikhede wat ons in gedagte moet hou wanneer atome nader aan mekaar beweeg. Eerstens kan twee atome nader aan mekaar beweeg en 'n verbinding vorm. Tweedens kan dit gebeur dat atome nader aan mekaar beweeg en nie 'n verbinding vorm nie. Ter verduideliking van die eerste moontlikheid gebruik ons waterstof as voorbeeld en vir die tweede moontlikheid gebruik ons helium as 'n voorbeeld.

Geval 1: 'n Verbinding vorm

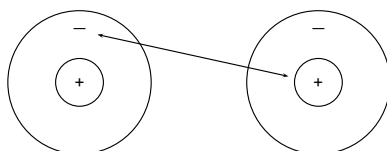
Begin deur jou te verbeel dat twee waterstof atome nader aan mekaar beweeg. Soos wat hulle nader kom werk drie kragte gelyktydig op die atome in. Hierdie kragte word hieronder verduidelik:

1. **Afstotende krag** tussen die elektrone van die atome, aangesien gelyksoortige ladings mekaar afstoot.



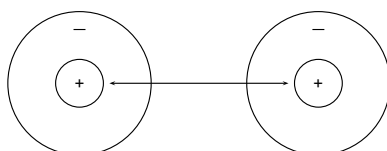
Figuur 3.2: Afstoting tussen elektrone

2. **Aantrekkingskragte** tussen die kern van een atoom en die elektrone van 'n ander.



Figuur 3.3: Aantrekking tussen elektrone en protone

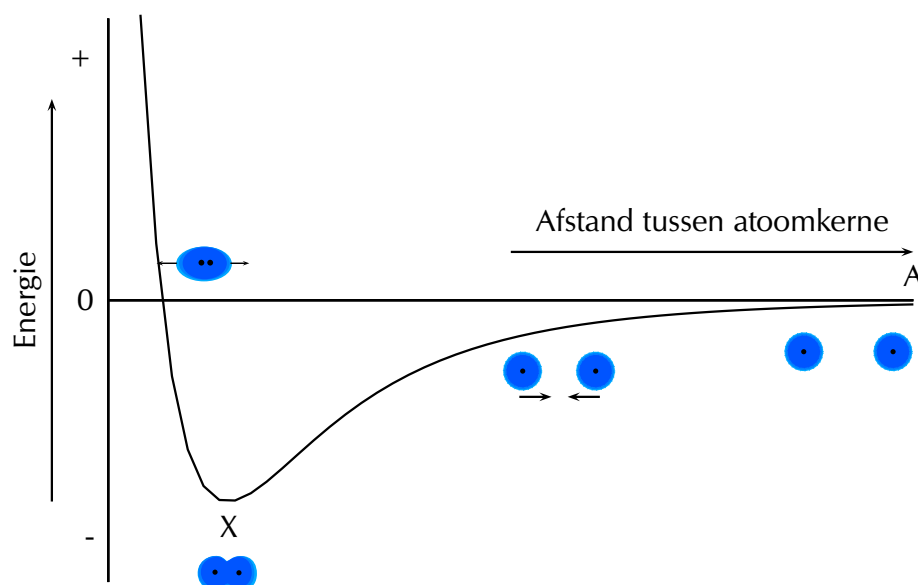
3. **Afstotende krag** tussen twee positief-gelaaide kerne



Figuur 3.4: Afstoting tussen protone

Hierdie drie kragte werk gelyktydig wanneer die twee atome na aan mekaar kom. Net soos die totale krag wat die atome ondervind verander, verander die hoeveelheid energie in die stelsel ook.

Kyk nou na Figuur 3.5 om die energieveranderinge wat plaasvind wanneer twee atome na mekaar toe beweeg, te verstaan.



Figuur 3.5: Grafiek wat die energieverandering toon wat plaasvind wanneer twee waterstofatome nader na mekaar toe beweeg.

Verbeel jou jy hou een atoom vas en die ander beweeg nader aan die eerste. Soos wat die tweede waterstofatoom nader aan die eerste beweeg (van punt A tot punt X) sal die energie van die sisteem afneem. Aantrekkende kragte domineer hierdie deel van die interaksie. Soos wat die tweede atoom nader aan die eerste beweeg en nader aan punt X kom, word meer energie benodig om hierdie atome weg van mekaar af te trek. Dit lewer 'n negatiewe potensiele energie.

By punt X balanseer die aantrekkende en afstotende kragte wat op die twee waterstofatome inwerk mekaar. Die energie van die sisteem is by 'n minimum.

Verder weg aan die linkerkant van punt X word die afstotende kragte sterker as die aantrekkende kragte en die energie van die stelsel neem toe.

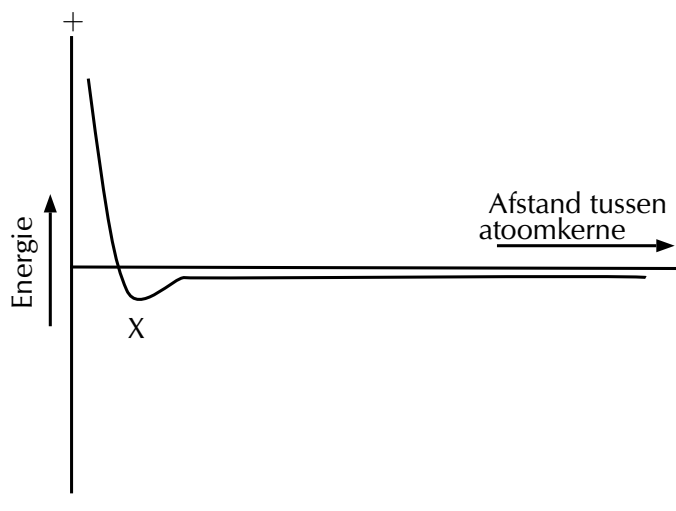
Vir waterstof is die energie by punt X laag genoeg dat die twee atome bymekaar bly en nie van mekaar af losbreek nie. Dit is waarom dit in die Lewis diagram vir 'n waterstofmolekule nodig is om twee waterstof atome teenaan mekaar te teken met 'n elektronpaar tussen hulle.



Ons sien ook dat hierdie rangskikking aan beide waterstofatome 'n gevulde buitenste energievak gee (deur die deling van elektrone, bekend as kovalente binding).

Geval 2: 'n Verbinding word nie gevorm nie

As ons nou na helium kyk kan ons sien dat elke heliumatoom 'n gevulde buitenste energievlak het. Deur na Figuur 3.6 te kyk vind ons dat die energiemimum vir twee heliumatome baie naby aan nul is. Dit beteken dat die twee atome naby aan mekaar kan kom, en van mekaar af weg kan beweeg, sonder dat hulle ooit aan mekaar vassit.



Figuur 3.6: Grafiek wat die energieverandering toon wat plaasvind wanneer twee heliumatome nader na mekaar toe beweeg.

In die geval van helium is die minimum energie by punt X nie laag genoeg dat twee atome bymekaar bly nie en hulle beweeg weer weg van mekaar af. Dit is waarom, wanneer die Lewis diagram vir helium geteken word, slegs een helium atoom geteken word. Daar is geen verbinding nie.

Ons sien ook dat helium reeds 'n volledig gevulde buitenste energievlak het en geen verbinding vorm nie.



► Sien simulatie: 26XB op www.everythingscience.co.za

Valenselektrone en Lewis diagramme

ESE37

Noudat ons meer van verbindings verstaan is dit nodig om weer Lewis diagramme te hersien waarvan jy in Graad 10 geleer het. Die kennis oor waarom atome verbind en die kennis oor hoe om Lewis diagramme te teken gee vir jou die gereedskap wat jy nodig het om te voorspel watter atome met mekaar sal verbind en watter vorm die molekule wat ontstaan sal hê.

In Graad 10 het ons geleer hoe om die elektroniese struktuur vir enige element te skryf. Vir die teken van Lewis diagramme is die metode waarmee jy vertrou moet wees die spektroskopiese notasie. Die konfigurasie van chloor in spektroskopiese notasie is byvoorbeeld: $1s^2 2s^2 2p^5$. Of, as ons die gekondenseerde vorm gebruik: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$. Die gekondenseerde spektroskopiese notasie wys jou vinnig hoe die valenselektrone van die element gerangskik is.

WENK

'n **Lewis diagram** gebruik kolle of kruisies om die **valenselektrone** van verskillende atome voor te stel. Die chemiese simbool van die element word gebruik om die kern en die kernelektrone van die atoom voor te stel.

WENK

Jy kan die ongepaarde elektrone enige plek (bo, onder, links of regs) plaas. Die presiese volgorde maak nie in 'n Lewis diagram saak nie.

Deur die aantal valenselektrone te gebruik kan die Lewis diagram vir enige element maklik geteken word. In Graad 10 het jy geleer hoe om Lewis diagramme te teken. Ons sal hierdie begrippe hier hersien sodat ons dit kan gebruik in die bespreking van verbindings.

Lewis diagramme vir elemente in periode 2 word hieronder aangedui.

Element	Groep nommer	Valenselektrone	Spektroskopiese notasie	Lewis- diagram
Litium	1	1	$[\text{He}]2s^1$	Li •
Berillium	2	2	$[\text{He}]2s^2$	Be • •
Boor	13	3	$[\text{He}]2s^2 2p^1$	• B • •
Koolstof	14	4	$[\text{He}]2s^2 2p^2$	• • • C •
Stikstof	15	5	$[\text{He}]2s^2 2p^3$	• • • N • •
Suurstof	16	6	$[\text{He}]2s^2 2p^4$	• • • O • •
Fluoor	17	7	$[\text{He}]2s^2 2p^5$	• • • F • •
Neon	18	8	$[\text{He}]2s^2 2p^6$	• • • Ne • •

Oefening 3 – 1: Lewis diagramme

Gee die spektroskopiese notasie en teken die Lewis diagramme vir:

1. magnesium
2. natrium
3. chloor
4. aluminium
5. argon

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26XC 2. 26XD 3. 26XF 4. 26XG 5. 26XH



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Kovalente bindings en die vorming van verbindings

ESE38

Kovalente bindings gaan oor die deel van elektrone in 'n chemiese verbinding. Die buite orbitale van atome oorvleuel sodat die ongepaarde elektrone in elk van die bindingsatome gedeel kan word. Die oorvleueling van orbitale lei daartoe dat die buite elektronvlakke van al die bindingsatome gevul word. Die gedeelde elektrone

beweeg in orbitale rondom *beide* atome. Soos wat die elektrone beweeg is daar 'n aantrekkingskrag tussen die negatief gelaaide elektrone en die positief gelaaide atoomkern. Die aantrekkingskragte hou die atoom bymekaar in 'n kovalente verbinding.

DEFINISIE: *Kovalente verbinding*

'n Tipe chemiese binding waar elektrone tussen atome gedeel word.

Ons beskou 'n paar eenvoudige gevalle en lei dan 'n paar reëls oor kovalente bindings af.

Geval 1: Twee atome wat elk 'n ongepaarde elektron het

In hierdie geval gaan ons na waterstofchloried en metaan kyk.

WENK

Kovalente bindings is voorbeelde van interatomiese kragte.

WENK

Onthou dat dit slegs die *valenselektrone* is wat by die vorming van bindings betrokke is en gevolglik in die diagramme wat geteken word om hierdie bindings te verduidelik word slegs hierdie elektrone aangedui. Kruisies en kolletjies stel die elektrone van verskillende atome voor.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Lewis diagramme: Eenvoudige molekule

VRAAG

Stel waterstofchloried (HCl) met behulp van 'n Lewis diagram voor.

OPLOSSING

Stap 1: Vir elke atoom, stel vas hoeveel valenselektrone die atoom het en stel dit voor deur kruisies en kolletjies te gebruik

Die elektronkonfigurasie van waterstof is $1s^1$, en die elektronkonfigurasie van chloor is $[\text{He}]2s^22p^5$. Die waterstofatoom het 1 valenselektron, en die chlooratoom het 7 valenselektrone.

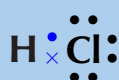
Die Lewis diagram vir waterstof en vir chloor is:



Let op die enkele ongepaarde elektron (in blou aangedui) op elke atoom. Dit beteken nie dat hierdie elektron verskillend is nie, dit word slegs so aangedui om dit maklik te maak om die ongepaarde elektron te sien.

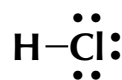
Stap 2: Rangskik die elektrone so dat die buitenste energievlak van elke atoom gevul is

Waterstofchloried word hieronder voorgestel.



Let op hoe die ongepaarde elektrone (een van elke atoom) 'n kovalente binding vorm

Die kruisies en kolletjies tussen die twee atome stel die gedeelde elektronpaar in die kovalente binding voor. Ons kan hierdie binding ook voorstel deur 'n enkele lyn te gebruik.



Let op hoe die ander elektronpare rondom chloor steeds aangedui word.

Hieruit kan ons aflei dat enige elektron wat nie deel van 'n elektronpaar is nie sal probeer om saam met 'n ander elektron 'n elektronpaar te vorm. In die praktyk beteken dit dat atome wat minstens een ongepaarde elektron het, verbindings met enige ander atoom met 'n ongepaarde elektron kan vorm. Dit word nie tot slegs twee atome beperk nie.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Lewis diagramme: Eenvoudige molekule

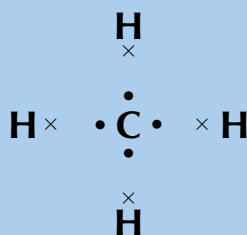
VRAAG

Stel metaan (CH_4) met behulp van 'n Lewis diagram voor.

OPLOSSING

Stap 1: Vir elke atoom, stel vas hoeveel valenselektrone die atoom het en stel dit voor deur kruisies en kolletjies te gebruik

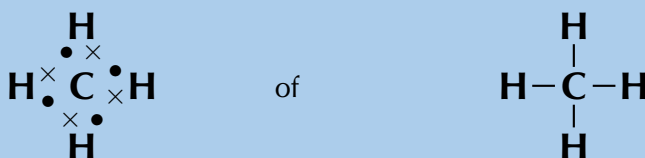
Die elektronkonfigurasie van waterstof is $1s^1$, en die elektronkonfigurasie vir koolstof is $[\text{He}]2s^2 2p^2$. Elke waterstofatoom het 1 valenselektron, en die koolstofatoom het 4 valenselektrone.



Onthou dat ons gesê het dat ons ongepaarde elektrone op enige posisie rondom die simbool van die element (bo, onder, links, regs) kan plaas.

Stap 2: Rangskik die elektrone so dat die buitenste energievlak van elke atoom gevul is

Die metaanmolekule is hieronder voorgestel.



Oefening 3 – 2:

Stel die volgende molekule met behulp van Lewis diagramme voor:

1. chloor (Cl_2)

2. boortrifluoried (BF_3)

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26XJ 2. 26XK



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

WENK

Let op hoe ons in hierdie voorbeeld 'n 2 voor die waterstof geskryf het. In plaas daarvan om die Lewis diagram twee maal te skryf, skryf ons dit slegs een maal en gebruik die 2 voor dit om aan te dui dat twee waterstowwe vir elke suurstof nodig is.

Geval 2: Atome met alleenpare

Ons sal water as voorbeeld gebruik. Water bestaan uit een suurstof- en twee waterstofatome. Waterstof het een ongepaarde elektron. Suurstof het twee ongepaarde elektrone en twee elektronpare. Vanuit wat ons in die eerste paar voorbeelde geleer het, kan ons sien dat die ongepaarde elektrone kan paar. Maar wat gebeur met die twee pare? Kan hulle bindings vorm?

Uitgewerkte voorbeeld 3: Lewis diagramme: Eenvoudige molekules

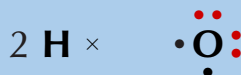
VRAAG

Stel water (H_2O) voor deur van 'n Lewis diagram gebruik te maak.

OPLOSSING

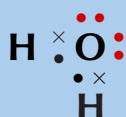
Stap 1: Vir elke atoom, stel vas hoeveel valenselektrone die atoom het en stel dit voor deur kruisies en kolletjies te gebruik

Die elektronkonfigurasie van waterstof is $1s^1$ en die elektronkonfigurasie van suurstof is $[\text{He}]2s^22p^4$. Elke waterstofatoom het 1 valenselektron en die suurstofatoom het 6 valenselektrone.

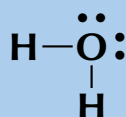


Stap 2: Rangskik die elektrone so dat die buitenste energievlak van elke atoom gevul is

Die watermolekule word hieronder getoon.



of



WENK

'n Alleenpaar kan gebruik word om 'n datief kovalente binding te vorm.

En nou kan ons die vrae wat ons voor die uitgewerkte voorbeeld gevra het, beantwoord. Ons sien dat suurstof twee bindings vorm, een met elke waterstofatoom. Suurstof hou egter sy elektronpare en deel hulle nie. Ons kan dit uitbrei tot enige atoom. As 'n atoom 'n elektronpaar het, sal dit gewoonlik nie daardie paar deel nie.

'n **Alleenpaar** of 'n enkelpaar is 'n ongedeelde elektronpaar. 'n Alleenpaar bly op die atoom waaraan dit behoort.

In die voorbeeld hierbo is die enkelpare op suurstof met rooi beklemtoon. Wanneer ons die bindingspare met lyne aandui, is dit baie makliker om die enkelpare op suurstof te sien.

Oefening 3 – 3:

Stel die volgende molekules met behulp van Lewis diagramme voor:

1. ammoniak (NH_3)

2. suurstofdifluoried (OF_2)

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [26XM](#) 2. [26XN](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Geval 3: Atome met veelvoudige bindings

Ons sal suurstof en waterstofsiaananied as voorbeelde gebruik.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Lewis diagramme: Molekule met meervoudige bindings

VRAAG

Stel suurstof (O_2) met behulp van 'n Lewis diagram voor.

OPLOSSING

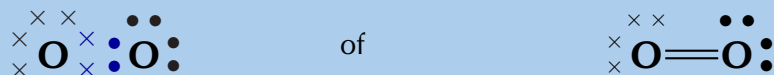
Stap 1: Bepaal die hoeveelheid valenselektrone vir elke atoom, na gelang van die atoom se elektronkonfigurasië

Die elektronkonfigurasië van suurstof is $[\text{He}]2s^22p^4$. Suurstof het 6 valenselektrone.



Stap 2: Rangskik die elektrone in die O₂ molekule sodat die buitenste energievlak in elke atoom vol is

Die O₂ molekule word hieronder getoon. Let op die twee elektronpare tussen die twee suurstofatome (in blou beklemtoon). Omdat die twee kovalente bindings tussen dieselfde twee atome is, is hierdie 'n *dubbele binding*.



Elke suurstofatoom gebruik sy twee ongepaarde elektrone om twee bindings te vorm. Dit vorm 'n dubbele kovalente binding (wat deur 'n dubbellyn tussen die twee suurstofatome aangedui word).

Uitgewerkte voorbeeld 5: Lewis diagramme: Molekule met meervoudige bindings

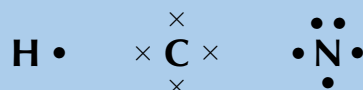
VRAAG

Stel waterstofsianied (HCN) met behulp van 'n Lewis diagram voor.

OPLOSSING

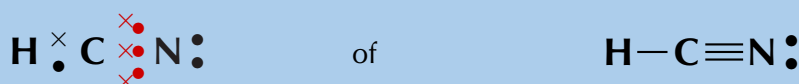
Stap 1: Bepaal die hoeveelheid valenselektrone vir elke atoom, na gelang van die atoom se elektronkonfigurasie

Die elektronkonfigurasie van waterstof is 1s¹, die elektronkonfigurasie van stikstof is [He]2s²2p³ en vir koolstof is dit [He]2s²2p². Waterstof het 1 valenselektron, koolstof het 4 valenselektrone en stikstof het 5 valenselektrone.



Stap 2: Rangskik die elektrone in die HCN molekule sodat die buitenste energievlak in elke atoom vol is

Die HCN molekule word hieronder getoon. Let op die drie elektronpare (in rooi beklemtoon) tussen die stikstof- en die koolstofatoom. Omdat hierdie drie kovalente bindings tussen dieselfde twee atome is, is dit 'n *drievoudige binding*.



Soos ons pas gesien het, deel koolstof een elektron met waterstof en drie met stikstof. Stikstof hou sy elektronpaar en deel sy drie ongepaarde elektrone met koolstof.

Oefening 3 – 4:

Stel die volgende molekule met behulp van Lewis diagramme voor:

1. asetileen (C_2H_2)

2. formaldehied (CH_2O)

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26XP 2. 26XQ



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

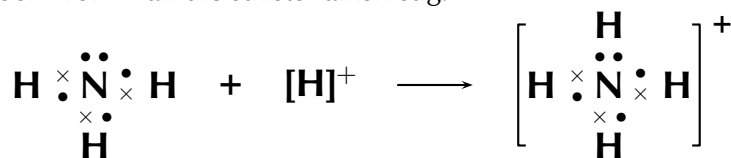
Geval 4: Koördinaatkovalente of datiefkovalente bindings

DEFINISIE: *Datiefkovalente binding*

Hierdie tipe binding is 'n beskrywing van kovalente binding wat tussen twee atome voorkom, waarin beide gedeelde elektrone in die binding van dieselfde atoom afkomstig is.

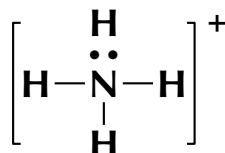
'n Datiefkovalente binding staan ook as 'n koördinaatkovalente binding bekend. Ons het vroeër gesê dat 'n atoom met 'n elektronpaar normaalweg nie die paar sal deel om 'n binding te vorm nie. Nou sal ons egter sien hoe 'n elektronpaar deur atome gebruik kan word om 'n kovalente binding te vorm.

Een voorbeeld van 'n molekule wat 'n datiefkovalente binding bevat, is die ammoniumioon (NH_4^+) wat in die figuur hieronder getoon word. Die waterstofioon H^+ bevat geen elektrone nie, dus is al die elektrone in die binding wat tussen hierdie ioon en die stikstofatoom vorm van die stikstof afkomstig.



Let op dat die waterstofioon gelaai is en dat hierdie lading op die ammoniumioon aangedui word met vierkanthakies en 'n plusteken buite die vierkanthakies.

Ons kan dit ook só aandui:



Let op dat ons nie 'n lyn vir die datiefkovalente binding gebruik nie.

Nog 'n voorbeeld hiervan is die hidroniumioon (H_3O^+).

Om op te som wat ons geleer het:

- Enige elektron wat op sy eie is sal probeer om 'n paar met 'n ander elektron te vorm. Teoreties kan 'n atoom wat minstens een opgepaarde elektron het dus bindings met enige ander atoom wat ook 'n ongepaarde elektron het, vorm. Hierdie is nie tot net twee atome beperk nie.
- As 'n atoom 'n elektronpaar het sal dit normaalweg nie die paar deel om 'n binding te vorm nie. Hierdie elektronpaar staan as 'n enkelpaar bekend.
- As 'n atoom meer as een ongepaarde elektron het, kan dit veelvoudige bindings met 'n ander atoom vorm. Op hierdie manier word dubbele en drievoudige bindings gevorm.
- 'n Datiefkovalente binding kan tussen 'n atoom sonder elektrone en 'n atoom met 'n enkelpaar gevorm word.

► Sien simulatie: 26XR op www.everythingscience.co.za

Oefening 3 – 5: Chemiese bindings en Lewis diagramme

1. Stel elkeen van die volgende *atome* met behulp van Lewis diagramme voor:

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| a) kalsium | c) fosfor | e) silikon |
| b) litium | d) kalium | f) swael |

2. Stel die volgende *molekule* met behulp van Lewis diagramme voor:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| a) broom (Br_2) | d) hidroniumioon (H_3O^+) |
| b) koolstofdiksied (CO_2) | |
| c) stikstof (N_2) | e) swaeldiksied (SO_2) |

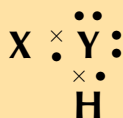
3. Twee chemiese reaksies word hieronder beskryf.

- stikstof en waterstof reageer om NH_3 te vorm
- koolstof en waterstof bind om CH_4 te vorm

Gee, vir elke reaksie:

- die aantal valenselektrone vir elke atoom wat in die reaksie betrokke is
- die Lewis diagram van die produk wat gevorm het
- die naam van die produk

4. 'n Chemiese verbinding het die volgende Lewis diagram:



- Hoeveel valenselektrone het die element Y?
- Hoeveel valenselektrone het die element X?
- Hoeveel kovalente bindings is daar in die molekule?
- Stel 'n naam vir die elemente X en Y voor.

5. Voltooi die volgende tabel:

Verbinding	CO ₂	CF ₄	HI	C ₂ H ₂
Lewis diagram				
Totale aantal bindingspare				
Totale aantal nie-bindende pare				
Enkel-, dubbele, of drievoudige bindings				

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- 1a. [26XS](#) 1b. [26XT](#) 1c. [26XV](#) 1d. [26XW](#) 1e. [26XX](#) 1f. [26XY](#)
 2a. [26XZ](#) 2b. [26Y2](#) 2c. [26Y3](#) 2d. [26Y4](#) 2e. [26Y5](#) 3. [26Y6](#)
 4. [26Y7](#) 5. [26Y8](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

3.2 Molekulêre vorm

ESE39

'n Begrip van molekulêre vorm (die vorm van 'n enkele molekule) is belangrik om die wisselwerking tussen molekules te bepaal. Molekulêre vorm beïnvloed ook die kookpunt en smeltpunt van stowwe. Indien alle molekules lineêr was, het lewe soos ons dit ken nie bestaan nie. Baie eienskappe van 'n molekule word deur sy vorm bepaal. Byvoorbeeld, as die watermolekule lineêr was, sou dit poolloos (sonder pole) wees en sou water gevolglik oor geen van sy spesiale eienskappe beskik nie.

Valensieskielektronpaarafstotingsteorie (VSEPA)

ESE3B

Die vorm van 'n kovalente molekule kan voorspel word deur die valensieskielektronpaarafstotingsteorie (VSEPA) te gebruik. Die VSEPA-teorie sê eenvoudig dat valenselektronpare in 'n molekule hulleself rondom die sentrale atoom (of atome) van die molekule sal rangskik sodat die afstoting tussen hulle negatiewe ladinge so klein as moontlik is.

Met ander woorde, die valenselektronpare rangskik hulleself sodat hulle so **ver uitmekaar** as moontlik kan wees.

DEFINISIE: Valensieskielektronpaarafstotingsteorie

Die valensieskielektronpaarafstotingsteorie (VSEPA) is 'n model wat in chemie gebruik word om die vorm van individuele molekules te voorspel. VSEPA word op die minimalisering van die hoeveelheid elektronpaarafstoting (repulsie) om die betrokke sentrale atoom baseer.

VSEPA-teorie word gebaseer op die idee dat die geometrie (vorm) van 'n molekule hoofsaaklik deur die afstoting onder die elektronpare om die sentrale atoom bepaal word. Die elektronpare kan bindend of nie-bindend (ook enkelpare genoem) wees. Slegs die sentrale atoom se valenselektrone beïnvloed die molekulêre vorm op 'n betekenisvolle manier.

WENK

'n Sentrale atoom is 'n atoom waarom die ander atome rangskik. Dus in 'n water molekule, is die sentrale atoom suurstof. In 'n ammoniak molekule is die sentrale atoom stikstof.

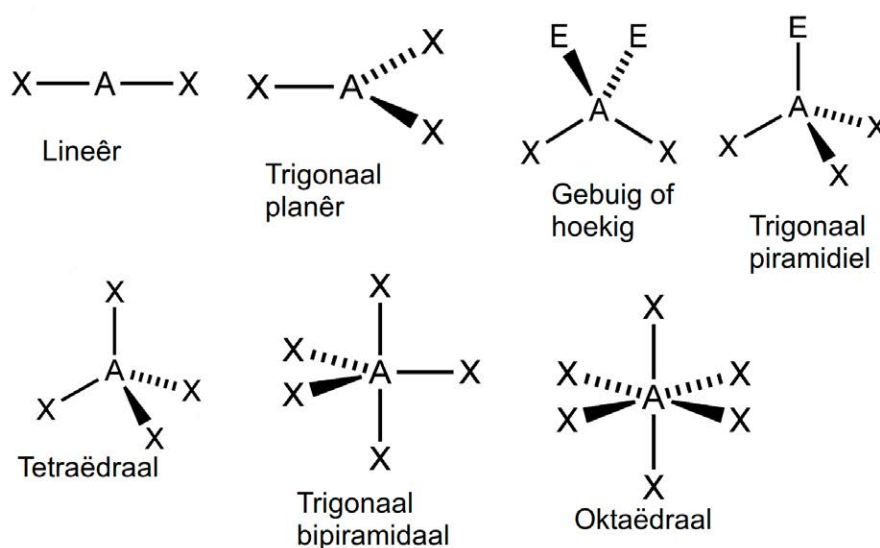
Om die vorm van 'n kovalente molekule te voorspel, volg die volgende stappe:

1. Teken die molekule deur van 'n Lewis diagram gebruik te maak. Maak seker dat jy *al* die valenselektrone om die molekule se sentrale atoom teken.
2. Tel die aantal elektronpare rondom die sentrale atoom.
3. Bepaal die basiese geometrie van die molekule deur gebruik te maak van die tabel hieronder. Byvoorbeeld, 'n molekule met twee elektronpare (en geen enkelpaar) rondom die sentrale atoom het 'n *lineêre* vorm en een met vier elektronpare (en geen enkel paar) rondom die sentrale atoom het 'n *tetraëdriese* vorm.

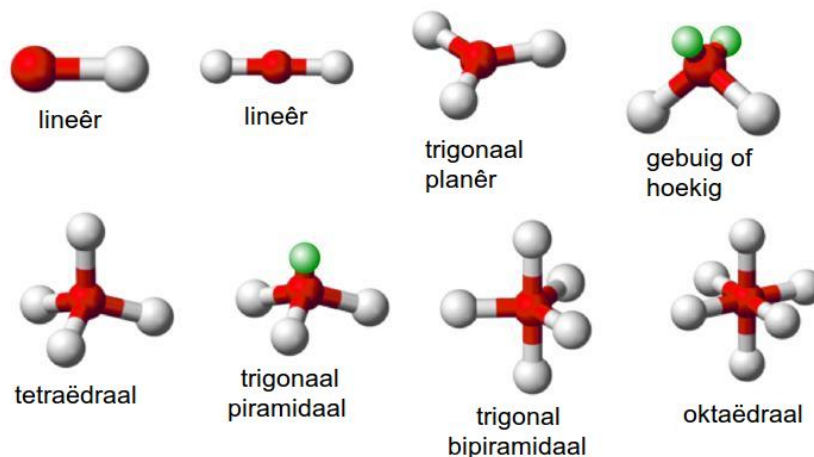
Die tabel hieronder verskaf die mees algemene molekulêre vorms. In hierdie tabel gebruik ons **A** om die sentrale atoom te verteenwoordig, **X** verteenwoordig die aantal atome wat die sentrale atoom omring en **E** verteenwoordig die aantal enkelpare.

Aantal bindende elektronpare	Aantal enkelpare	Geometrie	Algemene formule
1 of 2	0	Lineêr	AX of AX_2
2	2	<i>Gebuig of hoekig</i>	AX_2E_2
3	0	Trigonaal planêr	AX_3
3	1	<i>Trigonaal piramidaal</i>	AX_3E
4	0	Tetraëdriese	AX_4
5	0	Trigonaal bi-piramidaal	AX_5
6	0	Oktaëdries	AX_6

Tabel 3.1: Die effek van elektronpare bepaal die vorm van die molekules. Let wel dat in die algemene voorbeeld is A die sentrale atoom en X verteenwoordig die bindingsatome.



Figuur 3.7: Die algemene molekulêre vorms.



Figuur 3.8: Die algemene molekulêre vorms in 3-D.

In Figuur 3.8 stel die groen balle die enkelpare (E) voor, die wit balle (X) is die bindingsatome (terminale atome), en die rooi balle (A) is die sentrale atome.

Van hierdie vorms word dié met geen enkelpare nie die **ideale vorms** genoem. Die vyf ideale vorms is: lineêr, trigonaal planêr, tetraëdries, trigonaal bipiramidaal, en oktaëdries.

'n Belangrike punt om te onthou aangaande molekulêre vorms is dat alle diatomiese (verbindings met twee atome) bindings **linieêr** is. So is H_2 , HCl en Cl_2 almal lineêr.

► Sien simulatie: [26Y9](https://www.everythingscience.co.za/26Y9) op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 6: Molekulêre vorm

VRAAG

Bepaal die vorm van die $BeCl_2$ molekule.

OPLOSSING

Stap 1: Teken die molekule deur van 'n Lewis diagram gebruik te maak



Die sentrale atoom is berillium

Stap 2: Tel die aantal elektronpare rondom die sentrale atoom

Daar is twee elektronpare.

Stap 3: Bepaal die basiese geometrie van die molekule

Daar is drie elektronpare en geen alleenpare rondom die sentrale atoom nie. $BeCl_2$ het die algemene vorm: AX_2 . Deur van hierdie inligting en Tabel 3.1 gebruik te maak, vind ons dat die molekulêre vorm in hierdie geval lineêr is.

Stap 4: Skryf die finale antwoord

Die molekulêre vorm van BeCl_2 is linieêr.

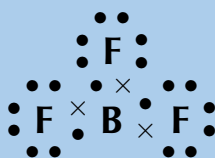
Uitgewerkte voorbeeld 7: Molekulêre vorm

VRAAG

Bepaal die vorm van die BF_3 molekule.

OPLOSSING

Stap 1: Teken die molekule deur van 'n Lewis diagram gebruik te maak



Die sentrale atoom is boor.

Stap 2: Tel die aantal elektronpare rondom die sentrale atoom

Daar is drie elektronpare.

Stap 3: Bepaal die basiese geometrie van die molekule

Daar is drie elektronpare en geen alleenpare rondom die sentrale atoom nie. Die molekule het die algemene vorm AX_3 . Deur van hierdie inligting en Tabel 3.1 gebruik te maak, vind ons dat die molekulêre vorm in hierdie geval trigonaalplanêr is.

Stap 4: Skryf die finale antwoord

Die molekulêre vorm van BF_3 is trigonaalplanêr.

Uitgewerkte voorbeeld 8: Molekulêre vorm

VRAAG

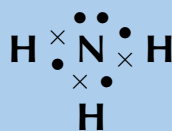
Bepaal die vorm van die NH_3 molekule.

OPLOSSING

Stap 1: Teken die molekule deur van 'n Lewis diagram gebruik te maak

WENK

Ons kan ook die vorm van 'n molekule met dubbel- of trippelbindings uitwerk. Om dit te doen tel ons die dubbel- en trippelbinding as een paar elektrone.



Die sentrale atoom is stikstof.

Stap 2: Tel die aantal elektronpare rondom die sentrale atoom

Daar is vier elektronpare

Stap 3: Bepaal die basiese geometrie van die molekule

Daar is drie bindingselektronpare en een enkelpaar. Die molekule het die algemene formule AX_3E . Deur van hierdie inligting en Tabel 3.1 gebruik te maak, vind ons dat die molekulêre vorm in hierdie geval trigonaalpiramidaal is.

Stap 4: Skryf die finale antwoord

Die molekulêre vorm van NH_3 is trigonaalpiramidaal.

Groepsbespreking: Bou molekuulmodelle

In groepe, bou 'n aantal molekules met jellytots wat die atome in die molekule verteenwoordig en tandestokkies wat die bindings tussen die atome verteenwoordig. Met ander woorde, die tandestokkies hou die atome (jellytots) in die molekule saam. Probeer om verskillende kleure jellytots te gebruik om die verskillende elemente te verteenwoordig.

Julle benodig jellytots, tandestokkies, etikette of stukkies papier.

Skryf die woord "alleenpaar" op elke stukkie papier.

Bou die volgende molekuulmodelle:

HCl , CH_4 , H_2O , BF_3 , PCl_5 , SF_6 en NH_3 .

Wat julle vir elke molekule moet doen:

- Bepaal die molekulêre geometrie van die molekule.
- Bou die model so dat die atome so ver as moontlik van mekaar af is (onthou dat die elektrone rondom die sentrale atoom die afstootkragte tussen mekaar wil vermy).
- Besluit of hierdie vorm akkuraat vir daardie molekule is, en of daar enige alleenpare is wat dit mag beïnvloed. As daar alleenpare is, druk dan 'n tandestokkie in die sentrale "jellytot" in. Plak 'n byskrif (die stukkie papier met "alleenpaar" daarop geskryf) aan die tandestokkie vas.

- Verander die posisie van die atome sodat die bindende pare verder weg is van die enkelpare.
- Hoe het die vorm van die molekule verander?
- Teken 'n eenvoudige diagram om die vorm van die molekule te wys. Dit maak nie saak as dit nie 100% akkuraat is nie. Hierdie oefening is net om julle te help om die 3-dimensionele vorms van molekule te visualiseer. (Sien Figuur 3.8 vir hulp).

Help die modelle jou om 'n beter prentjie te vorm van hoe die molekules lyk? Probeer om nog modelle te bou vir ander molekules waaraan jy kan dink.

WENK

Die elektronegatiwiteits waardes kan effens verskil afhangend van watter bron jy gebruik maak.

Oefening 3 – 6: Molekulêre vorms

Bepaal die vorm van die volgende molekules.

- | | | | |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| 1. BeCl_2 | 3. PCl_5 | 5. CO_2 | 7. H_2O |
| 2. F_2 | 4. SF_6 | 6. CH_4 | 8. COH_2 |

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [26YB](#) 2. [26YC](#) 3. [26YD](#) 4. [26YF](#) 5. [26YG](#) 6. [26YH](#)
7. [26YJ](#) 8. [26YK](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

3.3 Elektronegatiwiteit

ESE3D

Sover het ons gekyk na kovalente molekules. Maar hoe weet ons hulle is kovalent? Die antwoord kom van elektronegatiwiteit. Elke element (behalwe die edelgasse) het 'n elektronegatiwiteits waarde.

Elektronegatiwiteit is 'n maatstaf van hoe sterk 'n atoom 'n gedeelde elektronpaar na hom toe aantrek. Die tabel hieronder toon die elektronegatiwiteite van sommige van die elemente.

Vir 'n volledige lys van elektronegatiwiteite sien die periodieke tabel voor in hierdie boek. Op hierdie periodieke tabel word die elektronegatiwiteite in die boonste regterkantste hoek gegee. Moenie hierdie waardes verwar met die ander getalle wat vir die elemente gewys word nie. Elektronegatiwiteite sal altyd tussen 0 en 4 lê vir enige element. As jy 'n getal groter as 4 gebruik, dan gebruik jy nie elektronegatiwiteit nie.

FEIT

Die konsep van elektronegatiwiteit is bekendgestel deur *Linus Pauling* in 1932 en dit is baie behulpsaam om die aard van bindings tussen atome en molekules te verduidelik. Vir hierdie uitvinding het Pauling die Nobel prys vir Chemie in 1954 gewen. Hy het ook die Nobel Vredesprys in 1962 gewen vir sy veldtog teen bo-grondse kernkrag toetsing.

Element	Elektronegatiwiteit	Element	Elektronegatiwiteit
Waterstof (H)	2,1	Litium (Li)	1,0
Berillium (Be)	1,5	Boor (B)	2,0
Koolstof (C)	2,5	Stikstof (N)	3,0
Suurstof (O)	3,5	Fluoor (F)	4,0
Natrium (Na)	0,9	Magnesium (Mg)	1,2
Aluminium (Al)	1,5	Silikon (Si)	1,8
Fosfor (P)	2,1	Swael (S)	2,5
Chloor (Cl)	3,0	Kalium (K)	0,8
Kalsium (Ca)	1,0	Broom (Br)	2,8

Tabel 3.2: Tabel van elektronegatiwiteit vir uitgesoekte elemente

DEFINISIE: Elektronegatiwiteit

Elektronegatiwiteit is 'n chemiese eienskap wat die krag vermoë 'n atoom bindingselektone aantrek beskryf.

Hoe groter die elektronegatiwiteit van 'n atoom van 'n element, hoe sterker is die vermoë om elektrone aan te trek. Byvoorbeeld, in 'n waterstofbromied (HBr) molekule is die elektronegatiwiteit van broom 2,8 en die van waterstof 2,1. Die hoër elektronegatiwiteit van broom dui daarop dat die gedeelde elektrone langer nader aan die broomatoom sal weeg. Broom sal 'n effense negatiewe lading hê en waterstof 'n effense positiewe lading. In 'n molekule soos waterstof (H_2) waar die elektronegatiwiteit van die atome in die molekule dieselfde is, sal beide die atome 'n neutrale lading hê.

Uitgewerkte voorbeeld 9: Bereken elektronegatiwiteitsverskille

VRAAG

Bereken die elektronegatiwiteitsverskil tussen waterstof en suurstof.

OPLOSSING

Stap 1: Lees die elektronegatiwiteit van elke element van die periodieke tabel af

Vanaf die periodieke tabel vind ons dat waterstof 'n elektronegatiwiteit van 2,1 het en suurstof 'n elektronegatiwiteit van 3,5.

Stap 2: Bereken die elektronegatiwiteitsverskil

$$3,5 - 2,1 = 1,4$$

Oefening 3 – 7:

1. Bereken die elektronegatiwiteitsverskil tussen:
Be en C, H en C, Li en F, Al en Na, C en O.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26YM



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

WENK

Let op dat metaalbindings nie hier gegee is nie. Metale het lae elektronegatiwiteit, en dus word die valenselektrone nie sterk na enige van die atome aangetrek nie. In plaas daarvan word die valenselektrone losweg deur al die atome in 'n metaliese netwerk gedeel.

WENK

Die simbool δ word gelees as delta.

Elektronegatiwiteit en verbindings

ESE3F

Die elektronegatiwiteitsverskil tussen twee atome kan gebruik word om vas te stel watter tipe binding tussen atome bestaan. Onderstaande tabel lys die benaderde waardes. Hoewel hier waardes binne 'n spesifieke omvang beskryf word, kan die vorming van bindings eerder as 'n spektrum van waardes beskryf word. Hierdie waardes moenie binne vaste grense gesien word nie.

Nie-polêr 0	Swak polêr 0,1 - 1	Sterk polêr 1,1 - 2	Ionies > 2,1
Nie-polêr	Swak polêr	Sterk polêr	Ionies

Elektronegatiwiteitsverskil	Tipe binding
0	Nie-polêr kovalent
0 - 1	Swak polêr kovalent
1,1 - 2	Sterk polêr kovalent
> 2,1	Ionies

Nie-polêre en polêre kovalente bindings

ESE3G

Dit is belangrik om te kan vasstel of 'n molekule polêr of nie-polêr is aangesien die *polariteit* van 'n molekule eienskappe soos *oplosbaarheid*, *smeltpunte* en *kookpunte* beïnvloed.

Elektronegatiwiteit kan gebruik word om die verskil tussen twee tipes kovalente bindings te verduidelik. **Nie-polêre kovalente bindings** kom voor tussen twee identiese nie-metaalatome, soos H_2 , Cl_2 en O_2 . Omdat die twee atome dieselfde elektronegatiwiteit het, word die elektron in 'n kovalente binding gelyk tussen die twee atome gedeel. As twee verskillende nie-metaliese atome egter bind, sal die gedeelde elektronpaar sterker deur die atoom met die hoër elektronegatiwiteit aangetrek word. Gevolglik word 'n **polêr kovalente binding** gevorm waarin een atoom 'n effens negatiewe lading en die ander atoom 'n effens positiewe lading het. Hierdie effens positiewe of effens negatiewe lading staan bekend as gedeeltelike lading.

Hierdie gedeeltelike ladings word voorgestel deur die gebruik van die simbole δ^+ (effens positief) en δ^- (effens negatief). Dus, in 'n molekule soos waterstofchloried (HCl), is waterstof $H^{\delta+}$ en chloor is $Cl^{\delta-}$.

WENK

Om vas te stel of 'n molekule simmetries is, kyk eers na die atome wat die sentrale atoom omring. Indien hulle almal verskillend is, is die molekule nie simmetries nie. Indien hulle almal eenders is, is die molekule moontlik simmetries en moet daar na die vorm van die molekule gekyk word.

Polêre molekules

ESE3H

Sommige molekules met polêr kovalente bindings is **polêre molekules**, bv H_2O . Tog is *alle* molekules met polêr kovalente bindings nie polêr nie. 'n Voorbeeld hiervan is CO_2 . Hoewel CO_2 twee polêr kovalente bindings vorm (tussen $\text{C}^{\delta+}$ atoom en die twee $\text{O}^{\delta-}$ atome), is die molekule self nie-polêr. Dit is omdat CO_2 'n liniêre molekule vorm waarvan beide atome op die eindpunte dieselfde is en die molekule is dus simmetries. Daar is dus geen verskil tussen die ladings tussen die twee kante van die molekule nie.

DEFINISIE: Polêre molekules

'n **Polêre molekule** is een waarvan die een kant effens positief en die ander kant effens negatief gelaai is. Voorbeelde sluit in water, ammoniak en waterstofchloried.

DEFINISIE: Nie-polêre molekules

'n **Nie-polêre molekule** is een waarvan die lading gelyk oor die molekule verdeel is of 'n simmetriese molekule met polêre bindings vorm. Voorbeelde sluit in koolstofdioksied en suurstof.

Ons kan maklik voorspel watter molekules polêr en watter nie-polêr sal wees deur na die vorm van die molekule te kyk. Die volgende aktiwiteit sal jou hiermee help en sal jou help om meer oor simmetrie te verstaan.

Aktiwiteit: Polêre en nie-polêre molekules

Die volgende tabel is 'n lys van molekulêre vorms. Bou die molekule wat vir elke voorgeval gegee word met jellytots en tandestokkies. Stel vas of die vorm van die molekule simmetries is. (Lyk die molekule oral dieselfde ongeag van watter kant af jy daarna kyk?) Besluit nou of die molekule polêr of nie-polêr is.

Geometrie	Molekule	Simmetries	Polêr of nie-polêr
Linieêr	HCl		
Linieêr	CO_2		
Linieêr	HCN		
Gebuig of hoekig	H_2O		
Trigonaalplanêr	BF_3		
Trigonaalplanêr	BF_2Cl		
Trigonaalpiramidaal	NH_3		
Tetraëdries	CH_4		
Tetraëdries	CH_3Cl		
Trigonaalbipiramidaal	PCl_5		
Trigonaalbipiramidaal	PCl_4F		
Oktaëdries	SF_6		
Oktaëdries	SF_5Cl		

► Sien simulاسie: 26YN op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 10: Polêre en nie-polêre molekules

VRAAG

Is waterstof (H_2) polêr of nie polêr?

OPLOSSING

Stap 1: Stel die vorm van die molekule vas.

Die molekule is lineêr. Daar is een bindingspaar van elektrone en geen alleenpare nie.

Stap 2: Skryf neer die elektronegatiwiteite van elke atoom.

Waterstof 2,1

Stap 3: Stel die elektronegatiwiteitsverskil vir elke binding vas

Daar is slegs een binding en die verskil is 0.

Stap 4: Stel die polariteit van elke binding vas

Die binding is nie-polêr.

Stap 5: Stel die polariteit van die molekule vas

Die molekule is nie-polêr.

Uitgewerkte voorbeeld 11: Polêre en nie-polêre molekules

VRAAG

Bepaal of metaan (CH_4) polêr of nie-polêr is.

OPLOSSING

Stap 1: Stel die vorm van elke molekule vas

Die molekule is tetraëdries. Daar is vier bindingspare van elektrone en nie enige alleenpare nie.

Stap 2: Stel die elektronegatiwiteitsverskil vir elke binding vas

Daar is vier bindings. Aangesien elke binding tussen 'n koolstof en waterstof vorm, hoef ons slegs een elektronegatiwiteitsverskil te bereken. Dit is $2,5 - 2,1 = 0,4$

Stap 3: Stel die polariteit van elke binding vas

Elke binding is polêr.

Stap 4: Stel die polariteit van die molekule vas

Die molekule is simmetries en dus nie-polêr.

Uitgewerkte voorbeeld 12: Polêre en nie-polêre molekules

VRAAG

Bepaal of waterstofsianied (HCN) polêr of nie-polêr is.

OPLOSSING

Stap 1: Stel die vorm van die molekule vas

Die molekule is lineêr. Daar is vier bindingspare, waarvan drie 'n trippelbinding vorm en dus as 1 getel word. Daar is geen alleenpare op die stikstof atoom nie.

Stap 2: Bepaal die elektronegatiwiteitsverskil en die polariteite vir elke binding

Daar is twee bindings. Een tussen waterstof en koolstof en die ander een tussen koolstof en stikstof. Die elektronegatiwiteitsverskil tussen koolstof en waterstof is 0,4 en die elektronegatiwiteitsverskil tussen koolstof en stikstof is 0,5. Beide hierdie bindings is polêr.

Stap 3: Stel die polariteit van die molekule vas

Die molekule is nie simmetries nie en dus polêr.

Oefening 3 – 8: Elektronegatiwiteit

1. In 'n molekule berilliumchloried (BeCl_2):

- Wat is die elektronegatiwiteit van berillium?
- Wat is die elektronegatiwiteit van chloor?
- Watter atoom in die molekule sal 'n effens positiewe lading hê, en watter een 'n effens negatiewe lading? Stel hierdie op 'n skets van die molekuul voor deur gedeeltelike ladings te gebruik.
- Is die binding nie-polêr of polêr kovalent?
- Is die molekule polêr of nie-polêr?

2. Voltooi die onderstaande tabel.

Molekule	Verskil in elektronegatiwiteit tussen atome	Nie-polêr of polêr kovalente binding	Polêr of nie-polêre molekule
H ₂ O			
HBr			
F ₂			
CH ₄			
PF ₅			
BeCl ₂			
CO			
C ₂ H ₂			
SO ₂			
BF ₃			

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26YP 2. 26YQ



www.everythingscience.co.za

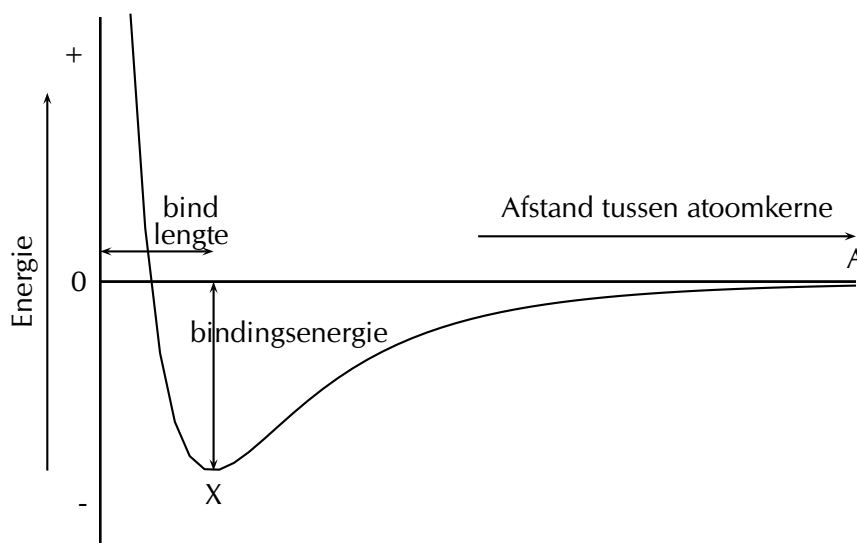


m.everythingscience.co.za

3.4 Energie en binding

ESE3J

Soos ons vroeër in die hoofstuk gesien het, kan ons die energieveranderinge wat plaasvind wanneer atome bymekaarkom (Figuur 3.5) aantoon. Hieronder word dieselfde prentjie getoon, maar hierdie keer met twee addisionele stukkies inligting: die bindingsenergie en die bindingslengte.



Figuur 3.9: Grafiek wat die verandering in energie wanneer atome nader aan mekaar beweeg, toon.

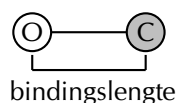
DEFINISIE: Bindingslengte

Die afstand tussen die kerne van twee naburige atome wanneer hulle bind.

DEFINISIE: Bindingsenergie

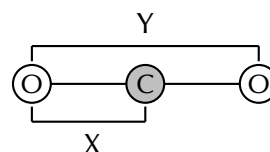
Die hoeveelheid energie wat by 'n sisteem gevoeg moet word om die binding wat gevorm het te breek.

Dit is belangrik om te onthou dat bindingslengte tussen twee atome wat met mekaar gebind is, gemeet word. Die volgende diagramme wys die bindingslengte vir CO en vir CO₂. Die grys sirkel verteenwoordig koolstof en die wit sirkel verteenwoordig suurstof.



Figuur 3.10:

Die bindingslengte van koolstofmonoksied (CO).



Figuur 3.11:

Die bindingslengte vir elke C – O-binding in koolstofdiksied (CO₂) word deur X aangedui. Y is nie die bindingslengte nie.

'n Derde eienskap van bindings is die bindingsterkte. **Bindingsterkte** beteken hoe sterk een atoom aangetrek en vasgehou word deur die ander. Die sterkte van 'n binding hang af van die bindingslengte, die grootte van die gebinde atome en die aantal bindings tussen die atome. In die algemeen:

- hoe korter die bindingslengte, hoe sterker is binding.
- hoe kleiner die betrokke atome is, hoe sterker is die binding.
- hoe meer bindings daar tussen dieselfde stome is, hoe sterker die binding.

3.5 Opsomming

ESE3K

► Sien aanbieding: 26YR op www.everythingscience.co.za

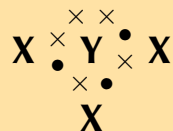
- 'n **Chemiese binding** is die fisiese proses wat veroorsaak dat atome mekaar aantrek en in nuwe verbindings gebind word.
- Edelgasse het 'n volle valensiesskil. Atome bind om hulle buitenste valensiesskil te probeer vul.
- Daar is drie **kragte** wat tussen atome werk: aantrekkingskragte tussen die positiewe kern van een atoom en die negatiewe elektrone van 'n ander; afstotingskragte tussen elektrone met die gelyke lading en afstoting tussen kerne met die gelyke lading.
- Die **energie** van 'n sisteem van twee atome is by 'n minimum wanneer die aantrekkings- en afstotingskragte gebalanseer is.
- **Lewis diagramme** is een manier om molekulêre strukture voor te stel. In 'n Lewis diagram word kolle en kruisies gebruik om valenselektrone om die sentrale atoom voor te stel.

- 'n **Kovalente binding** is 'n vorm van chemiese binding waar elektronpare tussen twee atome gedeel word.
- 'n **Enkelbinding** kom voor wanneer daar een elektronpaar is wat tussen dieselfde twee atome gedeel word.
- 'n **Dubbelebinding** kom voor wanneer daar twee elektronpare is wat tussen dieselfde twee atome gedeel word.
- 'n **Drievoudigebinding** kom voor wanneer daar drie elektronpare is wat tussen dieselfde twee atome gedeel word.
- 'n **Datiefkovalente binding** binding is 'n beskrywing van 'n kovalente binding wat tussen twee atome voorkom waar beide gedeelde elektrone in die binding van dieselfde atoom afkomstig is.
- Datiefkovalente bindings kom voor tussen atome of elemente met 'n alleenpaar en atome of elemente met geen elektrone nie. Voorbeelde sluit in die hidroniumioon (H_3O^+) en die ammoniumioon (NH_4^+).
- Die **vorm van molekules** kan deur gebruik van die VSEPA-teorie voorspel word.
- Die valensieskielektronpaarafstotingsteorie (VSEPA) is 'n model wat in chemie gebruik word om die vorm van individuele molekules te voorspel. VSEPA word op die minimalisering van die hoeveelheid elektronpaarafstoting om die betrokke sentrale atoom baseer.
- **Elektronegatiwiteit** is 'n chemiese eienskap wat 'n atoom se elektronaantrekkingskrag in 'n chemiese stof beskryf.
- Elektronegatiwiteit kan gebruik word om die verskil tussen twee soorte kovalente bindings te verduidelik: **polêre kovalente bindings** (tussen nie-identiese atome) en **nie-polêre kovalente bindings** (tussen identiese atome of atome met dieselfde elektronegatiwiteit).
- 'n **Polêre** molekule het aan die een kant 'n effens positiewe lading en aan die ander kant 'n effens negatiewe lading. Voorbeelde sluit water, ammoniak en waterstofchloried in.
- 'n **Nie-polêre** molekule is een waar die lading gelyk (ewerdig) versprei is oor die molekule, of 'n simmetriese molekule met polêre bindings.
- **Bindingslengte** is die afstand tussen die kerne van twee atome wanneer hulle bind.
- **Bindingsenergie** is die hoeveelheid energie wat by die sisteem gevoeg moet word om die binding wat gevorm het, te breek.
- **Bindingsterkte** beteken hoe sterk een atoom aangetrek en vasgehou word deur die ander. Bindingsterkte hang af van die lengte van die binding, die grootte van die atome, en die aantal bindings tussen die twee atome.

Oefening 3 – 9:

1. Gee **een woord/term** vir elkeen van die volgende beskrywings.
 - a) Die afstand tussen twee naburige atome in 'n molekule.
 - b) 'n Soort chemiese binding wat behels dat elektrone tussen twee atome gedeel word.

- c) 'n Maatstaf van 'n atoom se elektronaantrekkingskrag in 'n chemiese binding.
2. Watter EEN van die volgende beskryf die binding wat tussen 'n H^+ -ioon en die NH_3 -molekule vorm, die beste?
- Kovalente verbinding
 - Datiefkovalente (koördinaatkovalente) binding
 - loonbinding
 - Waterstofbinding
3. Verduidelik die betekenis van elk van die volgende terme:
- valenselektrone
 - bindingsenergie
 - kovalente binding
4. Watter van die volgende reaksies sal *nie* plaasvind nie? Verduidelik jou antwoord.
- $H + H \rightarrow H_2$
 - $Ne + Ne \rightarrow Ne_2$
 - $Cl + Cl \rightarrow Cl_2$
5. Teken 'n Lewis diagram van elk van die volgende:
- 'n Strontium (Sr) atoom. (Wenk: In watter groep is dit? Dit sal 'n identiese Lewis diagram as ander elemente in daardie groep hê).
 - 'n Jodiumatoom.
 - 'n Waterstofbromiedmolekule (HBr).
 - 'n Molekule van stikstofdiksied (NO_2). (Wenk: Daar sal 'n enkel ongepaarde elektron wees).
6. Gegewe die volgende Lewis diagram, waar X en Y elk 'n verskillende element voorstel:



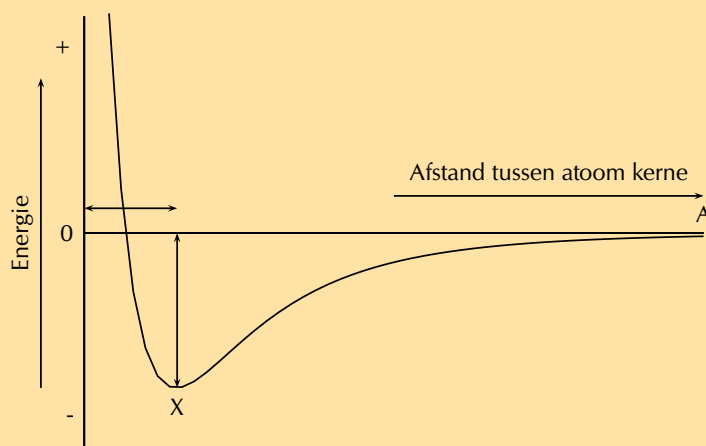
- Hoeveel valenselektrone het X?
 - Hoeveel valenselektrone het Y?
 - Watter elemente sou X en Y kon voorstel?
7. Bepaal die vorm van die volgende molekules:
- | | | | |
|------------|------------|-------------|-------------|
| a) O_2 | c) BCl_3 | e) CCl_4 | g) Br_2 |
| b) MgI_2 | d) CS_2 | f) CH_3Cl | h) SCl_5F |
8. Voltooi die volgende tabel.

Elementpaar	Elektronegatiwiteits- verskil	Tipe binding wat sou kon vorm
Waterstof en litium		
Waterstof en boor		
Waterstof en suurstof		
Waterstof en swael		
Magnesium en stikstof		
Magnesium en chloor		
Boor en fluoor		
Natrium en fluoor		
Suurstof en stikstof		
Suurstof en koolstof		

9. Is die volgende molekule polêr of nie-polêr?

- a) O_2 b) $MgBr_2$ c) BF_3 d) CH_2O

10. Gegee die volgende grafiek vir waterstof:



- a) Die bindingslengte vir waterstof is 74 pm. Dui hierdie waarde op die grafiek aan. (Onthou dat pm 'n pikometer is en 74×10^{-12} m beteken.)
Die bindingsenergie vir waterstof is $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Dui hierdie waarde op die grafiek aan.
- b) Wat is belangrik omtrent punt X?

11. Waterstofchloried het 'n bindingslengte van 127 pm en 'n bindingsenergie van $432 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Teken 'n grafiek van energie teenoor afstand en dui die waardes op jou grafiek aan. Die grafiek hoef nie akkuraat te wees nie; 'n rowwe skets sal deug.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- 1a. 26YS 1b. 26YT 1c. 26YV 2. 26YW 3a. 26YX 3b. 26YY
 3c. 26YZ 4. 26Z2 5a. 26Z3 5b. 26Z4 5c. 26Z5 5d. 26Z6
 6. 26Z7 7a. 26Z8 7b. 26Z9 7c. 26ZB 7d. 26ZC 7e. 26ZD
 7f. 26ZF 7g. 26ZG 7h. 26ZH 8. 26ZJ 9a. 26ZK 9b. 26ZM
 9c. 26ZN 9d. 26ZP 10. 26ZQ 11. 26ZR



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Intermolekulêre kragte

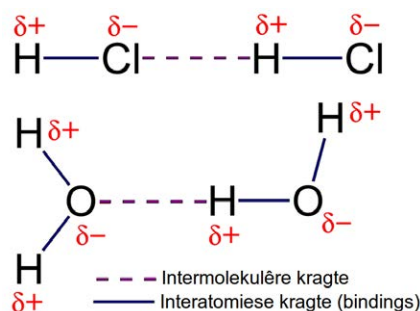
4.1	<i>Intermolekulêre en interatomiese kragte</i>	170
4.2	<i>Die chemie van water</i>	188
4.3	<i>Opsomming</i>	193

Oral om ons sien ons materie in verskillende fases. Die lug wat ons inasem is 'n gas, die water wat jy drink is 'n vloeistof en die stoel waarop jy sit is 'n vaste stof. In hierdie hoofstuk beskou ons een van die redes waarom materie as vaste stowwe en vloeistowwe bestaan.

In die vorige hoofstuk het ons die verskillende kragte wat *tussen atome* (interatomiese kragte) voorkom, bespreek. Wanneer atome aan mekaar verbind word vorm dit molekules. Die molekules word bymekaar gehou deur kragte wat bekend staan as **intermolekulêre kragte**.

Intermolekulêre kragte laat ons toe om te bepaal watter stowwe geredelik in mekaar sal oplos en wat die smelt- en kookpunte van stowwe moet wees. Sonder intermolekulêre kragte wat molekules bymekaar hou sou ons nie kon bestaan nie.

Let op dat ons die term molekule in die res van hierdie hoofstuk sal gebruik, aangesien ons kovalente bindings beskou wat nie as reuse netwerkstrukture bestaan nie. (Onthou van graad 10 dat daar drie tipes bindings bestaan: metaalbinding, ioniese binding en kovalente binding.) Partykeer word daar verwys na die term eenvoudige molekule. Dit is 'n kovalente molekulêre struktuur.



NOTA:

Interatomiese (tussen atome) kragte staan ook bekend as intramolekulêre (binne-in die molekule) kragte. Dink aan **internasionaal** wat tussen nasies beteken.

4.1 Intermolekulêre en interatomiese kragte

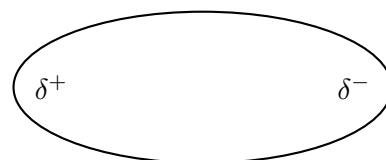
ESE3M

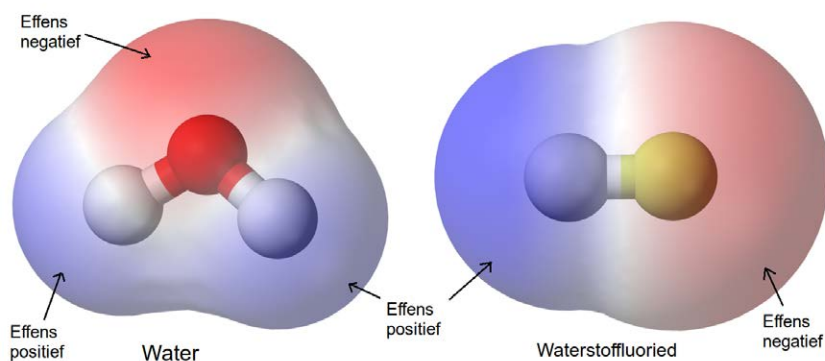
DEFINISIE: Intermolekulêre kragte

Intermolekulêre kragte is kragte wat tussen molekules uitgeoefen word.

Jy sal uit die vorige hoofstuk kan onthou dat molekules as óf **polêr** of **niet-polêr** geklassifiseer word. 'n Polêre molekule is een waar daar 'n verskil in elektronegatiwiteit tussen die atome in die molekule voorkom, in so 'n mate dat die gedeelde elektronpaar meer dikwels nader aan die atoom beweeg wat die elektronpaar sterker aantrek. Dit veroorsaak dat die een kant van die molekule ietwat positief gelaai is (δ^+), en die ander kant van die molekule ietwat negatief (δ^-). Die molekule is dan 'n **dipool**.

'n Dipoolmolekule is 'n molekule wat twee (di) pole het. Die een kant van die molekule is effens positief terwyl die ander kant effens negatief is. In realiteit lyk molekules egter nie heeltemal so nie. Dit lyk meer soos die beelde in Figuur 4.1.





Figuur 4.1: 'n Ander voorstelling van dipoolmolekules. Die rooi area is effens negatief terwyl die blou area effens positief is.

Dit is belangrik om te onthou dat hoewel verbindings in 'n molekule polêr kan wees, die molekule as sulks nie noodwendig polêr is nie. Die vorm van die molekule beïnvloed ook sy polariteit. 'n Paar voorbeelde word in Tabel 4.1 geïllustreer om jou geheue te verfris. Let op dat hier tetrahedriese molekules gewys word met al die buite atome 90° tot mekaar (dit is plat of 2-dimensioneel) maar die vorm is in werklikheid 3-dimensioneel.

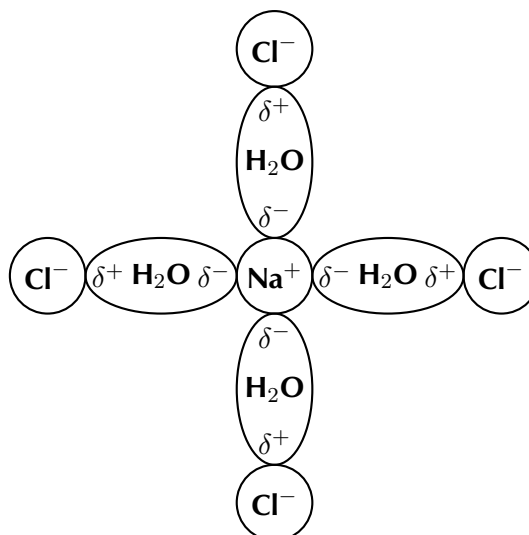
Molekule	Chemiese formule	Binding tussen atome	Vorm van molekule	Polariteit van molekule
Waterstof	H ₂	Nie-polêr kovalent	Lineêre molekule H — H	Nie-polêr
Waterstof-chloried	HCl	Polêr kovalent	Lineêre molekule H ^{δ+} — Cl ^{δ-}	Polêr
Koolstoftetra-fluoried	CF ₄	Polêr kovalent	Tetraëdriese molekule $\begin{array}{c} \text{F}^{\delta-} \\ \\ \text{F}^{\delta-} - \text{C}^{\delta+} - \text{F}^{\delta-} \\ \\ \text{F}^{\delta-} \end{array}$	Nie-polêr
Tri-floro metaan	CHF ₃	Polêr kovalent	Tetraëdriese molekule $\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	Polêr

Tabel 4.1: Polariteit binne molekules met verskillende atomiese bindings en molekulêre vorms.

Dit is belangrik om te kan onderskei of 'n molekule polêr of nie-polêr is, aangesien dit sal bepaal watter tipe intermolekulêre kragte tussen molekules voorkom. Dit is belangrik vir die verduideliking van die eienskappe van die stof.

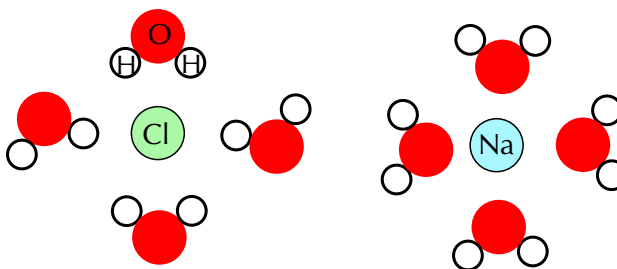
1. Ioon-dipool kragte

Soos die naam voorstel, bestaan hierdie tipe intermolekulêre krag tussen 'n ioon en 'n dipool (polêre) molekule. Jy sal onthou dat 'n *ioon* 'n gelaaiete atoom is en dit sal na een van die gelaaiete kante van die polêre molekule aangetrek word. 'n Positiewe ioon sal na die negatiewe pool van die polêre molekule aangetrek word, terwyl 'n negatiewe ioon na die positiewe pool van die polêre molekule aangetrek word. Dit word waargeneem wanneer natriumchloried (NaCl) in water oplos. Die positiewe natrium ioon (Na^+) word na die effense negatiewe suurstofatoom in die watermolekule aangetrek, terwyl die negatiewe chloried ioon (Cl^-) na die effense positiewe waterstof atoom aangetrek word. Hierdie intermolekulêre kragte verswak die ioniese bindings tussen die natrium- en chloriedione sodat die natriumchloried in die water oplos. (Figure 4.2).



Figuur 4.2: Ioon-dipool kragte in 'n natriumchloriedoplossing

Dit is 'n vereenvoudigde diagram wat die areas van positiewe en negatiewe ladinge beklemtoon. Wanneer natriumchloried in water oplos, kan dit meer akkuraat aangedui word as:



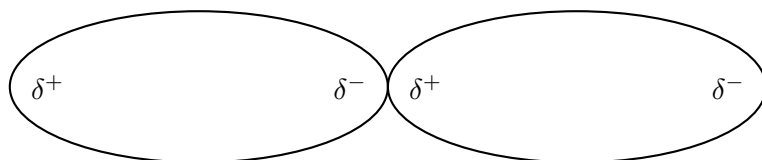
2. Ioon-geïnduseerde-dipoolkragte

Net soos in die geval van ioon-dipoolkragte bestaan hierdie kragte tussen ione en nie-polêre molekules. Die ioon induseer 'n dipool in die nie-polêre molekule, wat lei tot die ontstaan van 'n swak, kortstondige krag wat die verbinding bymekaar hou.

Hierdie kragte word aangetref in hemoglobien (die molekule wat suurstof in die liggaam rondra). Hemoglobien het Fe^{2+} ione. Suurstof (O_2) word deur hierdie ione aangetrek deur ioon-geïnduseerde-dipool kragte.

3. Dipool-dipoolkragte

Wanneer een dipoolmolekule in kontak met 'n ander dipoolmolekule kom, sal die positiewe pool van die een molekule aangetrek word deur die negatiewe pool van die ander molekule en die molekules word so bymekaar gehou (Figuur 4.3). Voorbeelde van materiale / stowwe wat deur dipool-dipool kragte bymekaar gehou word is HCl , SO_2 en CH_3Cl .



Figuur 4.3: Twee dipoolmolekules word bymekaar gehou deur 'n aantrekkingskrag tussen die teenoorgestelde gelaaiete pole.

Een spesiale geval van hierdie tipe binding is waterstofbinding.

4. Geïnduseerde dipoolkragte

Ons weet dat, hoewel koolstofdioksied 'n nie-polêre molekule is, dit steeds gevries kan word (net soos alle ander nie-polêre stowwe gevries kan word). Dit dui daarop dat daar 'n ander tipe aantrekkingskrag in hierdie tipe molekules moet wees (molekules kan slegs vaste stowwe of vloeistowwe word indien daar 'n tipe aantrekkingskrag is wat hulle aantrek). Hierdie krag word geïnduseerde dipoolkragte genoem.

In nie-polêre molekules word die elektronlading eweredig versprei, maar dit is moontlik dat daar op 'n spesifieke tydstip 'n oneweredige verspreiding mag wees (onthou dat elektrone altyd binne hulle orbitale beweeg). Die molekule het 'n *tydelike dipool*. Met ander woorde, elke kant van die molekule het 'n klein positiewe of negatiewe lading. Wanneer dit gebeur sal molekules wat langs mekaar beweeg mekaar effens aantrek. Die kragte word in halogene aangetref (bv. F_2 en I_2) en in ander nie-polêre molekules soos koolstofdioksied en koolstoftetrachloried.

Alle kovalente molekules het geïnduseerde dipoolkragte. Vir nie-polêre molekules is hierdie kragte die enigste intermolekulêre kragte teenwoordig. Vir polêr kovalente molekules word dipool-dipool kragte ook aangetref saam met die geïnduseerde dipoolkragte.

5. Dipool-geïnduseerde dipoolkragte

Hierdie tipe kragte kom voor wanneer 'n molekule met 'n dipool 'n dipool in 'n nie-polêre molekule induseer. Dit is soortgelyk aan 'n ioon-geïnduseerde dipoolkragte. 'n Voorbeeld van hierdie tipe krag is chloroform (CHCl_3) in koolstoftetrachloried (CCl_4)

Die volgende voorstelling dui die verskillende tipes intermolekulêre kragte en die tipe verbindings wat tot hierdie kragte aanleiding gee, aan.

FEIT

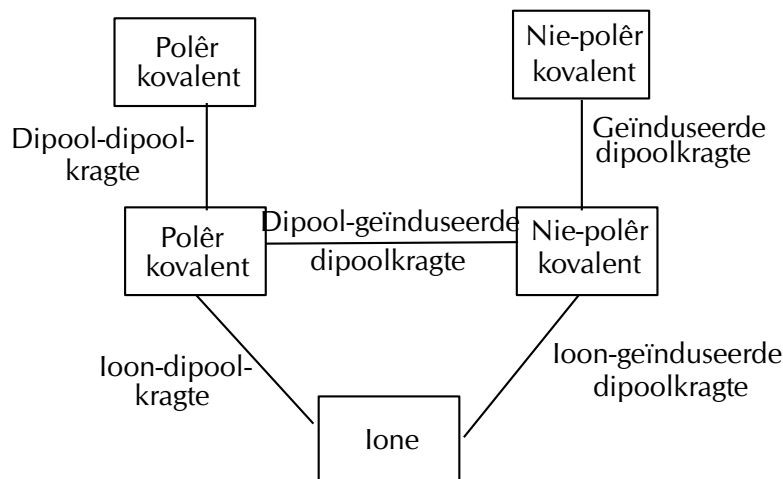
Hierdie intermolekulêre kragte word soms ook "London kragte" of "dispersie" kragte genoem.

WENK

Wanneer edelgasse kondenseer, is die intermolekulêre kragte wat die vloeistof bymekaar hou, geïnduseerde dipool kragte.

WENK

Moenie waterstofbindings met ware chemiese bindings verwar nie. Waterstofbinding is 'n voorbeeld van 'n geval waar 'n wetenskaplike iets vernoem het omdat hy een ding geglo het wat eintlik nie waar is nie. In die geval van waterstofbinding het die sterkte van die aantrekkingskrag van waterstofbindings wetenskaplikes mislei sodat daar geglo is dat dit inderdaad 'n chemiese binding was, terwyl dit eintlik net 'n intermolekulêre krag is.



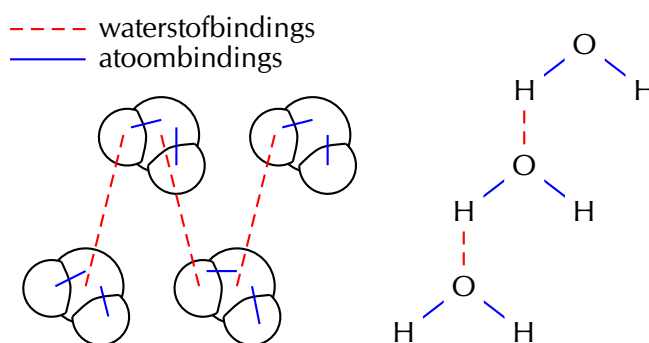
Figuur 4.4: Die tipe intermolekulêre kragte. Die omraving stel die verskillende tipes verbindings voor terwyl die lyne die tipe kragte voorstel.

Die laaste drie kragte (dipool-dipoolkragte, dipool-geïnduseerde dipoolkragte en geïnduseerde dipoolkragte) word soms gesamentlik Van der Waals kragte genoem. Ons beskou nou spesiale gevalle van dipool-dipoolkragte in besonder.

Waterstofbindings

Soos wat die naam te kenne gee het hierdie tipe intermolekulêre krag iets te doen met 'n waterstofatoom. Wanneer 'n molekule 'n waterstofatoom bevat wat kovalent aan 'n ander atoom, met 'n hoë elektronegatiwiteit, verbind is, (O, N of F) kan hierdie tipe intermolekulêre krag voorkom.

Watermolekules word byvoorbeeld met waterstofbinding tussen die waterstof van die een molekule en die suurstof van die ander molekule (Figure 4.5) bymekaar gehou. Waterstofbinding is relatief sterk intermolekulêre kragte wat sterker is as ander dipool-dipoolkragte. Dit is belangrik om op te let dat waterstofbindings swakker is as die kovalente en ioniese bindings wat tussen atome bestaan.



Figuur 4.5: Twee voorstellings wat waterstofbindings tussen twee watermolekules voorstel: ruimte-opvullingsmodel en die strukturele formule.

Die verskil tussen intermolekulêre en interatomiese kragte

ESE3P

Dit is belangrik om te besef dat daar 'n verskil tussen tipes interaksies is wat binne 'n molekule kan plaasvind en dié wat tussen verskillende molekules kan plaasvind. In die vorige hoofstuk is daar op die interaksie tussen atome gefokus. Dit staan bekend as interatomiese kragte of chemiese bindings. Kovalente molekules is ook in fyner besonderhede bespreek.

Onthou dat kovalente bindings 'n elektronegatiwiteitsverskil van minder as 2,1 het. Kovalente molekules het kovalente bindings tussen hulle atome. Van der Waals kragte kom net tussen kovalente bindings voor. Ons kan die interatomiese en intermolekulêre kragte tussen kovalente verbindings met diagramme of woorde aandui. Intermolekulêre kragte vind tussen molekules plaas en individuele atome is nie betrokke nie. Interatomiese kragte is kragte wat die atome binne in molekules aan mekaar hou. Figuur 4.5 is 'n voorstelling hiervan.

	Interatomiese kragte	Intermolekulêre kragte
Atome of molekules	Kragte tussen atome	Kragte tussen molekules
Sterkte van kragte	Sterk kragte	Relatief swak kragte
Afstand tussen atome of molekules	Baie kort afstande	Langer afstande wat verbind

Tabel 4.2: Die verskil tussen interatomiese en intermolekulêre kragte.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Intermolekulêre kragte

VRAAG

Watter intermolekulêre kragte word in koolstoftetrachloried (CCl_4) aangetref?

OPLOSSING

Stap 1: Dink oor wat jy van die molekule weet

Koolstof het 'n elektronegatiwiteit van 2,5. Chloor het 'n elektronegatiwiteit van 3,0. Die elektronegatiwiteitsverskil tussen koolstof en chloor is 1,0 (onthou die gedeelte oor elektronegatiwiteit in die vorige hoofstuk). Ons weet ook dat die binding tussen koolstof en chloor polêr is.

Uit die vorige hoofstuk weet ons ook dat koolstoftetrachloried 'n tetrahedriese molekule is (onthou die molekulêre vorm). Koolstoftetrachloried is simmetries en dus oor die algemeen nie-polêr.

Stap 2: Nou besluit ons watter geval dit is

Koolstoftetrachloried is nie-polêr, wat beteken die enigste soort krag wat hier kan voorkom is **geïnduseerde dipool**.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Intermolekulêre kragte

VRAAG

Watter intermolekulêre kragte kom in die volgende oplossings voor: natriumchloried in water?

OPLOSSING

Stap 1: Dink oor dit wat jy van die molekules weet

Natriumchloried is ionies (die elektronegatiwiteitsverskil is 2,1). Water het polêre bindings (die elektronegatiwiteitsverskil is 1,4). Water is 'n polêre molekule (sy molekulêre vorm is gebuig of hoekig).

Stap 2: Nou besluit ons watter geval dit is

Dit is 'n ioniese stof in interaksie met 'n polêre stof. Hierdie interaksie is 'n **ioon-dipool**krag.

Oefening 4 – 1:

Watter intermolekulêre kragte word aangetref in:

1. waterstoffluoried (HF)
2. metaan (CH₄)
3. kaliumchloried in ammoniak (KCl in NH₃)
4. krypton (Kr)

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [26ZS](#) 2. [26ZT](#) 3. [26ZV](#) 4. [26ZW](#)



www.everythingscience.co.za



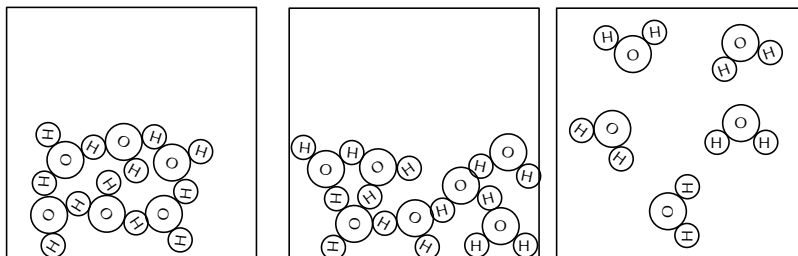
m.everythingscience.co.za

Om intermolekulêre kragte te kan verstaan

ESE3Q

Die tipe intermolekulêre kragte wat in 'n stof voorkom sal sy eienskappe soos **fase-toestand**, **smeltpunt** en **kookpunt** bepaal. Jy moet vanaf die kinetiese teorie van materie (sien Graad 10) onthou dat die *fase-toestand* van 'n stof bepaal word deur hoe sterk die kragte tussen die deeltjies is. Hoe swakker die kragte, hoe groter die moontlikheid dat die stof 'n gas sal wees. Dit is omdat die deeltjies ver van mekaar af kan beweeg, omdat dit nie baie sterk bymekaar gehou word nie. As die kragte baie sterk is, word die deeltjies naby mekaar gehou in 'n vaste struktuur. Onthou ook dat die *temperatuur* van 'n stof die energie van die deeltjies beïnvloed. Hoe meer energie die deeltjies het, hoe groter die moontlikheid dat die kragte wat dit naby aanmekaar hou oorkom kan word. Dit kan 'n fase-verandering veroorsaak.

Hieronder aangedui is die drie fases van water. Neem kennis dat ons tweedimensionele figure gebruik, terwyl dit in werklikheid driedimensioneel is.



Figuur 4.6: Die drie fases van water



Die effek van intermolekulêre kragte

Die volgende vyf eksperimente ondersoek die effek van verskeie fisiese eienskappe (verdamping, oppervlakspanning, oplosbaarheid, kookpunt en kapillariteit) van stowwe en bepaal wat die verband is tussen intermolekulêre kragte en hierdie eienskappe. Elke eksperiment sal na 'n ander eienskap kyk.

Formele eksperiment: Die uitwerking van intermolekulêre kragte: Deel 1

Doel:

Om verdamping te ondersoek en om vas te stel wat die verband tussen verdamping en intermolekulêre kragte is.

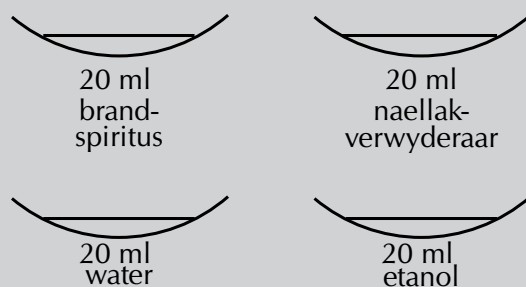
Apparaat:

Jy sal die volgende items benodig vir die eksperiment:

- etanol, water, naellakverwyderaar (asetoon), brandspiritus
- verdampingsbakkies (of vlak bakkies)

Metode:

1. Plaas 20 ml van elke stof in aparte verdampingsbakkies.
2. Skuif elke bakkie versigtig na 'n warm (sonnige) plek.
3. Merk die vlak van die vloeistof in elke bakkie met 'n permanente pen. Maak 'n paar merkies op verskillende plekke reg rondom die bakkie. As die permanente pen 'n blerts in plaas van 'n duidelike streep maak, vee dit versigtig af en probeer weer.
4. Ondersoek elke bakkie elke minuut en noteer watter vloeistof die vinnigste verdamp.



Resultate:

Skryf jou resultate neer in die tabel hieronder. Jy hoef nie die vlak van die vloeistof te meet nie, maar net te skryf met hoeveel die vlak verminder het (bv. vir water kan jy skryf dat daar geen verandering was nie en vir etanol dat bykans al die vloeistof verdamp het.)

Stof	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min
Etanol					
Water					
Naellakverwyderaar					
Brandspiritus					

Bespreking en gevolgtrekking:

Jy behoort te vind dat water die langste neem om te verdamp. Water het sterk intermolekulêre kragte (waterstofbinding). Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) en brandspiritus (hoofsaaklik etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, met bietjie metanol, CH_3OH) het beide waterstofbinding, maar is bietjie swakker as die waterstofbinding in water. Naellakverwyderaar (asetoon, CH_3COCH_3) het slegs dipool-dipool kragte en sal vinnig verdamp.

Stowwe met swakker intermolekulêre kragte verdamp vinniger as stowwe met sterker intermolekulêre kragte.

Formele eksperiment: Die uitwerking van intermolekulêre kragte: Deel 2

Doel:

Om oppervlakspanning te ondersoek en om vas te stel wat die verband is tussen oppervlakspanning en intermolekulêre kragte.

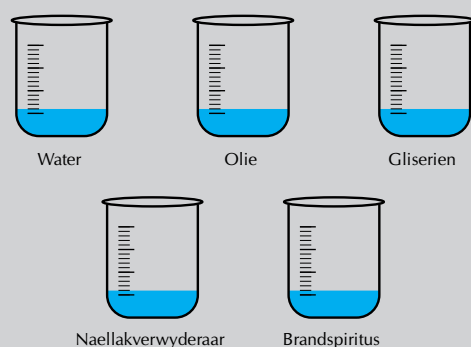
Apparaat:

Jy sal die volgende items benodig vir die eksperiment:

- Water, kookolie (sonneblomolie), gliserien, naellakverwyderaar (asetoon), brandspiritus
- Klein glasbekers of glas maatsilinders
- Klein stukkie glas of helder plastiek (omtrent 5 cm by 5 cm.)

Metode:

1. Plaas ongeveer 50 ml van elke stof wat gegee is in verskillende klein bekere of maatsilinders.
2. Let op die vorm van die meniskus (dit is die vlak van die vloeistof). Kyk wat gebeur teen die kante waar die vloeistof aan die glas raak. (Jy kan 'n paar druppels voedselkleursel in elke stof gooi om die meniskus duideliker te sien.)
3. Plaas nou 'n druppel van die stof op 'n klein stukkie glas. Let op die vorm van die druppel.



Resultate:

Skryf jou resultate neer in die tabel hieronder. Jy hoef net 'n kwalitatiewe resultaat te gee (wat jy in die eksperiment sien).

Stof	Vorm van die meniskus	Vorm van die druppel
Water		
Olie		
Gliserien		
Naellakverwyderaar		
Brandspiritus		

Bespreking en gevolgtrekking:

Die meniskus van al hierdie stowwe behoort konkaf te wees (dus hoër aan die kante as in die middel). Dit is omdat die kragte wat die molekules binne-in die stof bymekaar hou swakker is as die aantrekking tussen die stof en die glas van die buis.

Jy behoort op te let dat water, olie en gliserien neig om 'n druppel te vorm, terwyl naellakverwyderaar en brandspiritus dit nie doen nie. Sterk intermolekulêre kragte help om die stof bymekaar te hou, terwyl swakker kragte nie die molekules in die stof sterk kan vashou nie.

Water het die sterkste intermolekulêre kragte (waterstofbindings) van al die stowwe wat gebruik is. Gliserien en brandspiritus het ook waterstofbindings, maar dit is effens swakker as die intermolekulêre kragte in water. Sonneblomolie is meerendeels nie-polêr, maar het baie lang molekules wat bydra tot die hoër oppervlakspanning.

Stowwe met sterker intermolekulêre kragte het oor die algemeen 'n groter oppervlakspanning as stowwe wat swakker intermolekulêre kragte het.

Doel:

Om oplosbaarheid en die verband tussen oplosbaarheid en intermolekulêre kragte te ondersoek.

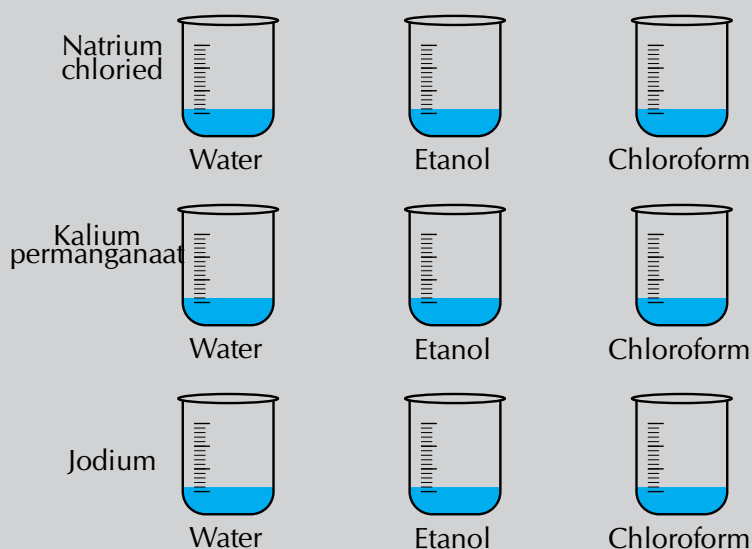
Apparaat:

Jy sal die volgende items benodig vir die eksperiment:

- Vaste stowwe: natriumchloried (tafelsout), jodium, kaliumpermanganaat
- Oplossings: water, etanol, chloroform
- 9 bekere of proefbuisse
- 3 A4 velle papier

Metode:

1. Plaas ongeveer 20 ml van elke gegewe oplossing in verskillende bekere. Plaas hierdie stel op 'n papier gemerk "natriumchloried".
2. Herhaal hierdie stap twee keer. Die tweede stel is vir kaliumpermanganaat (so jou papier is gemerk "kaliumpermanganaat") en die derde stel is vir jodium (jou papier is gemerk "jodium".) Jy behoort nou nege bekere in totaal te hê.
3. Voeg ongeveer 2 g natriumchloried in die eerste stel bekere.
4. Voeg ongeveer 2 g kaliumpermanganaat in die tweede stel bekere.
5. Voeg ongeveer 2 g jodium in die derde stel bekere.
6. Neem waar hoeveel van elke stof in die oplossing oplos.



Resultate:

Skryf jou resultate in die tabel hieronder neer. As jy sien dat slegs 'n klein bietjie van die vaste stof oplos, dan skryf jy dat baie min vaste stof opgelos het. As al die vaste stof oplos dan skryf jy al die vaste stof los op.

Stof	Water	Chloroform	Etanol
Natriumchloried			
Kaliumpermanganaat			
Jodium			

Bespreking en gevolgtrekking:

Jy sal vind dat die natriumchloried en kaliumpermanganaat (ten minste 'n klein bietjie) oplos in al die stowwe. Die jodium het glad nie opgelos nie. Die drie oplosmiddels (water, chloroform en etanol) is almal polêr en het dipool-dipoolkragte. Natriumchloried en kaliumpermanganaat is beide ioniese stowwe, terwyl jodium nie-polêr is.

Stowwe sal oplos in oplosmiddels wat soortgelyke intermolekulêre kragte het of in oplosmiddels waar die ioniese bindings deur die vorming van ioon-dipoolkragte ontwig kan word.

Formele eksperiment: Die uitwerking van intermolekulêre kragte: Deel 4

Doel:

Om kookpunt en die verband tussen kookpunt en intermolekulêre kragte te ondersoek.

Apparaat:

Jy sal die volgende items benodig vir die eksperiment:

- Water, kookolie (sonneblomolie), gliserien, naellakverwyderaar, brandspiritus
- Proefbuis en 'n beker
- Warm plaat

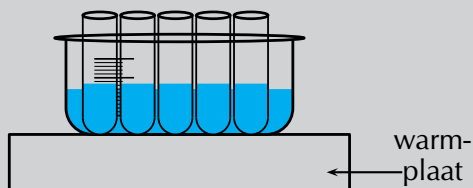
Metode:

WAARSKUWING!

Brandspiritus en naellakverwyderaar is hoogs vlambaar. Dit sal maklik brand as dit naby 'n oop vlam gelaat word. Om hierdie rede moet dit in 'n waterbad verhit word. Hierdie eksperiment moet in 'n goed geventileerde vertrek gedoen word.

1. Plaas ongeveer 20 ml van elke gegewe stof in verskillende proefbuis.
2. Maak die beker halfvol water en plaas dit op die warm plaat.
3. Plaas die proefbuis binne-in die beker.

4. Neem waar hoe lank dit elke stof neem om te kook. Die oomblik wat dit kook, verwyder dit uit die waterbad.



Resultate:

Skrif die volgorde neer waarin die stowwe begin kook, begin met die een wat eerste kook en eindig met die een wat laaste kook.

Bespreking en gevolgtrekking:

Jy behoort te vind dat die naellakverwyderaar en die brandspiritus voor die water, olie en gliserien kook.

Gliserien, water en brandspiritus het waterstofbindings tussen die molekules. In water en gliserien is hierdie intermolekulêre kragte baie sterk terwyl dit in brandspiritus effens swakker is. Dit gee aanleiding tot hoër kookpunte vir water en gliserien. Naellakverwyderaar het swakker dipool-dipoolkragte.

Alhoewel kookolie nie-polêr is en geïnduseerde dipoolkragte het, is die molekules baie groot en vergroot dit die sterkte van die intermolekulêre kragte.

Stowwe met sterk intermolekulêre kragte sal 'n hoër kookpunt hê as stowwe wat swakker intermolekulêre kragte het.

Formele eksperiment: Die uitwerking van intermolekulêre kragte: Deel 5

Doel:

Om kapillariteit (hoe ver 'n vloeistof in 'n buisie styg of daal) en die verband tussen kapillariteit en intermolekulêre kragte te ondersoek.

Apparaat:

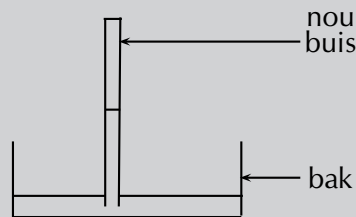
Jy sal die volgende items benodig vir die eksperiment:

- Water, kookolie (sonneblomolie), naellakverwyderaar, brandspiritus
- 'n Groot, vlak bak, nou glasbuis (met een kant toe)

Metode:

1. Plaas ongeveer 20 ml water in 'n vlak trog of bak.
2. Hou die nou buis in die bak, net bo die watervlak.

3. Neem waar hoe hoog die water in die buis op beweeg.
4. Herhaal vir die ander drie stowwe. Onthou om die bak en die buis na elke proefneming te was.



Resultate:

Teken jou resultate aan in die onderstaande tabel. Jy hoef nie die spesifieke afstand te meet wat die water in die buis opstoot nie, maar jy kan slegs aandui of die water 'n groot of klein afstand opgestoot het.

Stof	Hoogte wat die water in die buis beweeg
Water	
Olie	
Naellakverwyderaar	
Brandspiritus	

Bespreking en gevolgtrekking:

Water beweeg die grootste afstand in die buis op. Naellakverwyderaar beweeg die kleinste afstand in die buis.

Kapillêre krag hou verband met die oppervlakspanning. Indien die aantrekkende kragte tussen die glaswande van die buis en die stof baie sterker is as die intermolekulêre kragte in die stof, word die kante van die vloeistof bokant die oppervlak van die vloeistof opgetrek. Dit help dan ook om die vloeistof in die buis op te trek.

Stowwe met sterk intermolekulêre kragte sal hoër op in die nou buis beweeg (groter kapillêre kragte) as stowwe met kleiner intermolekulêre kragte.

Uit hierdie eksperimente kan ons sien hoe die intermolekulêre kragte (mikroskopiese eienskap) die gedrag van die stof op die makroskopiese vlak beïnvloed. Indien 'n stof 'n klein intermolekulêre krag besit sal dit maklik verdamp. Stowwe met klein intermolekulêre kragte sal ook 'n lae oppervlakspanning hê en nie so hoog in die buis opstoot soos stowwe met groot intermolekulêre kragte nie. Die kookpunte van stowwe met kleiner intermolekulêre kragte is ook laer. Stowwe is meer geneig om oplosbaar te wees in ander vloeistowwe met soortgelyke intermolekulêre kragte.

Ons gaan nou ook in meer besonderhede na ander eienskappe (molekulêre grootte, viskositeit, digtheid, smelt- en kookpunt, termiese uitsetting en termiese geleidingsvermoë) kyk.

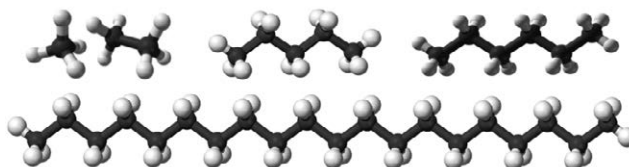
FEIT

Dit is gedeeltelik die sterker intermolekulêre kragte wat kan verklaar waarom petrol (hoofsaaklik oktaan (C_8H_{18})) 'n vloeistof is terwyl kerswas ($C_{23}H_{48}$) 'n vaste stof is. Indien hierdie intermolekulêre kragte nie sou toeneem met 'n toenemende molekulêre grootte nie sou ons nie vloeibare brandstof in ons motors kon gooi of vaste stof kerse kon gebruik nie.

Molekulêre grootte

Die alkane is 'n groep organiese verbindings wat koolstof en waterstof in die verbinding bevat. Die koolstofatome koppel aan mekaar om kettings met verskillende lengtes te vorm.

Die kook- en smeltpunt van hierdie molekule word bepaal deur die molekulêre struktuur en die oppervlakarea. Hoe meer koolstofatome in die verbinding voorkom hoe langer is die ketting en hoe groter is die oppervlakarea en gevolglik die intermolekulêre kragte, wat lei tot 'n verhoging in die kookpunt. Dit kan gesien word in die onderstaande tabel.



Formule	CH_4	C_2H_6	C_5H_{12}	C_6H_{14}	$C_{20}H_{42}$
Naam	metaan	etaan	pentaan	heksaan	ikosaan
Molekulêre massa ($g \cdot mol^{-1}$)	16	30	72	86	282
Smeltpunt ($^{\circ}C$)	-183	-183	-130	-95	37
Kookpunt ($^{\circ}C$)	-164	-89	36	69	343
Fase by kamertemperatuur	gas	gas	vloeistof	vloeistof	vaste stof

Jy sal ook waarneem dat, wanneer die molekulêre massa van die alkane min is (bv. min koolstofatome in die ketting), is die organiese verbinding gasse - die intermolekulêre kragte is klein. Soos die hoeveelheid koolstofatome en dus ook die molekulêre massa toeneem, sal die verbinding meer geneig wees om as 'n vloeistof of 'n vaste stof voor te kom as gevolg van sterker intermolekulêre kragte.

Jy behoort te sien dat hoe groter die molekule is, hoe sterker die intermolekulêre kragte tussen die molekule is. Dit is een van die redes waarom metaan (CH_4) 'n gas by kamertemperatuur is terwyl pentaan (C_5H_{12}) 'n vloeistof en ikosaan ($C_{20}H_{42}$) 'n vaste stof is.

Viskositeit

Viskositeit is die weerstand teen vloei deur 'n vloeistof. Vergelyk hoe maklik dit is om water en stroop of heuning te skink. Die water vloei baie vinniger as die stroop of die heuning.



Jy kan dit sien wanneer jy 'n silinder gevul met water en 'n silinder gevul met gliserien neem. Laat val 'n klein metaalballetjie in elke silinder en hou dop hoe maklik dit vir die balletjie is om na die bodem te val. In die gliserien val die balletjie stadig terwyl dit vinnig val in die water.

Stowwe met sterker intermolekulêre bindingskragte is taaier as stowwe met swakker intermolekulêre kragte.

Die volgende inligting aangaande enjinolies word aan jou gegee.

Olie	Gebruik	Meer inligting
SAE 30 monograad	Enjins	Lae viskositeit
SAE 50 monograad	Enjins	Hoë viskositeit
SAE 15W-40 veelgraad	Enjins	Medium viskositeit
SAE 0W-40 veelgraad	Enjins	Medium viskositeit

Veelgraadolie kan selfs in koue weer gebruik word aangesien dit vloeibaar bly. (Die eerste syfer is die gradering vir winter weer en die W toon aan dat dit 'n gradering vir winter is. Die tweede syfer is die gradering vir die viskositeit in die somer). Monograadolies kry 'n viskositeitsgradering by 100°C. Die viskositeit is 'n aanduiding van hoe maklik die olie vloeit. Hoe meer die viskositeit hoe groter is die molekule in die olie.



- Watter olie het die langste molekuul?
- Watter olie het die kortste molekuul?
- Watter olie het die sterkste intermolekulêre kragte?
- Watter olie het die swakste intermolekulêre kragte?
- Wat kan jy aflei aangaande die sterkte van die intermolekulêre kragte en die viskositeit?

Digtheid

DEFINISIE: Digtheid

Digtheid is 'n aanduiding van die massa per volume eenheid.

Die vaste fase is gewoonlik die digste fase (water is een duidelike uitsondering op die reël). Dit kan verklaar word deur die sterk intermolekulêre kragte in vaste stowwe. Hierdie kragte trek die molekule teen mekaar wat tot gevolg het dat daar meer molekules per eenheidsvolume is as in die vloeistof- of gasfase. Hoe meer molekule per eenheidsvolume hoe meer dig is die stof.

Smelt- en kookpunte

Intermolekulêre kragte beïnvloed die kook- en smeltpunte van stowwe. Stowwe met swak intermolekulêre kragte sal lae smelt- en kookpunte hê terwyl die stowwe met sterker intermolekulêre kragte hoër kook- en smeltpunte sal hê. In die eksperiment oor intermolekulêre kragte het jy die kookpunt van sommige stowwe ondersoek en

sou jy waargeneem het dat die molekule met swakker intermolekulêre kragte 'n laer kookpunt as die molekule met sterker intermolekulêre kragte tussen die deeltjies gehad het.

Nog 'n punt om op te let is dat kovalente netwerkstrukture (hersien Graad 10 werk waar kovalente verbindings groot netwerk of kristalstrukture vorm soos in diamant) 'n hoë smelt- en kookpunt sal hê as gevolg van die feit dat sommige bindings (bv. sterk kragte tussen atome) moet breek voor die stof kan smelt. Kovalente molekulêre verbindings (bv. water, suiker) het dikwels laer smelt- en kookpunte as gevolg van die teenwoordigheid van swakker intermolekulêre kragte wat die molekule bymekaar hou.

Termiese uitsetting

Soos 'n stof verhit word begin die molekule meer heftig beweeg (die kinetiese energie van die deeltjies verhoog). Dit veroorsaak dat die vloeistof uitsit tydens verhitting. Jy kan dit waarneem in 'n termometer. Soos die alkohol (of kwik) verhit word, sit dit uit en styg dit in die buis.

Om voorsiening vir uitsetting te maak moet jy openinge tussen die teëls in 'n teëlvloer laat. Dit is ook die rede waarom hoogspanningslyne uitsit en bruê gapings het vir uitsetting.

Termiese geleidingsvermoë

Verskillende materiale gelei warmte verskillend. Die volgende aktiwiteit sal dit uitlig.

Onderzoek: Termiese geleidingsvermoë

Neem 'n lang dun grafiestafie en 'n lang dun koperstafie (of ander metaal). Smelt 'n stukkie was op die een punt van elkeen van die stafies vas. Druk 'n tandestokkie in die wasbolletjie terwyl dit nog sag is.

Hang nou die grafiestafies en koperstafies aan 'n tafel of stoel met behulp van 'n stukkie tou en verhit die grafiestafies en koperstafies aan die punt waar die was nie vasgesmelt is nie. Neem waar watter tandestokkie eerste afval. Probeer verklaar waarom dit gebeur.

Warmte word deur die stof gelei vanaf die punt wat verhit word na die ander punt. Dit is die rede waarom die bodem van 'n pot eerste warm word op 'n stoofplaat. In metale is daar vry, gedelokaliseerde elektrone wat kan help om die warmte-energie deur die metaal te versprei. In kovalente molekulêre verbindings is daar geen vry gedelokaliseerde elektrone nie en warmte beweeg nie so maklik deur die materiaal nie.

Uitgewerkte voorbeeld 3: Om intermolekulêre kragte te kan verstaan

VRAAG

Verduidelik waarom die smeltpunt van suurstof (O_2) baie laer is as die smeltpunt van waterstofchloried (HCl).

OPLOSSING

Stap 1: Skryf neer wat jy weet aangaande smeltpunt en intermolekulêre kragte

Hoe sterker die intermolekulêre kragte is hoe hoër is die smeltpunt. Indien 'n stof sterk intermolekulêre kragte het, sal die stof gevolglik ook 'n hoë smeltpunt hê.

Stap 2: Skryf neer watter kragte in die twee gegewe verbindings voorkom

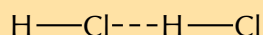
Suurstof is nie-polêr en besit geïnduseerde dipoolkragte. Waterstofchloried is polêr en besit dipool-dipoolkragte

Stap 3: Kombineer al die feite om die antwoord te verkry

Ons weet dat sterker intermolekulêre kragte lei tot hoër smeltpunte. Ons weet ook dat suurstof swakker intermolekulêre kragte het as waterstofchloried (geïnduseerde dipool teenoor dipool-dipoolkragte). Daarom sal suurstof 'n laer smeltpunt as waterstofchloried hê aangesien die suurstof swakker intermolekulêre kragte tussen die deeltjies het.

Oefening 4 – 2: Tipes intermolekulêre kragte

1. Die volgende diagram word gegee



- Benoem die molekule en omkring dit op die diagram
 - Benoem die intramolekulêre kragte (kovalente bindings)
 - Benoem die intermolekulêre kragte
2. Die volgende molekule en oplossings word gegee
HCl, CO₂, I₂, H₂O, KI(aq), NH₃, NaCl(aq), HF, MgCl₂ in CCl₄, NO, Ar, SiO₂
Voltooi die tabel hieronder deur elke molekule langs die korrekte tipe intermolekulêre krag te plaas.

loon-dipool	
loon-geïnduseerde dipool	
Dipool-dipool (geen waterstofbinding)	
Dipool-dipool (waterstofbinding)	
Geïnduseerde dipool	
Dipool-geïnduseerde dipool	

In watter een van die stowwe in die lys hierbo is die intermolekulêre krag die:

- sterkste
 - swakste
3. Gebruik jou kennis van verskillende tipes intermolekulêre kragte om die volgende stellings te verklaar.

FEIT

Daar is ongeveer 55,5 mol water in 1 L. Dit is gelykstaande aan $3,34 \times 10^{25}$ molekule water. Dit is baie watermolekule.

- Die kookpunt van F_2 is baie laer as die kookpunt van NH_3
- Water verdamp stadiger as koolstoftetrachloried (CCl_4).
- Natriumchloried is geneig om in metanol (CH_3OH) op te los.

4. Tumi en Jason help hul vader om die badkamervloer te teël. Hul vader verduidelik aan hulle dat hulle klein openinge tussen die teëls moet ooplaat. Waarom benodig hulle die openinge?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 26ZX 2. 26ZY 3a. 26ZZ 3b. 2722 3c. 2723 4. 2724



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

4.2 Die chemie van water

ESE3R

► Sien video: 2725 op www.everythingscience.co.za

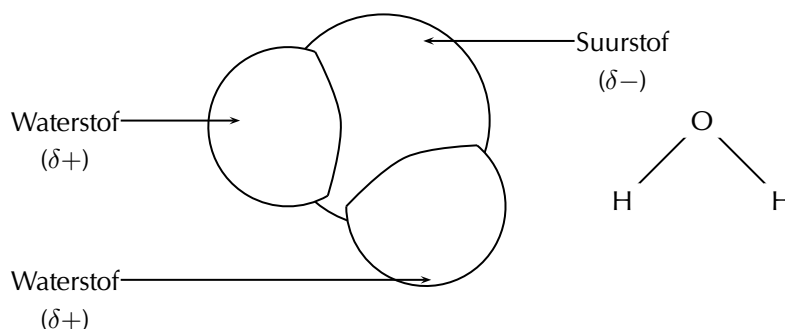
Ons gaan nou kyk hoe intermolekulêre kragte van toepassing is op 'n baie spesiale vloeistof. Hierdie afdeling toon aan hoe die kennis van intermolekulêre kragte op water toegepas kan word.

Die mikropiese struktuur van water

ESE3S

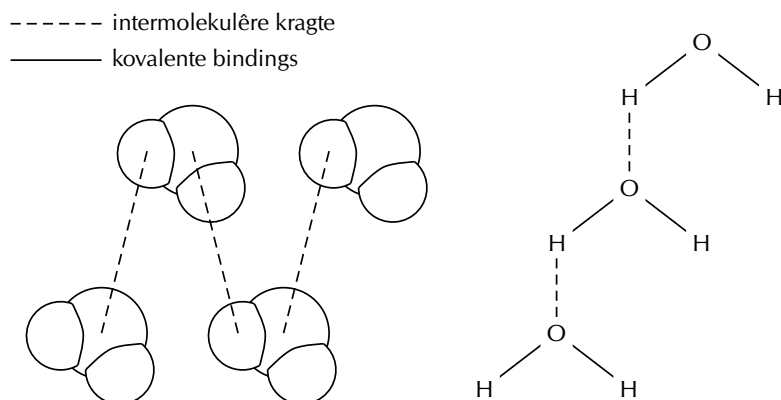
Water tree op verskeie maniere baie anders op as ander vloeistowwe. Hierdie eienskappe van water is direk verwant aan die mikroskopiese struktuur van water en meer spesifiek tot die *vorm* van die molekule en die molekule se *polêre aard*, en die *intermolekulêre kragte* wat die molekule bymekaar hou.

In die vorige hoofstuk het jy geleer van molekulêre vorm en polariteit. Water het twee waterstofatome gebind aan 'n sentrale suurstofatoom. Die sentrale suurstofatoom het twee alleenpare elektrone. Dit veroorsaak dat water 'n hoekige (gebuigde) struktuur het. Dit beteken ook dat water polêr is aangesien die twee waterstofatome nie parallel aan mekaar is nie en daarom nie die bindingspolariteit uitkanselleer nie (verwys terug na die vorige hoofstuk oor molekulêre vorm). Ons kan dit duidelik sien in die volgende figuur:



Figuur 4.7: Die diagramme toon die struktuur van die watermolekule. Elke molekule is saamgestel uit twee waterstof atome verbind aan een suurstofatoom.

Watermolekule word bymekaar gehou deur **waterstofbindings**. Waterstofbindings is 'n baie sterker tipe intermolekulêre krag as die kragte wat in vele ander stowwe aangetref word en dit beïnvloed die eienskappe van water.



Figuur 4.8: Intermolekulêre en kovalente bindings (interatomiese kragte) in water. Let daarop dat die diagram aan die linkerkant slegs die *intermolekulêre* kragte toon. Die kovalente bindings (interatomiese kragte) kom voor tussen die onderskeie atome van die watermolekuul.

FEIT

Dit is die hoë spesifieke warmte van water en die vermoë om infrarooistraling te absorbeer wat toelaat dat water die aarde se klimaat kan help reguleer. Dorpe naby aan die see ondervind gewoonlik minder uiterste temperature as binnelandse dorpe as gevolg van die oseane se vermoë om warmte te absorbeer.

FEIT

Wanneer die kookpunt van water gemeet word by seevlak (bv dorpe of stede soos Kaapstad en Durban), is dit dikwels baie naby aan 100 °C aangesien die atmosferiese druk op dié plekke amper dieselfde as die standaarddruk is. Indien jy die kookpunt van water in 'n dorp by 'n hoër hoogte meet (bv Johannesburg of Pretoria) sal dit 'n effens laer kookpunt hê.

Die unieke eienskappe van water

ESE3T

Ons gaan nou kyk na 'n paar eienskappe van water.

1. Spesifieke warmte

DEFINISIE: *Spesifieke warmte*

Spesifieke warmte is die hoeveelheid warmte-energie wat nodig is om 'n eenheids-massa van 'n stof se temperatuur met een graad te verhoog.

Water het 'n hoë spesifieke warmte, wat beteken dat die water baie energie benodig voor sy temperatuur sal verander.

Jy het waarskynlik al die verskynsel gesien as jy water in 'n pot op die stoof kook. Die metaal van die kastrol verhit baie vinnig en jy kan jou vingers brand indien jy daaraan raak, terwyl die water in die kastrol 'n tydjie neem voordat die temperatuur selfs effens begin toeneem. Hoe kan ons die verskynsel in terme van die waterstofbinding verklaar? Onthou dat die verhoging van die temperatuur van 'n stof beteken dat die deeltjies al vinniger sal beweeg. Voor die deeltjies egter vinniger kan beweeg moet die intermolekulêre kragte tussen die deeltjies eers ontwig word. In die geval van water is hierdie kragte sterk waterstofbindings en is daar 'n groot hoeveelheid energie nodig om die bindings te breek voordat die deeltjies uitmekaar kan beweeg.

2. Absorpsie van infrarooistraling

Water is in staat om infrarooistraling (warmte van die son) te absorbeer. As gevolg van die verskynsel tree oseane en ander groot wateroppervlakke op om warmte te berg, en kan dit optree om 'n gematigde klimaat vir die aarde te onderhou.

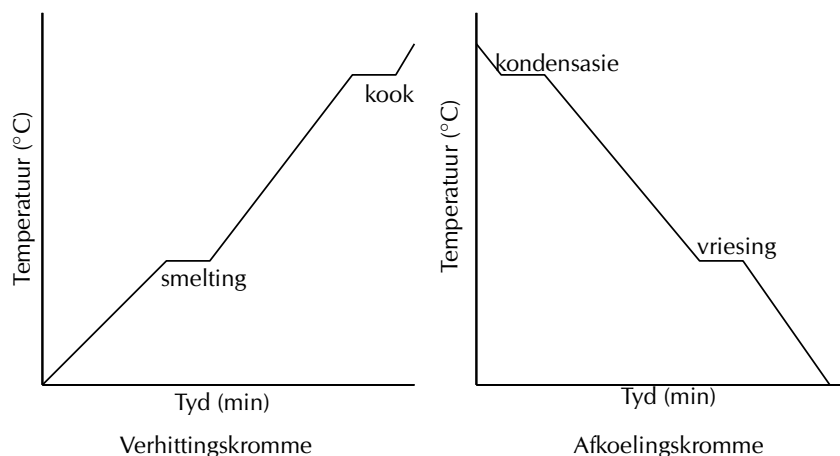
3. Smeltpunt en kookpunt

Die smeltpunt van water is 0 °C en die kookpunt van water is 100 °C (by standaarddruk of 0,987 atm). Hierdie groot verskil tussen die smelt- en kookpunt is baie belangrik aangesien dit beteken dat water as vloeistof kan bestaan oor 'n wye temperatuurgebied. (Hierdie temperatuurgebied is slegs groot in die wêreld om ons, want as ons na die ruimte en die heelal kyk is die temperatuurgebied in 'n baie nou band.)

FEIT

Antarktika, die “bevrore kontinent” het een van die wêreld se grootste en diepste varswatermere. Hierdie meer is weggesteek onder 4 km ys. Die Vostokmeer is 200 km lank en 50 km wyd. Die dik ys gletserkomers tree op as isolasie wat verhoed dat die water vries.

In Graad 10 het jy die verhittings- en afkoelingskromme van water bestudeer. Hierdie kromme word hieronder gegee.



Figuur 4.9: Verhittings- en afkoelingskrommes vir water

4. Hoë verdampingswarmte

DEFINISIE: Verdampingswarmte

Verdampingswarmte is die energie wat nodig is om 'n gegewe hoeveelheid van 'n stof in 'n gas om te skakel.

Die sterkte van die waterstofbindings tussen watermolekule beteken ook dat water 'n hoë verdampingswarmte het. Verdampingswarmte is die warmte-energie wat nodig is om water van 'n vloeistof na gas om te skakel. As gevolg van die sterk kragte tussen watermolekule moet water verhit word tot 100 °C voordat dit van fase verander. By hierdie temperatuur het die molekule genoeg energie om die intermolekulêre kragte wat die molekule bymekaar hou te breek. Die verdampingswarmte van water is 40,65 kJ·mol⁻¹

Dit is baie belangrik vir lewe op aarde dat water 'n hoë verdampingsenergie het. Kan jy jouself voorstel watter probleem dit sal wees indien water se verdampingsenergie baie laer sou wees? Al die water wat in die selle van ons liggaam voorkom sal verdamp en die meeste van die water op aarde sou nie langer as vloeistof bestaan nie.

5. Minder dig vaste fase

Nog 'n ongewone eienskap van water is dat die vaste fase (ys) *minder dig* is as die vloeistoffase. Jy kan dit waarneem indien jy ys in 'n glas water plaas. Die ys sink nie na die bodem van die glas nie, maar dryf op die oppervlakte van die vloeistof. Hierdie verskynsel is ook verwant aan die waterstofbindings tussen die watermolekule. Terwyl ander stowwe saamtrek as dit vries, sit water uit. Die vermoë van ys om te dryf as dit vries is 'n baie belangrike faktor in die omgewing. Indien ys sou sink sal alle mere, damme en later ook oseane vries indien die temperatuur onder vriespunt daal, en daardeur lewe op aarde onmoontlik maak. Gedurende die somer sal slegs die boonste paar meter van die oseaan smelt. Wanneer 'n groot diep watermassa egter afkoel isoleer die drywende ys die vloeibare water daaronder en verhoed die water om te vries, en laat daardeur lewe in die water onder die ys toe om voort te bestaan.

Dit behoort nou duidelik te wees dat water 'n wonderlike verbinding is, en dat sonder water se unieke eienskappe lewe op Aarde nie moontlik sou wees nie.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Eienskappe van water

VRAAG

Verduidelik waarom water lank neem om te verhit, maar die pot waarin die water verhit word vinnig warm.

OPLOSSING

Stap 1: Besluit watter eienskap word hier toegepas

Ons word gevra waarom die water so lank neem om te verhit in vergelyking met die kastrol waarin ons dit verhit. Die eienskap van toepassing is die hoë spesifieke warmte van die water. Die ander eienskappe van water is nie hier van toepassing nie aangesien ons die kastrol en die water vergelyk en die kastrol nie van fase verander nie.

Stap 2: Skryf die finale antwoord.

Water het 'n hoë spesifieke warmte terwyl die metaal waarvan die kastrol gemaak is nie so 'n hoë spesifieke warmte het nie. Die metaal benodig minder energie om verhit te word en word daarom vinniger warm. Water benodig baie energie om van temperatuur te verander en neem daarom baie langer om verhit te word.

Informele eksperiment: Die eienskappe van water

Doel:

Om die eienskappe van water te ondersoek.

Apparaat:

- water
- ys
- bekere
- koolstoftetrachloried, olie, ammoniak, etanol
- verskeie vaste stowwe (bv. natriumchloried, kaliumchloried, kaliumpermanganaat, jodium)

Metode:

1. Skink ongeveer 100 ml water in 'n glasbeker.
2. Plaas die beker op 'n driebeenstaander en verhit dit oor 'n bunsenbrander vir ongeveer een minuut.
3. Raak nou versigtig aan die kant van die beker ná die verhitting (maak seker om die glas net liggies aan te raak aangesien dit baie warm kan wees en jou kan brand). Toets nou die temperatuur van die water.

4. Skryf neer wat gebeur wanneer jy ys in water plaas.
5. Plaas versigtig lae water en koolstoftetrachloried in 'n proefbuis. Watter laag dryf bo? Probeer om eers die water in te skink en daarna die koolstoftetrachloried en dan andersom. Herhaal met olie, ammoniak en etanol.
6. Los die verskillende vaste stof verbindings op in water. Neem waar hoeveel van die vaste stof (indien enige) wel oplos.

Resultate:

Skryf jou resultate in die volgende tabel.

Eienskap	Waarneming
Temperatuur	
Ys in water	
Koolstoftetrachloried en water	
Olie en water	
Etanol en water	
Oplosbaarheid	

Gevolgtrekking:

Jy sal vind dat die glasbeker vinniger verhit as die water. Jy sal ook vind dat die water meer dig is as vloeistof as vaste stof. Water dryf op sommige vloeistowwe en ander vloeistowwe dryf op water. Water is 'n goeie oplosmiddel vir polêre en ioniese verbindings.

Aktiwiteit: Hoe mense die eienskappe van water gebruik het

Doen 'n bietjie navorsing oor: watersakke op motorvoertuie, kleipotte en waterkraffies en koelkaste of koelkamers "safe" om voedsel koud te hou. Vind uit watter groepe mense die voorafgenoemde dinge gebruik en hoe die eienskappe van water in elke geval van toepassing is.

Oefening 4 – 3: Die eienskappe van water

1. Hope keer terug van die skool af op 'n warm dag en skink vir haarself 'n glas water. Sy voeg ysblokkies in die water en neem waar dat die blokkies op die water dryf.
 - a) Watter eienskap van ysblokkies laat hulle toe om op water te dryf?
 - b) Beskryf kortliks hoe die eienskap die oorlewing van akwatiese lewe gedurende die winter beskerm.

2. Watter eienskappe van water laat dit toe om in die vloeistofvase voor te kom oor 'n groot temperatuurgebied? Verduidelik waarom dit belangrik is vir lewe op Aarde.
3. Watter eienskap van water laat die oseane toe om warmte te berg? Watter effek het dit op die aarde se klimaat?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2726 2. 2727 3. 2728



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

4.3 Opsomming

ESE3V

► Sien aanbieding: 2729 op www.everythingscience.co.za

- **Intermolekulêre kragte** is die kragte wat tussen molekules optree.
- Die **tipe** intermolekulêre krag in 'n stof is afhanklik van die **aard van die molekules**.
- **Polêre molekule** het 'n ongelyke verspreiding van lading wat beteken dat een deel van die molekule effens positief en die ander deel effens negatief gelaaï is. Die molekule staan bekend as 'n dipool.
- **Nie-polêre molekule** het 'n gelyke verspreiding van lading
- Daar is vyf tipes intermolekulêre kragte naamlik: ioon-dipool-, dipool-dipool-, dipool-geïnduseerde-dipool- en geïnduseerde dipoolkragte.
- **Ioon-dipoolkragte** bestaan tussen **ione en polêre (dipool) molekule**. Die ioon word aangetrek na die deel van die molekule wat teenoorgesteld van die ioon gelaaï is.
- **Ioon geïnduseerde dipoolkragte** bestaan tussen **ione en nie-polêre molekule**. 'n Ioon induseer 'n dipool in die nie-polêre molekule.
- **Dipool-dipoolkragte** bestaan tussen twee **polêre (dipool) molekule**.
- **Dipool geïnduseerde-dipoolkragte** bestaan tussen 'n **polêre molekule** en 'n **nie-polêre molekule**.
- **Geïnduseerde dipoolkragte** bestaan tussen twee **nie-polêre molekule**.
- Dipool-dipoolkragte, dipool-geïnduseerde kragte en geïnduseerde dipoolkragte staan saam bekend as **van der Waals kragte**.
- **Waterstofbindings** is 'n tipe dipool-dipoolkrag wat voorkom wanneer 'n waterstofatoom aan 'n hoogs elektronegatiewe groep 2 atoom (suurstof, fluoor, stikstof) gebind is. 'n Waterstofatoom op die een molekule word aangetrek na die elektronegatiewe atoom in 'n tweede molekule.

- Intermolekulêre kragte beïnvloed die **eienskappe** van verbindings.
- Stowwe met **groter** molekule het **sterker** intermolekulêre kragte as stowwe met kleiner molekule.
- **Viskositeit** is die weerstand wat 'n vloeistof teen vloei bied. Stowwe wat 'n hoë viskositeit het, het groter molekule en sterker intermolekulêre kragte as stowwe met kleiner molekule.
- **Digtheid** is 'n aanduiding van die massa in 'n volume eenheid van die stof. Vaste stowwe het sterk intermolekulêre kragte en daarom ook meer molekule (massa) per eenheidsvolume.
- Stowwe met **swak** intermolekulêre kragte sal **laer kook- en smeltpunte** hê terwyl die stowwe met sterk intermolekulêre kragte hoë kook- en smeltpunte sal hê.
- **Termiese uitsetting** is die uitsetting van 'n vloeistof wanneer dit verhit word.
- **Termiese geleiding** is 'n aanduiding van hoe goed die materiaal warmte gelei.
- Water het **sterk waterstofbindings** wat die molekule bymekaar hou. Dit is hierdie intermolekulêre kragte wat aan water sy unieke eienskappe gee.
- Water het die volgende eienskappe: hoë spesifieke warmte, absorpsie van infra-rooistraling, 'n wye temperatuurgebied waarin dit as vloeistof voorkom, 'n hoë verdampingswarmte, kleiner digtheid as vaste stof.
- **Spesifieke warmte** is die hoeveelheid warmte-energie wat nodig is om 'n eenheidsmassa van 'n stof se temperatuur met een graad te verhoog.
- **Verdampingswarmte** is die energie wat nodig is om 'n gegewe hoeveelheid van 'n stof in 'n gas om te skakel.

Oefening 4 – 4:

1. Gee een woord of term vir elkeen van die volgende beskrywings:
 - a) Die aantrekkingskrag wat tussen molekule bestaan.
 - b) 'n Molekule wat 'n ongebalanseerde verspreiding van lading het.
 - c) Die hoeveelheid warmte-energie wat nodig is om die temperatuur van 'n eenheidsmassa van 'n stof se temperatuur met een graad te verhoog.
2. Verwys na die onderstaande lys van stowwe:
 HCl , Cl_2 , H_2O , NH_3 , N_2 , HF
 Kies die korrekte stelling uit die onderstaande lys:
 - a) NH_3 is 'n nie-polêre molekule.
 - b) Die smeltpunt van NH_3 sal hoër wees as die van Cl_2 .
 - c) Ioon-dipoolkragte bestaan tussen die molekule van HF .
 - d) N_2 kom normaalweg as vloeistof voor by kamertemperatuur.
3. Die volgende tabel toon die smeltpunte van verskillende hidriede:

Hidried	Smeltpunt (°C)
HI	-34
NH ₃	-33
H ₂ S	-60
CH ₄	-164

- a) In watter van hierdie hidriede kom 'n waterstofbinding voor?
- slegs HI
 - slegs NH₃
 - slegs HI en NH₃
 - HI, NH₃ en H₂S
- b) Teken 'n grafiek om die smeltpunte van die hidriede te toon.
- c) Verduidelik die vorm van die grafiek.

(IEB Vraestel 2, 2003)

4. Die onderskeie kookpunte van vier chemiese verbindings word hieronder gegee:

Waterstofsulfied	-60 °C
Ammoniak	-33 °C
Waterstoffluoried	20 °C
Water	100 °C

- a) Watter een van die stowwe toon die sterkste aantrekkingskrag tussen sy molekule in die vloeistoffase?
- b) Noem die naam van die krag wat verantwoordelik is vir die relatiewe hoë kookpunte van waterstoffluoried en water. Verduidelik hoe die krag ontstaan.
- c) Die vorm van die molekule van waterstofsulfied en water is soortgelyk en tog verskil hulle kookpunte. Verduidelik.

(IEB Vraestel 2, 2002)

5. Susan stel dit dat van der Waals kragte ioon-dipool, dipool-dipool en geïnduseerde dipoolkragte insluit.

Simphiwe stel dit dat van der Waals kragte ioon-dipool, ioon-geïnduseerde dipool en geïnduseerde dipoolkragte insluit.

Thembile stel dit dat van der Waals kragte dipool geïnduseerde dipool, dipool-dipool en geïnduseerde dipoolkragte insluit.

Wie is reg en waarom?

6. Jason en Bongani stry oor watter molekule watter tipe intermolekulêre kragte het. Hulle het die volgende tabel opgestel.

Verbinding	Tipe krag
Kaliumjodied in water (KI(aq))	dipool-geïnduseerde dipoolkragte
Waterstofsulfied (H ₂ S)	geïnduseerde dipoolkragte
Helium (He)	ioon-geïnduseerde dipoolkragte
Metaan (CH ₄)	geïnduseerde dipoolkragte

- a) Jason beweer dat waterstofsulfied (H₂S) nie-polêr is en daarom geïnduseerde dipoolkragte het. Bongani beweer dat waterstofsulfied polêr is en daarom dipool-dipoolkragte besit. Wie is reg en waarom?

- b) Bongani beweer dat helium (He) 'n ioon is en daarom ioon-geïnduseerde dipoolkragte tussen die deeltjies het. Jason beweeg egter dat helium nie-polêr is en daarom geïnduseerde dipoolkragte tussen die deeltjies het. Wie is reg en waarom?
- c) Beide stem saam met die res van die tabel alhoewel hulle nie die korrekte krag vir kaliumjodied in water ($KI(aq)$) gegee het nie. Watter tipe kragte bestaan tussen die deeltjies van die verbinding?
7. Khetang ondersoek elektriese kragdrade om hom vir 'n skoolprojek. Hy sien dat hulle effens slap hang tussen die torings. Waarom moet die kables effens slap hang?
8. Beskryf kortliks hoe die eienskappe van water dit 'n goeie vloeistof maak vir die onderhouding van lewe op aarde.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [272B](#) 1b. [272C](#) 1c. [272D](#) 2. [272F](#) 3. [272G](#) 4. [272H](#)
5. [272J](#) 6. [272K](#) 7. [272M](#) 8. [272N](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Geometriese Optika

5.1	<i>Opsomming van eienskappe van lig</i>	198
5.2	<i>Ligstrale</i>	198
5.3	<i>Eienskappe van lig: hersiening</i>	200
5.4	<i>Die spoed van lig</i>	206
5.5	<i>Ligbreking (refraksie)</i>	206
5.6	<i>Snell se wet</i>	215
5.7	<i>Grenshoeke en totale interne weerkaatsing</i>	225
5.8	<i>Opsomming</i>	233

Jou weerkaatsing in die spieël, 'n strooitjie in 'n glas water, teleskope, kommunikasies, soekligte en motorhoofligte. Al hierdie voorwerpe maak staat op die manier hoe lig van vlakke af weerkaats of breek in verskillende media. As lig nie só weerkaats en breek het nie, sou jy nie kon kyk hoe jy lyk in 'n spieël of oor lang afstande kommunikeer nie.

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Trigonometrie — Wiskunde, Graad 10, Trigonometrie

5.1 Opsomming van eienskappe van lig

ESE3W

Verbeel jou jy is binnenshuis op 'n sonnige dag. 'n Straal sonlig deur 'n venster skyn op 'n deel van die vloer. Hoe sal jy daardie sonstraal teken? Dalk sal jy 'n reeks parallelle lyne teken wat die baan van die sonlig van die venster na die vloer aandui. Dit is nie heeltemal akkuraat nie - maak nie saak hoe lank jy kyk nie, jy sal nie afsonderlike lyne van lig in die sonstraal kry nie! Tog is daar 'n goeie manier om lig te teken en meetkundig te modelleer, soos ons in hierdie hoofstuk sal sien.

Ons noem hierdie dun, denkbeeldige lyne **ligstrale**. Onthou dat lig soos 'n golf kan optree, en daarom kan jy aan 'n ligstraal dink as die baan van 'n punt op die kruin van 'n golf.

Ons kan ligstrale gebruik om die gedrag van lig relatief tot spieëls, lense, teleskope, mikroskope en prisma's voor te stel. Die studie van die interaksie van lig met materiale word **optika** genoem. As ons met ligstrale werk stel ons gewoonlik belang in die vorm van 'n materiaal en die hoeke waarteen ligstrale dit tref. Vanaf hierdie hoeke kan ons byvoorbeeld die afstand tussen 'n voorwerp en sy weerkaatsing bepaal. Ons noem hierdie metodes **geometriese optika**.



5.2 Ligstrale

ESE3X

In fisika gebruik ons die idee van 'n *ligstraal* om aan te dui in watter rigting lig beweeg. In geometriese optika stel ons ligstrale voor met reguit pyle om aan te toon hoe hoe

lig versprei. Ligstrale is nie 'n presiese beskrywing van die lig nie; hulle dui bloot die rigting waarheen die liggolffronte beweeg aan.

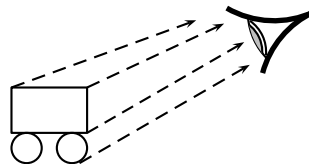
DEFINISIE: *Ligstraal*

Ligstrale is lyne wat loodreg op die lig se golffronte val. In geometriese optika stel ons ligstrale voor met reguitlyn-pyle.



Die gloeilamp is 'n bron van lig. Die liggolffronte word gewys deur die konsentriese sirkels wat uit die gloeilamp uit kom. Ons stel die rigting waarin die golffronte beweeg voor deur ligstrale (die pyle) loodreg tot die golffronte te teken.

In Figuur 5.1, bereik ligstrale van die voorwerp die oog en die oog sien die voorwerp. Let op dat ons slegs 'n voorwerp kan sien wanneer lig afkomstig van die voorwerp ons oë binnedring. Die voorwerp moet 'n bron van lig wees (byvoorbeeld 'n gloeilamp) of anders moet die lig vanaf die bron weerkaats (die maan weerkaats die lig van die son), en die lig moet ons oë binnedring.



Figuur 5.1: Ons kan 'n voorwerp slegs sien as lig van daardie voorwerp ons oë binnekom. Wanneer die lig vanaf die voorwerp tot by die oog beweeg, kan die oog die voorwerp sien. Ligstrale wat die oog binnekom van die wa sal onsigbaar wees omdat geen reguit, onversperde lyne tussen dit en die oog bestaan nie.

Vanaf die sketse kan jy sien dat ligstrale wat die baan van lig aandui, reguit pyle is. Lig beweeg in geometriese optika in reguit lyne.

Onderzoek: Om aan te dui dat lig in reguit lyne beweeg

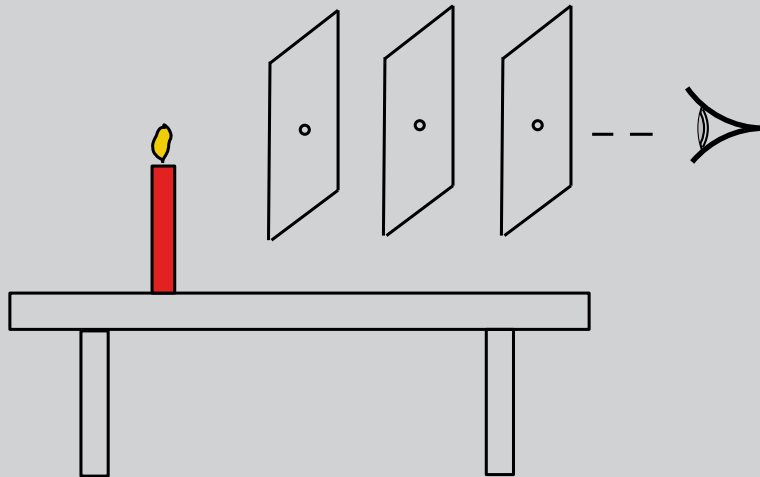
Apparaat:

Jy het 'n kers, vuurhoutjies en drie velle papier nodig.

Metode:

1. Maak 'n klein gaatjie in die middel van elk van die drie velle papier.

2. Steek die kers aan.
3. Kyk na die brandende kers deur die gat in die eerste vel papier.
4. Sit die eerste vel papier tussen jou en die kers neer sodat jy steeds die kers deur die gaatjies kan sien.
5. Doen nou dieselfde met die tweede en derde vel sodat jy steeds die kers kan sien. Die velle papier moet nie aan mekaar raak nie.



6. Wat let jy op oor die gaatjies in die papier?

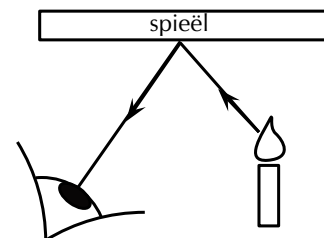
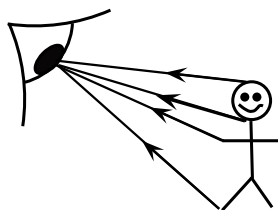
Gevoltrekkings:

Gedurende die ondersoek sal jy oplet dat die gate in die papier in 'n reguit lyn behoort te wees. Dit dui aan dat lig in 'n reguit lyn beweeg. Ons kan nie om 'n draai sien nie. Dit bewys ook dat lig nie om 'n draai buig nie, maar reguit beweeg.

Straaldiagramme

ESE3Y

'n Straaldiagram is 'n skets wat die baan van ligstrale aandui. Ligstrale word geteken deur reguitlyne en pylpunte te gebruik. Die skets hieronder gee voorbeelde van straldiagramme.



5.3 Eienskappe van lig: hersiening

ESE3Z

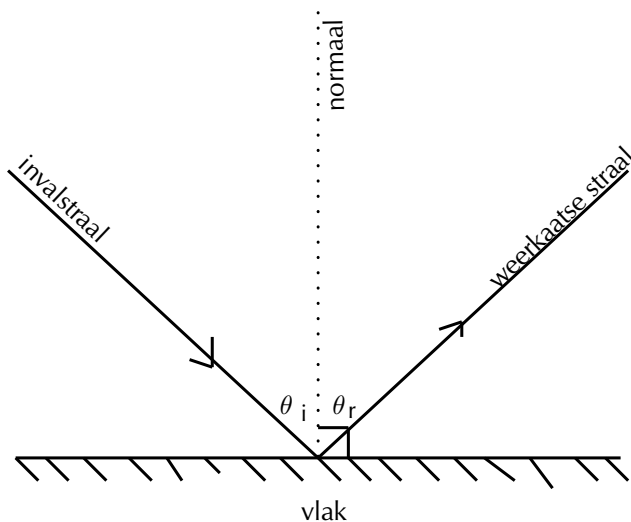
As lig in aanraking kom met voorwerpe of 'n medium soos 'n glas of water, toon dit sekere eienskappe: Dit kan **weerkaats**, **absorbeer** of **oorgedra** word.

As jy in 'n spieël kyk en glimlag, sien jy jou eie gesig terug glimlag na jou toe. Dit word veroorsaak deur die weerkaatsing van ligstrale deur die spieël. Weerkaatsing vind plaas wanneer 'n inkomende ligstraal vanaf 'n oppervlak teruggekaats word.



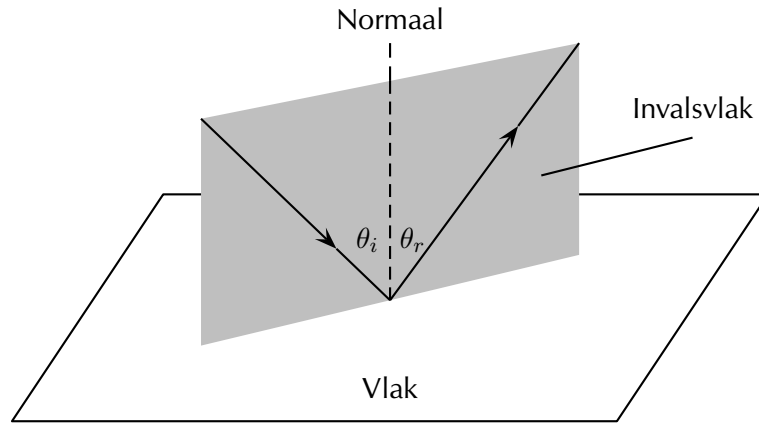
Figuur 5.2: 'n Landskapsweerkaatsing vanaf 'n stil meer.

Om die weerkaatsing van lig te beskryf sal ons die volgende terminologie gebruik. Die inkomende ligstraal word die **invalstraal** genoem. Die ligstraal wat weg vanaf die vlak beweeg, is die **weerkaatste straal**. Die belangrikste eienskap van hierdie strale is hulle hoeke met betrekking tot die weerkaatsende vlak. Hierdie hoeke word gemeet met betrekking tot die normaal van die vlak. Die **normaal** is die denkbeeldige lyn loodreg op die vlak. Die **invalshoek**, θ_i , word gemeet tussen die invalstraal en normaal van die vlak. Die **weerkaatsingshoek**, θ_r , word gemeet tussen die weerkaatste straal en die normaal van die vlak. Dit is aangetoon in Figuur 5.3.



Figuur 5.3: Die inval- en weerkaatsingshoeke word gemeet met betrekking tot die normaal op die oppervlak.

Wanneer 'n ligstraal weerkaats word lê die weerkaatste straal en die invalstraal in dieselfde vlak. Hierdie vlak word die **invalsvlak** genoem en word in Figuur 5.4 aangetoon.



Figuur 5.4: Die invalsvlak is die vlak wat die invalstraal en die normaal tot die oppervlakte insluit. Die weerkaatsingstraal lê ook in die invalsvlak.

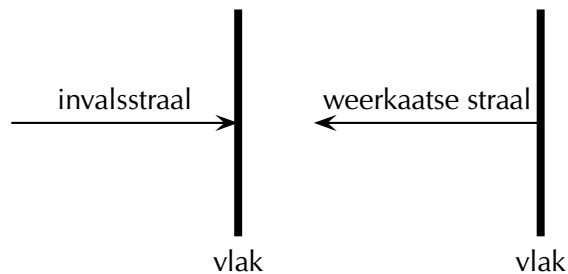
DEFINISIE: *Weerkaatsingswette*

Die invalshoek is gelyk aan die weerkaatsingshoek:

$$\theta_i = \theta_r$$

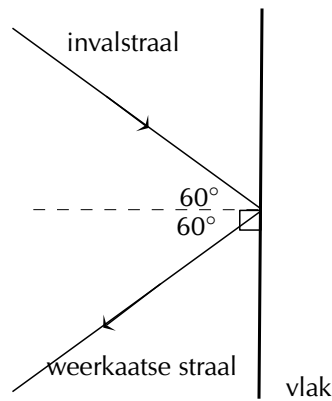
en die invalstraal, die weerkaatsingstraal en die normaal lê almal in dieselfde vlak.

Die eenvoudigste voorbeeld van die weerkaatsingswet kom voor as die invalshoek 0° is. In daardie geval is die weerkaatsingshoek ook 0° . Jy sien dit as jy reguit in 'n spieël kyk.



Figuur 5.5: Wanneer 'n ligstraal die oppervlakte teen 'n regte hoek tref, dan word die straal direk terugweerkaats.

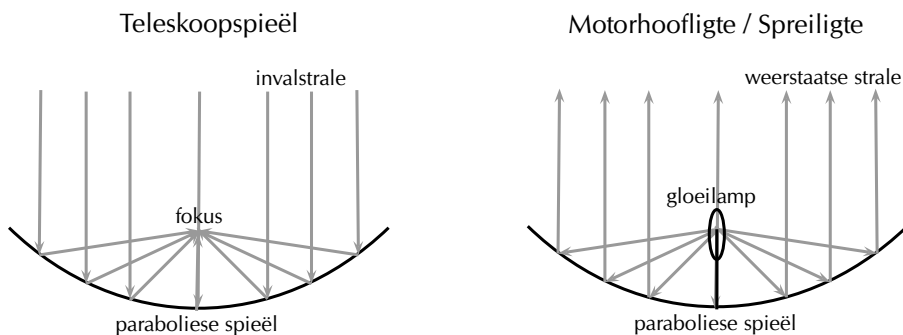
Deur toepassing van wat ons van die wet van weerkaatsing weet: as 'n ligstraal 'n vlak teen 60° met die normaal van die vlak tref, dan sal die weerkaatsingstraal ook 'n hoek van 60° met die normaal maak soos getoon in Figuur 5.6.



Figuur 5.6: Die straaldiagram wys die invalshoek en die weerkaatsingshoek. Die weerkaatsingswet bepaal dat as 'n ligstraal vanaf 'n oppervlakte weerkaats, die weerkaatsingshoek θ_r , dieselfde is as die invalshoek θ_i .

Regtewêreldtoepassings van weerkaatsing

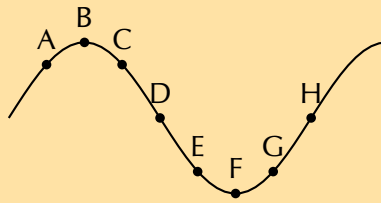
'n Paraboliese weerkaatser is 'n spieël of skottel (bv. 'n satellietskottel) wat 'n paraboliese vorm het. Motorhoofligte, spreiligte, teleskope en satellietskottels is voorbeelde van baie nuttige paraboliese weerkaatsers. In die geval van die motorhoofligte of spreiligte word die uitgaande lig wat deur die gloeilamp uitgegee word weerkaats deur 'n paraboliese spieël agter die gloeilamp sodat dit as 'n gekollimeerde straal uitgaan (d.w.s. al die weerkaatste strale is parallel). Die omgekeerde situasie is waar vir 'n teleskoop waar die inkomende lig van ver voorwerpe aankom as parallelle strale en deur die paraboliese spieël op 'n punt, genoem die fokuspunt, gefokus word. Die oppervlak van hierdie soort weerkaatser moet baie versigtig gevorm word sodat die strale by dieselfde fokuspunt aankom.



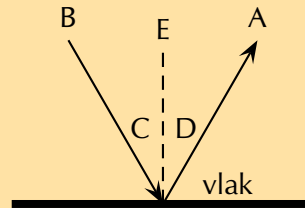
Figuur 5.7: Aan die linkerkant is 'n straaldiagram wat wys hoe 'n teleskoopspieël te werk gaan om inkomende ligstrale (parallelle strale) vanaf verafgeleë voorwerpe soos 'n ster of sterrestelsel te versamel en die strale te fokus na 'n punt waar 'n sensor soos 'n kamera die beeld kan saamstel. Die diagram aan die regterkant wys hoe dieselfde tipe paraboliese weerkaatser kan veroorsaak dat lig wat vanaf 'n motorhooflig of spreiliggloeilamp kom, gekollimeer word. In hierdie geval is die weerkaatste strale parallel.

Oefening 5 – 1: Strale en Weerkaatsing

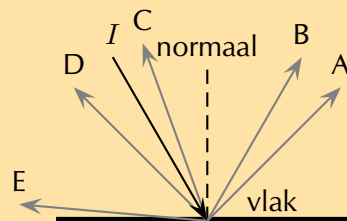
1. Is ligstrale altyd eg? Verduidelik.
2. Die diagram wys 'n gebuigte oppervlakte. Teken normale tot die vlakke by die aangeduide punte.



3. Watter van die punte A - E, in die diagram, stem ooreen met:



- normaal
 - invalshoek
 - weerkaatsingshoek
 - invalstraal
 - weerkaatste straal
- Stel die weerkaatsingwet. Teken 'n diagram, merk die geskikte hoeke en skryf 'n wiskundige uitdrukking vir die weerkaatsingswet.
 - Teken 'n straaldigram om die verhouding tussen die invalshoek en die weerkaatsingshoek aan te dui.
 - Die diagram toon die invalstraal I . Watter van die ander 5 stalle (A, B, C, D, E) is die beste voorstelling vir die weerkaatste straal van I ?



- 'n Ligstraal tref 'n oppervlak teen 15° van die normaal tot die oppervlak. Teken 'n straaldigram wat die invalshoek, weerkaatsingshoek en die oppervlaknormaal aandui. Bereken die inval- en weerkaatsingshoeke en dui hulle op jou diagram aan.
- 'n Ligstraal verlaat 'n oppervlak teen 45° van die normaal tot die oppervlakte. Teken 'n straaldigram wat die invalstraal, weerkaatste straal en die oppervlaknormaal aandui. Bereken die inval- en weerkaatsingshoeke en dui hulle op jou diagram aan.
- 'n Ligstraal tref 'n oppervlak teen 25° van die oppervlak. Teken 'n straaldigram wat die invalstraal, weerkaatste straal en die oppervlaknormaal aandui. Bereken die inval- en weerkaatsingshoeke en dui hulle op jou diagram aan.
- 'n Ligstraal verlaat 'n oppervlakte teen 65° van die oppervlak. Teken 'n straaldigram wat die invalstraal, weerkaatste straal en die oppervlaknormaal aandui. Bereken die inval- en weerkaatsingshoeke en dui hulle op jou diagram aan.

11. 'n Ligstraal (byvoorbeeld van 'n flits) is gewoonlik nie snags sigbaar soos dit deur die lug beweeg nie. Toets dit. As jy egter die flits deur stof laat skyn is die straal sigbaar. Verduidelik waarom dit gebeur.
12. As 'n flitsstraal dwarsoor 'n klaskamer geskyn word, sal slegs leerders in die direkte lyn van die straal kan sien dat die flits besig is om te skyn. As die straal egter 'n muur tref, sal die hele klas in staat wees om die kol te sien wat die straal teen die muur maak. Verduidelik waarom dit gebeur.
13. 'n Wetenskaplike wat in 'n platspieël wat loodreg tot die vloer hang kyk, kan nie haar voete sien nie, maar sy kan wel die soom van haar laboratoriumjas sien. Teken 'n straaldiagram om te help om verduidelikings vir die antwoorde tot die volgende vrae te gee:
 - a) Sal sy haar voete kan sien as sy van die spieël af wegstap?
 - b) Wat as sy nader aan die spieël beweeg?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 272P | 2. 272Q | 3a. 272R | 3b. 272S | 3c. 272T | 3d. 272V |
| 3e. 272W | 4. 272X | 5. 272Y | 6. 272Z | 7. 2732 | 8. 2733 |
| 9. 2734 | 10. 2735 | 11. 2736 | 12. 2737 | 13. 2738 | |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Absorpsie

Behalwe dat dit weerkaats word, kan lig ook **geabsorbeer** word. Onthou van graad 10 dat sigbare lig 'n omvang van golflengtes in die elektromagnetiese spektrum dek. Die kleure wat ons met ons oë sien stem ooreen met liggolwe met verskillende golflengtes of frekwensies.

Stel jou voor dat jy met 'n flits of 'n ander bron van witlig op 'n stukkie wit papier skyn. Die lig word van die papier af weerkaats na jou oë toe en jy sien die kleur van die papier is wit. Indien ons nou dieselfde lig gebruik en die lig op 'n rooi appel laat skyn, bemerk ons dat die kleur van die appel rooi is. Dit beteken die oppervlak van die appel weerkaats slegs rooi lig na ons oë toe. Al die ander golflengtes van die invallende wit lig word deur die skil van die appel geabsorbeer. As jy aan die appel raak, sal dit warm voel, omdat dit energie absorbeer (opneem) van al die lig wat dit gabsorbeer het. As gevolg van absorpsie en weerkaatsing kan ons kleure van verskillende voorwerpe waarneem. Wit voorwerpe weerkaats alle of meeste golflengtes van lig wat daarop inval, terwyl gekleurde voorwerpe bepaalde golflengtes van lig weerkaats en die res absorbeer. Swart voorwerpe absorbeer al die lig wat daarop val. Dis waarom die dra van 'n wit t-hemp buite in die son koeler is as die dra van 'n swart t-hemp, aangesien wit t-hemde al die lig weerkaats wat daarop val, terwyl 'n swart t-hemp dit absorbeer en warm word.

Deurlating

'n Verdere eienskap van lig is dat dit **deurgelaat** kan word deur voorwerpe of 'n medium. Voorwerpe wat lig deurlaat word *deursigtig* genoem en voorwerpe wat lig blokkeer word *ondeursigtig* genoem.

Byvoorbeeld, glasvensters laat sigbare lig toe om deur te beweeg en daarom kan ons deur vensters sien. Die ligstrale van voorwerpe buite die venster word deur die venster gelaat om ons oë te kan bereik. Baksteenmure, in teenstelling, is ondeursigtig vir sigbare lig. Ons kan nie deur baksteenmure sien nie omdat die lig nie deurgelaat kan word om ons oë te bereik nie. Die deurlating van lig deur 'n voorwerp is afhanklik van die golflengte van die lig. Byvoorbeeld, sigbare lig met 'n kort golflengte kan nie deur 'n baksteenmuur gelaat word nie, maar radiogolwe met 'n lang golflengte kan gemaklik deur 'n baksteenmuur beweeg om 'n radio of selfoon te bereik. Met ander woorde, 'n baksteenmuur is deursigtig vir radiogolwe.

5.4 Die spoed van lig

ESE43

Een van die mees opwindende ontdekkings in fisika gedurende die laaste eeu, en die hoeksteen van Einstein se relativiteitsteorie, is dat lig teen 'n konstante spoed in 'n gegewe medium beweeg. Lig het ook 'n maksimum spoed waarteen dit kan voortplant en niks kan vinniger as die spoed van lig beweeg nie. Die maksimum spoed waarteen lig kan beweeg is in vrye ruimte ('n vakuum) teen $299\,792\,485\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 'n Vakuum is 'n gebied waarin daar geen materie is nie, nie eers lug nie. Die spoed van lig in lug is egter baie naby aan die spoed van lig in 'n vakuum.

Ons gebruik die simbool c om die spoed van lig in vakuum voor te stel en benader dit na $c = 3 \times 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

DEFINISIE: Spoed van lig

Die spoed van lig, c , is konstant in 'n gegewe medium en het 'n maksimum spoed in vakuum, naamlik:

$$c = 3 \times 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

5.5 Ligbreking (refraksie)

ESE44

► Sien video: 2739 op www.everythingscience.co.za

► Sien video: 273B op www.everythingscience.co.za

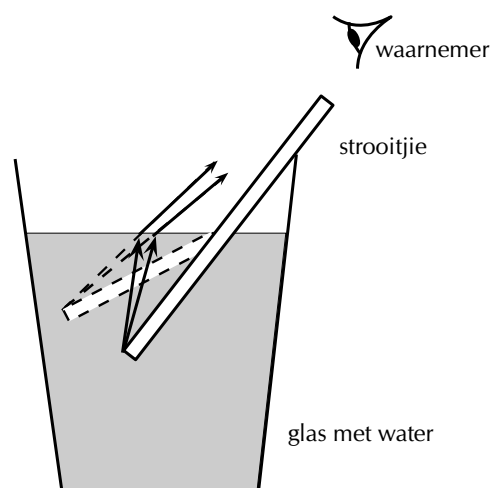
In die vorige afdeling het ons die weerkaatsing van lig vanaf verskeie oppervlaktes ondersoek. Wat gebeur wanneer lig van een medium na 'n ander beweeg? Soos met alle golwe is die spoed van lig afhanklik van die medium waarin dit beweeg. Wanneer lig beweeg van een medium na 'n ander (byvoorbeeld van lug na glas) dan verander die spoed van lig. As die ligstraal die grens van die nuwe medium tref (byvoorbeeld die rand van 'n glasblok) teen enige hoek wat nie loodreg of parallel aan die grens is nie, dan sal die lig van rigting verander in die nuwe medium, of lyk asof dit 'buig'. Dit word **breking** van lig genoem. Dit is belangrik om op te let dat alhoewel die spoed

van lig verander wanneer dit in die nuwe medium inbeweeg, die frekwensie van die lig dieselfde bly.

DEFINISIE: Breking van lig

Breking van lig kom voor by die grens tussen twee mediums wanneer lig beweeg van een medium na die ander en die lig se spoed verander maar sy frekwensie dieselfde bly. As die ligstraal die grens tref teen enige hoek wat nie loodreg of parallel aan die grens is nie, dan sal die lig van rigting verander en lyk asof dit 'buig'.

Ligbreking word mooi gedemonstreer as jy met 'n hoek van bo af kyk na 'n strooitjie in 'n glas water. Die strooitjie sal lyk asof dit gebuig is in die vloeistof. Dit is omdat die ligstrale wat die strooitjie verlaat, van rigting verander wanneer dit die grens tussen die vloeistof en die lug tref. Jou oë projekteer die ligstrale terug in reguitlyne na die punt waarvandaan hulle sou gekom het as hulle nie van rigting verander het nie. Die gevolg is dat dit vir jou lyk asof die punt van die strooitjie vlakker is in die vloeistof as wat dit regtig is.



Figuur 5.8: As gevolg van breking lyk 'n strooitjie in 'n glas water asof dit gebuig is wanneer 'n waarnemer afkyk met 'n hoek bo die water se oppervlak.

Breking sindeks

ESE45

Die spoed van lig en daarom ook die graad van buiging van lig is afhanklik van die *breking sindeks* van die stof waardeur die lig beweeg. Die breking sindeks (simbool n) is die verhouding van die spoed van lig in vakuum tot die spoed van lig in die stof.

DEFINISIE: Breking sindeks

Die breking sindeks (simbool n) van 'n stof is die verhouding van die spoed van lig in vakuum tot die spoed van lig in die stof en gee 'n aanduiding van hoe moeilik dit vir lig is om deur die stof te beweeg.

$$n = \frac{c}{v}$$

waar

n = breking sindeks (geen eenheid)

c = spoed van lig in 'n vakuum ($3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

v = spoed van lig in die gegewe medium ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Deur die definisie van brekingsindeks

$$n = \frac{c}{v}$$

te gebruik, kan ons sien hoe die spoed van lig in verskillende media verander, want die spoed van lig in 'n vakuum, c , bly konstant.

As die brekingsindeks, n , toeneem, neem die spoed van lig in die stof, v , af. Dus lig beweeg stadiger deur 'n stof met 'n hoër brekingsindeks, n .

Tabel 5.1 toon die brekingsindekse van verskeie stowwe. Lig beweeg in enige ander stof stadiger as in vakuum, daarom is al die waardes vir n groter as 1.

Medium	Brekingsindeks
Vakuum	1
Helium	1,000036
Lug*	1,0002926
Koolstofdioksied	1,00045
Water: Ys	1,31
Water: Vloeistof (20°C)	1,333
Asetoon	1,36
Etielalkohol (Etanol)	1,36
Suikeroplossing (30%)	1,38
Versmelte kwarts	1,46
Gliserien	1,4729
Suikeroplossing (80%)	1,49
Klipsout	1,516
Kroonglas	1,52
Natriumchloried	1,54
Polistireen	1,55 tot 1,59
Broom	1,661
Saffier	1,77
Glas (tipies)	1,5 tot 1,9
Kunssteen	2,15 tot 2,18
Diamant	2,419
Silikon	4,01

Tabel 5.1: Die brekingsindeks van sommige materiale. n_{lug} word bereken by standaardtemperatuur en -druk (STD).

Uitgewerkte voorbeeld 1: Brekingsindeks

VRAAG

Bereken die spoed waarteen lig beweeg deur gliserien met 'n brekingsindeks van 1,4729.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat gegee is en wat verlang word

Ons word die brekingsindeks n van gliserien gegee en ons moet die spoed van lig in gliserien bepaal.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan die definisie van die brekingsindeks gebruik omdat die spoed van lig in 'n vakuum konstant is en ons weet wat gliserien se brekingsindeks is.

Stap 3: Doen die berekening

$$n = \frac{c}{v}$$

Herskryf die vergelyking sodat v opgelos kan word en stel die bekende waardes in:

$$\begin{aligned} v &= \frac{c}{n} \\ &= \frac{3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{1,4729} \\ &= 2,04 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

Oefening 5 – 2: Brekingsindeks

1. Gebruik die waardes verduidelik in Tabel 5.1 en die definisie van brekingsindeks om die spoed van lig in water (ys) te bereken.
2. Bereken die brekingsindeks van 'n onbekende stof as die spoed van lig deur die stof $1,974 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ is. Rond jou antwoord af na 2 desimale plekke. Gebruik Tabel 5.1 en identifiseer die onbekende stof.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 273C 2. 273D



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Optiese digtheid

ESE46

Optiese digtheid is 'n maatstaf van die brekingsvermoë van 'n medium. Met ander woorde, hoe hoër die optiese digtheid, hoe meer sal lig breek of stadiger word soos dit deur die medium beweeg. Optiese digtheid is verwant aan die brekingsindeks in die sin dat materiale met 'n hoër brekingsindeks ook 'n hoër optiese digtheid sal hê. Lig sal stadiger beweeg deur 'n medium met 'n hoër brekingsindeks en 'n hoër optiese digtheid

en vinniger deur 'n medium met 'n lae brekingsindeks en 'n lae optiese digtheid.

DEFINISIE: *Optiese digtheid*

Optiese digtheid is 'n maatstaf van die brekingsvermoë van 'n medium.

Voorstelling van breking met straaldiagramme

ESE47

Dit is nuttig om straaldiagramme te teken om te verstaan hoe die beginsels van geometriese optika wat bespreek is werk. Voordat ons diagramme teken is dit nodig om 'n paar konsepte te definieer soos die normaal van 'n oppervlak, die invalshoek en die brekingshoek.

DEFINISIE: *Normaal*

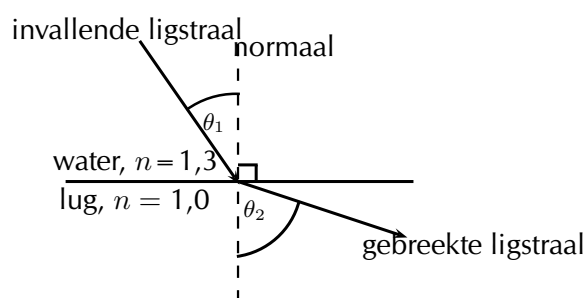
Die normaal van 'n oppervlak is die lyn wat loodreg is op die oppervlak.

DEFINISIE: *Invalshoek*

Die invalshoek word gedefinieer as die hoek tussen die normaal van die oppervlak en die inkomende (invallende) ligstraal.

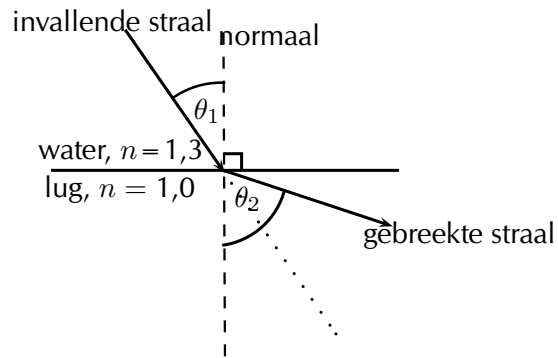
DEFINISIE: *Brekingshoek*

Die brekingshoek word gedefinieer as die hoek tussen die normaal en die gebroke ligstraal.

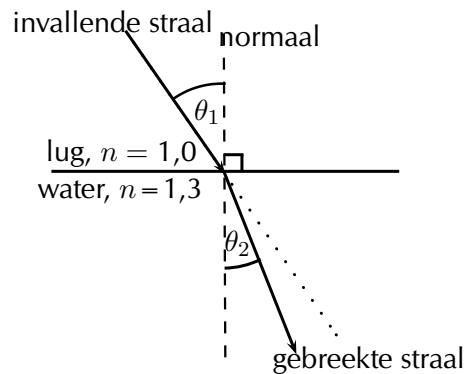


Figuur 5.9: Die diagram toon die grens tussen die twee mediums: water en lug. 'n Inkomende ligstraal word gebreek wanneer dit oor die oppervlak van die water beweeg tot in die lug. Die invalshoek is θ_1 en die brekingshoek is θ_2 .

Lig breek as dit beweeg van een medium na 'n ander. Indien die invalshoek nie gelyk is aan nul nie, sal die lig van rigting verander soos wat dit gebreek word.



Figuur 5.10: Lig beweeg van 'n opties digte medium na 'n opties minder digte medium.



Figuur 5.11: Lig beweeg van 'n opties minder digte medium na 'n opties digter medium.

Algemene eksperiment: Voortplanting van lig vanuit lug, in glas in en dan weer uit in lug

Doel:

Om die voortplanting van lig vanuit lug in glas in en dan weer uit in lug te ondersoek

Apparaat:

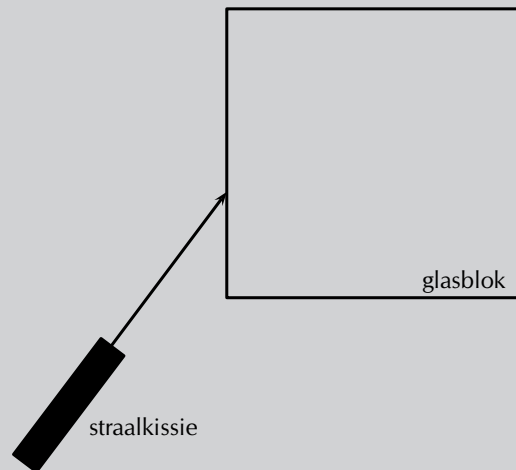
straalkissie, reghoekige glasblok, normale papier, potlood, liniaal, gradeboog



Metode:

Volg onderstaande stappe:

1. Plaas die glasblok op 'n stuk papier en trek met jou potlood die blok se buitelyn op die papier af.
2. Skakel nou die straalkissie aan en rig die ligstraal sodat dit deur die linkerkant van die glasblok gaan, soos aangetoon in die diagram:



3. Gebruik nou jou potlood om 'n klein kolletjie iewers op die pad van die invallende ligstraal te maak, asook 'n kolletjie by die punt waar dit die glasblok binnedring.
4. Gebruik jou potlood en maak 'n kolletjie op die punt waar die lig die glasblok verlaat, maak ook 'n paar kolletjies om die uitgaande ligstraal aan te dui.
5. Skakel die straalkissie af en verwyder die glasblok van die papier. Gebruik jou liniaal om die punte te verbind sodat jy 'n prent geteken het wat soos die figuur hierbo lyk.
6. Teken nou die normaal op die oppervlaktes waar die ligstraal die glasblok binnedring en waar dit die glasblok verlaat. Merk ook die invalshoek en die brekingshoek op die linker- en regteroppervlaktes.

Besprekingsvrae:

1. Op die oppervlak waar die lig die glasblok binnedring, wat merk jy op van die invalshoek in vergelyking met die brekingshoek?
2. Kyk nou na die oppervlak waar die lig die glasblok verlaat. Hoe vergelyk die invalshoek met die brekingshoek hier?
3. Hoe vergelyk die optiese digthede en brekingsindekse van lug en glas?

Doel:

Om die voortplanting van lig van een medium na 'n ander te ondersoek.

Apparaat:

straalkissie, glasblokke van verskillende vorms, 'n deurskynende houer gevul met water, gewone papier, potlood, liniaal, gradeboog

Metode:

Begin met die reghoekige glasblok, herhaal die stappe hieronder vir elk van die verskillende glasblok vorms:

1. Plaas die glasblok op 'n stuk papier en trek met jou potlood die blok se buitelyn op die papier af.
2. Skakel die straaldoos aan en mik die ligstraal deur een van die blok se oppervlaktes.
3. Maak 'n kolletjie op die punt waar die lig die blok binnedring en nog een iewers op die invalstraal. Maak ook 'n kolletjie op die punt waar die ligstraal die blok verlaat en nog een iewers op die uitvalstraal.
4. Verwyder die glasblok en skakel die straalkissie af. Verbind die kolletjies met behulp van jou liniaal.
5. Teken nou die normaal op die oppervlaktes waar die ligstraal die blok binnedring en waar dit die blok verlaat.
6. Gebruik jou gradeboog om die invalshoek en die brekingshoek te meet op die oppervlaktes waar die ligstraal die blok binnedring en waar dit die blok verlaat.

Volg nou dieselfde stappe soos voorheen, maar plaas verskillende gekleurde filters op die oppervlaktes van die blokke waar die lig die blokke binnedring.

Laastens, vervang die glasblokke met die houer gevul met water en herhaal die stappe soos bo genoem. Vir hierdie geval, probeer om die straalkissie te rig sodat die invalshoek op die houer gevul met water dieselfde is as wat dit was op die reghoekige glasblok wat jy eerste ondersoek het. Hierdie is makliker indien jy jou nuwe papier bo-op die tekening wat jy gemaak het van die reghoekige glasblok plaas. Bring die houer in lyn met waar jy die kant van die glasblok geteken het. Rig nou die straalkissie, sodat die lig in lyn is met die invalstraal op jou papier en volg die stappe soos voorheen.

Besprekingsvrae:

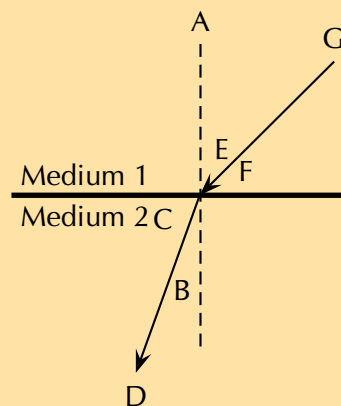
1. Vir elk van jou verskillende glasblok vorms, hoe vergelyk die invalshoek van lug na glas met die brekingshoek?
2. Wat gebeur wanneer jy 'n gekleurde filter op die grens tussen lug en 'n glasblok plaas?

3. Wanneer jy jou twee diagramme van die reghoekige glasblok en houer gevul met water met mekaar vergelyk, as jy reg gewerk het, behoort die invalshoek van lug na glas/water dieselfde te wees. Wat kan jy sê oor die brekingshoek van glas en water onderskeidelik? Hoe vergelyk dit met wat jy reeds weet oor die brekingsindekse of optiese digthede van hierdie stowwe?

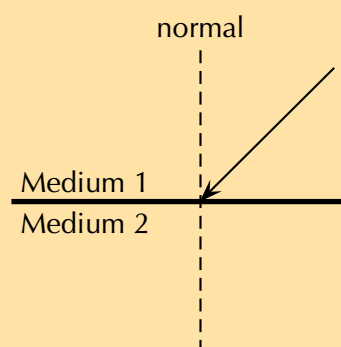
► Sien simulatie: [273F op www.everythingscience.co.za](http://273F.op.www.everythingscience.co.za)

Oefening 5 – 3: Breking

1. Verduidelik breking in terme van 'n verandering van golfspoed in verskillende mediums.
2. In die diagram, etiketteer die volgende:
 - a) invalshoek
 - b) brekingshoek
 - c) invalstraal
 - d) brekingstraal
 - e) normaal



3. Verduidelik wat jy verstaan onder die term *brekingshoek*?
4. Verduidelik wat word bedoel met *die brekingsindeks van 'n medium*.
5. In die diagram tref 'n ligstraal die grens van twee mediums.



Teken die gebreekte straal as:

- a) medium 1 'n hoër brekingsindeks as medium 2 het.
- b) medium 1 'n laer brekingsindeks as medium 2 het.

6. **Uitdagingsvraag:** Watter waardes van n is fisies onmoontlik om te verkry?
7. **Uitdagingsvraag:** Jy word 'n glasbeker gevul met 'n onbekende vloeistof gegee. Hoe sou jy die vloeistof identifiseer? Jy het die volgende apparaat beskikbaar: 'n straalkissie, 'n gradeboog, 'n liniaal, 'n potlood en 'n verwysingsgids na optiese eienskappe van verskillende vloeistowwe.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 273G 2. 273H 3. 273J 4. 273K 5. 273M 6. 273N
7. 273P



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

5.6 Snell se wet

ESE48

Noudat ons weet dat die hoek van buiging, oftewel die brekingshoek, afhanklik is van die brekingsindeks van 'n medium, hoe bereken ons die brekingshoek? Die antwoord tot hierdie vraag is ontdek deur 'n Nederlandse fisikus genaamd Willebrord Snell in 1621 en word nou Snell se wet of die wet van breking genoem.

DEFINISIE: *Snell se wet*

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

waar

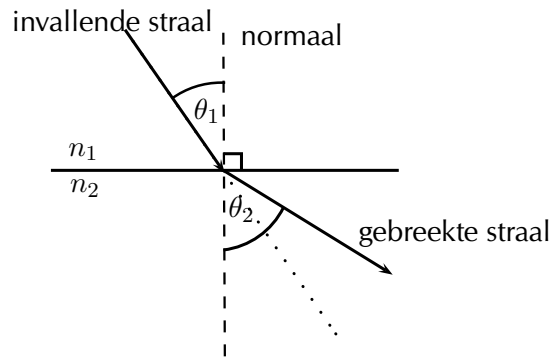
- n_1 = Brekingsindeks van stof 1
- n_2 = Brekingsindeks van stof 2
- θ_1 = Invalshoek
- θ_2 = Brekingshoek

Onthou dat invalshoeke en brekingshoeke gemeet word vanaf die normaal - 'n denkbeeldige lyn loodreg op die oppervlak.

Veronderstel ons het twee mediums met brekingsindekse n_1 en n_2 . 'n Ligstraal is invallend op die oppervlak tussen hierdie stowwe met 'n **invalshoek** θ_1 . Die gebreekte straal wat deur die tweede stof beweeg sal 'n **brekingshoek** θ_2 hê.

FEIT

Snell het nooit sy ontdekking van die Wet van Breking gepubliseer nie. Sy werk is eintlik gepubliseer deur 'n ander prominente fisikus van die era, Christiaan Huygens wat erkenning aan Snell gegee het.



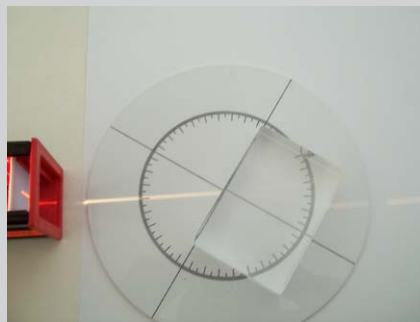
Formele eksperiment: Bevestig Snell se wet

Doelwit:

Om Snell se wet te bevestig

Apparaat:

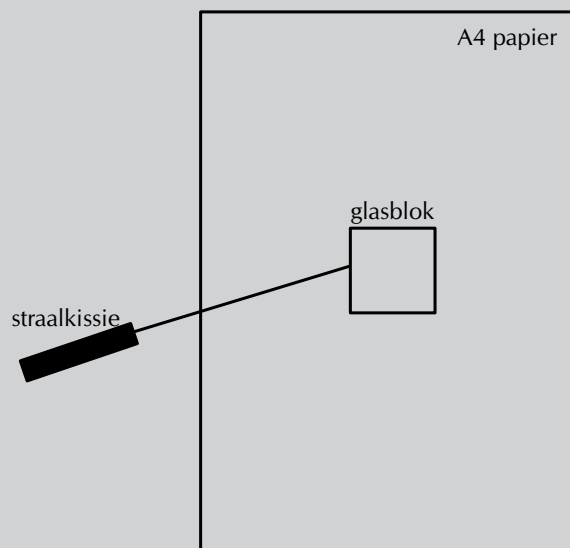
glasblok, straalkissie, 360° gradeboog, 5 stukkies van A4 papier, potlood, liniaal



Metode:

Hierdie eksperiment vereis dat jy die volgende stappe 5 keer herhaal (een keer vir elke stukkie A4 papier).

1. Plaas die glasblok in die middel van die stukkie A4 papier sodat die kante van die glasblok parallel is aan die kante van die papier. Trek met behulp van die potlood die omtrek van die glasblok op die papier.
2. Skakel die straalkissie aan en rig die ligstraal na die glasblok sodat dit 'n hoek met die naaste oppervlak maak soos te sien in die prent. Vir elke stukkie papier, verander die hoek van die inkomende ligstraal.

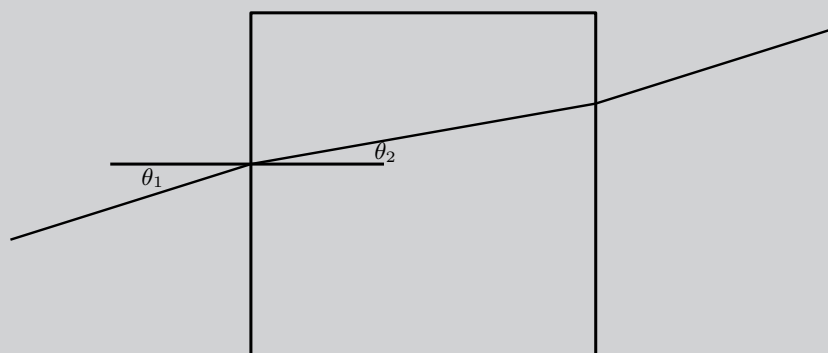


- Jy sal die pad van die inkomende en uitgaande ligstrale op die papier moet merk. Doen dit deur eers 'n kolletjie op die papier te maak iewers op die pad van die inkomende straal. Maak nou 'n tweede kolletjie op die papier waar die inkomende ligstraal die oppervlak van die glasblok tref. Doen dieselfde vir die uitgaande ligstraal; merk die punt waar dit die glasblok verlaat en enige ander punt op sy pad.
- Skakel nou die straalkissie af en verwyder die glasblok van die papier. Gebruik 'n liniaal om die kolletjies van die inkomende ligstraal te verbind. Verbind nou die kolletjies van die uitgaande ligstraal. Laastens, teken 'n lyn wat die punte waar die inkomende straal die blok tref en waar die uitgaande straal die blok verlaat, verbind. Hierdie is die pad van die ligstraal deur die glas.
- Die doel van hierdie eksperiment is om Snell se wet te bevestig, naamlik $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. Ons ken die brekingsindeks van ons twee mediums:

Vir lug, $n_1 = 1,0$

Vir glas, $n_2 = 1,5$

Nou moet ons die twee hoeke, θ_1 en θ_2 meet. Om dit te doen teken ons die normaal op die oppervlak waar die ligstraal die blok binnedring. Gebruik die gradeboog om 'n hoek van 90° teenoor die oppervlak te meet en teken die normaal. Teen hierdie stadium behoort die tekening op jou stukkie papier soos volg te lyk:



- Meet nou θ_1 en θ_2 met die gradeboog. Vul die gemete waardes in 'n tabel wat soos volg lyk:

θ_1	θ_2	$n_1 \sin \theta_1$	$n_2 \sin \theta_2$

Bespreking:

Kyk na jou voltooide tabel. Jy behoort 5 rye ingevul te hê, een ry vir elke stukkies A4 papier. Vir elke ry, wat let jy op oor die waardes in die laaste twee kolomme? Stem jou waardes ooreen met wat Snell se wet voorspel?

Formele eksperiment: Gebruik Snell se wet om die brekingsindeks van 'n onbekende stof te meet

Doel:

Om die brekingsindeks van 'n onbekende stof te meet

Apparaat:

straalkissie, 360° gradeboog, 5 stukkies A4 papier, 'n blok van 'n onbekende deurskynende stof, potlood, liniaal

Metode:

Hierdie eksperiment vereis dat jy die volgende stappe ten minste 5 keer herhaal. Die stappe is dieselfde as in die vorige eksperiment.

1. Plaas die glasblok in die middel van die stukkies A4 papier sodat die kante van die glasblok parallel is die kante van die papier. Trek met behulp van die potlood die omtrek van die glasblok op die papier.
2. Skakel die straalkissie aan en rig die ligstraal na die glasblok sodat dit 'n hoek met die naaste oppervlak maak. Vir elke stukkies papier, verander die hoek van die inkomende ligstraal.
3. Jy sal die pad van die inkomende en uitgaande ligstrale op die papier moet merk. Doen dit deur eers 'n kolletjie op die papier te maak iewers op die pad van die inkomende straal. Maak nou 'n tweede kolletjie op die papier waar die inkomende ligstraal die oppervlak van die glasblok tref. Doen dieselfde vir die uitgaande ligstraal; merk die punt waar dit die glasblok verlaat en enige ander punt op sy pad.
4. Skakel nou die straalkissie af en verwyder die glasblok van die papier. Gebruik 'n liniaal om die kolletjies van die inkomende ligstraal te verbind. Verbind nou die kolletjies van die uittredende ligstraal. Laastens, teken 'n lyn wat die punte waar die inkomende straal die blok tref en waar die uitgaande straal die blok verlaat, verbind. Hierdie is die pad van die ligstraal deur die glas.

5. Die doel van hierdie eksperiment is om die brekingsindeks n_2 van die onbekende stof te bepaal deur Snell se wet, wat sê dat $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$, te gebruik. Ons weet dat $n_1 = 1,0$ vir lug en ons kan die invalshoek, θ_1 en die brekingshoek, θ_2 bereken. Dan kan ons die vergelyking vir die onbekende, n_2 oplos.

Om θ_1 en θ_2 te bereken, moet ons die normaal op die oppervlak waar die ligstraal die blok binnedring, teken. Gebruik die gradeboog om 'n hoek van 90° teenoor die oppervlak te meet en teken die normaal. Gebruik nou die gradeboog om θ_1 en θ_2 te meet.

6. Vul jou waardes wat jy geneem het in 'n tabel soos hieronder in en bereken die waarde vir n_2

θ_1	θ_2	$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

Vraag:

Wat merk jy op oor al die waardes in die laaste kolom van die tabel?

Bespreking:

Het jy gesien dat die waardes in die laaste kolom van die tabel eenders is maar nie identies nie? Dit is as gevolg van foutiewe afmetings wanneer jy die invalshoek en brekingshoek gemeet het. Hierdie foute is algemeen tydens fisika eksperimente en dra by tot 'n sekere mate van onsekerheid wanneer dit by waardes kom. Om hierdie rede doen ons die eksperiment 5 keer, sodat ons die gemiddeld van die 5 onafhanklike waardes van n_2 kan gebruik om 'n waarde vir die onbekende stof te verkry.

Indien

$$n_2 > n_1$$

dan is Snell se wet

$$\sin \theta_1 > \sin \theta_2$$

Vir hoeke kleiner as 90° verhoog $\sin \theta$ soos θ verhoog. Daarom

$$\theta_1 > \theta_2.$$

Dit beteken dat die invalshoek groter is as die refraksiehoek en die ligstrale buig na die normaal / loodlyn.

Net so, as

$$n_2 < n_1$$

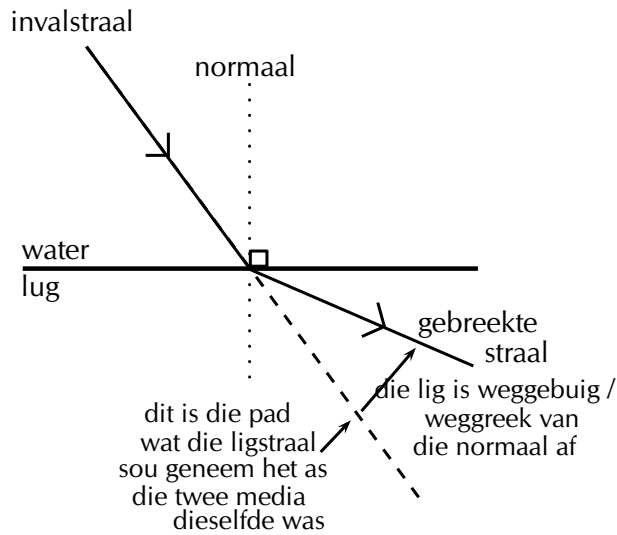
dan van Snell se wet,

$$\sin \theta_1 < \sin \theta_2.$$

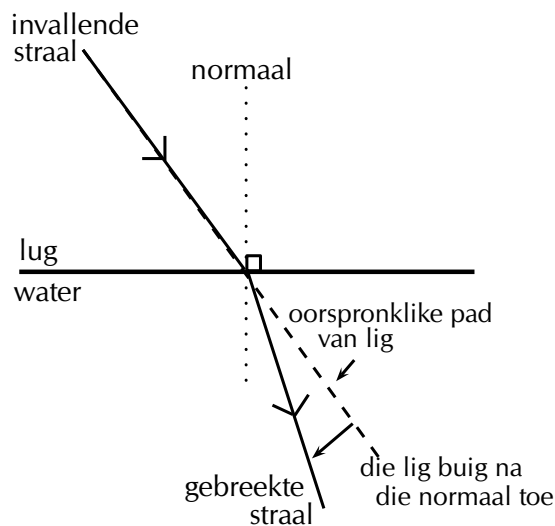
Vir hoeke kleiner as 90° sal $\sin \theta$ toeneem as θ toeneem. Dus

$$\theta_1 < \theta_2.$$

.



Figuur 5.12: Lig beweeg van 'n medium met 'n hoër refraksie-indeks / brekingsindeks na een met 'n laer refraksie-indeks / brekingsindeks. Lig word weg van die normaal gerefraakteer of gebreek.



Figuur 5.13: Lig beweeg van 'n medium met 'n laer refraksie-indeks / brekingsindeks na een met 'n hoër refraksie-indeks / brekingsindeks. Lig word na die normaal gerefraakteer of gebreek.

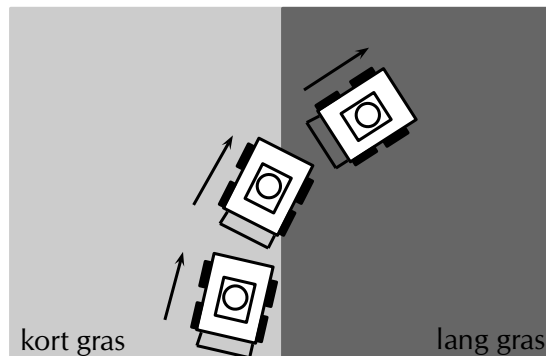
Wat gebeur met 'n straal wat langs die loodlyn lê? In hierdie geval is die invalshoek 0° en

$$\begin{aligned}\sin \theta_2 &= \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \\ &= 0 \\ \therefore \theta_2 &= 0\end{aligned}$$

Dit dui aan dat indien die ligstraal met 'n hoek van 0° inval, die refraksiehoek ook 0° is. Die rigting van die ligstrale bly onveranderd, alhoewel die spoed van lig verander soos dit in die nuwe medium beweeg. Refraksie vind nog steeds plaas, maar dis nie so opsigtelik nie.

Kom ons kyk na 'n alledaagse voorbeeld. Verbeel jou jy stoot 'n grassnyer of 'n trollie oor kort gras. Solank die gras dieselfde lengte orals is, is dit maklik om die grassnyer of trollie in 'n reguit lyn te stoot. Sodra die wiele aan die een kant van die grassnyer tussen langer gras beland, sal daardie kant stadiger beweeg omdat dit moeiliker is om

die wiele deur die lang gras te stoot. Gevolglik sal die grassnyer inwaarts na die langer gras draai soos in die prent voorgestel word. Dit is ooreenkomstig met lig wat deur 'n medium beweeg en dan 'n ander medium met 'n hoër brekingsindeks of optiese digtheid binnegaan. Die lig sal van rigting verander, na die normaal, net soos die grassnyer in die langer gras. Die teenoorgestelde gebeur wanneer die grassnyer van 'n area met lang gras na korter gras beweeg. Die kant met die korter gras beweeg vinniger en die grassnyer beweeg uitwaarts, net soos 'n ligstraal wat van 'n medium met 'n hoër brekingsindeks na 'n medium met 'n laer brekingsindeks beweeg.



Figuur 5.14: Die grassnyer beweeg vanaf 'n area met kort gras na 'n area met langer gras. Wanneer dit die grens tussen die areas bereik, sal die wiele in die langer gras stadiger beweeg as die wiele in die kort gras. Dit veroorsaak dat die grassnyer van rigting verander en binnewaarts buig.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Gebruik Snell se wet

VRAAG

Lig word op die grens tussen water en 'n onbekende gebreek. As die invalshoek 25° is en die brekingshoek $20,6^\circ$ is, bereken die brekingsindeks van die onbekende medium en gebruik Tabel 5.1 om die stof te identifiseer.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat gegee is en wat gevra word

Die invalshoek $\theta_1 = 25^\circ$

Die brekingshoek $\theta_2 = 20,6^\circ$

Ons kan die brekingsindeks van water opsoek in Tabel 5.1: $n_1 = 1,333$.

Ons moet die brekingsindeks vir die onbekende medium bereken en dit dan identifiseer.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan Snell se wet gebruik om die onbekende brekingsindeks te bereken, n_2

Volgens Snell se wet:

$$\begin{aligned}n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\n_2 &= \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2} \\n_2 &= \frac{1,333 \sin 25^\circ}{\sin 20,6^\circ} \\n_2 &= 1,6\end{aligned}$$

Stap 3: Identifiseer die onbekende medium

Volgens Tabel 5.1 het glas (tipies) 'n brekingsindeks tussen 1,5 en 1,9. Die onbekende medium is glas (tipies) .

Uitgewerkte voorbeeld 3: Die gebruik van Snell se wet

VRAAG

'n Ligstraal met 'n invalshoek van 35° beweeg vanaf water na lug. Vind die brekingshoek deur gebruik te maak van Snell se wet en Tabel 5.1. Bespreek die betekenis van jou antwoord.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die brekingsindekse van water en lug

Vanaf Tabel 5.1, is 1,333 die brekingsindeks vir water en dié van lug is 1. Ons weet alreeds die invalshoek, so ons kan nou van Snell se wet gebruik maak.

Stap 2: Vervang die waardes

Volgens Snell se wet:

$$\begin{aligned}n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\1,33 \sin 35^\circ &= 1 \sin \theta_2 \\\sin \theta_2 &= 0,763 \\\theta_2 &= 49,7^\circ \text{ of } 130,3^\circ\end{aligned}$$

Omdat $130,3^\circ$ groter is as 90° is die oplossing:

$$\theta_2 = 49,7^\circ$$

Stap 3: Bespreek jou antwoord

Die ligstraal beweeg deur 'n medium met 'n hoë brekingsindeks na een met 'n lae brekingsindeks. Daarom word die ligstraal weg gebuig vanaf die normaal.

VRAAG

'n Ligstraal beweeg vanaf water na diamant met 'n invalshoek van 75° . Bereken die brekingshoek. Bespreek die betekenis van jou antwoord.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die brekingsindekse van water en lug

Vanaf Tabel 5.1 is 1,333 die brekingsindeks vir water en dié van diamant is 2,42. Ons weet alreeds die invalshoek, so ons kan nou van Snell se wet gebruik maak.

Stap 2: Vervang die waardes en los op

Volgens Snell se wet:

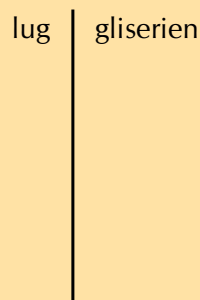
$$\begin{aligned}n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\1,33 \sin 75^\circ &= 2,42 \sin \theta_2 \\ \sin \theta_2 &= 0,531 \\ \theta_2 &= 32,1^\circ\end{aligned}$$

Stap 3: Bespreek jou antwoord

Die ligstraal beweeg deur 'n medium met 'n lae brekingsindeks na een met 'n hoë brekingsindeks. Daarom word die ligstraal na die normaal gebuig.

Oefening 5 – 4: Snell se Wet

1. Stel Snell se wet.
2. Lig beweeg vanaf 'n area van glas na een van gliserien, met 'n invalshoek van 40° .



- a) Teken die invals- en gebroke ligstrale in op die diagram en merk die invals- en brekingshoeke.
- b) Bereken die brekingshoek.

3. 'n Ligstraal beweeg vanaf silikon na water. As die ligstraal in die water 'n hoek van 69° vanaf die normaal na die gebreekte straal maak, wat is die invalshoek in silikon?
4. Lig beweeg vanaf 'n medium met $n = 1,25$ na een met $n = 1,34$, teen 'n hoek van 27° vanaf die normaal.
 - a) Wat gebeur met die spoed van lig? Raak dit meer, minder, of bly dit dieselfde?
 - b) Wat gebeur met die golflengte van lig? Raak dit meer, minder, of bly dit dieselfde?
 - c) Word die lig gebuig na die normaal, weg van die normaal, of word dit nie gebuig nie?
5. Lig beweeg vanaf 'n medium met $n = 1,63$ na een met $n = 1,42$.
 - a) Wat gebeur met die spoed van lig? Raak dit meer, minder, of bly dit dieselfde?
 - b) Wat gebeur met die golflengte van lig? Raak dit meer, minder, of bly dit dieselfde?
 - c) Word die lig gebuig na die normaal, weg van die normaal, of word dit nie gebuig nie?
6. Lig val 'n reghoekige prisma binne. Die prisma is omring deur lug. Die invalshoek is 23° . Bereken die weerkaatsinghoek en die brekingshoek.
7. Lig word gebreek by die skeidingsvlak tussen lug en 'n onbekende medium. As die invalshoek 53° en die brekingshoek 37° is, bereken die brekingsindeks van die onbekende tweede medium.
8. Lig word gebreek by die skeidingsvlak tussen 'n medium met 'n brekingsindeks van 1,5 en 'n tweede medium met 'n brekingsindeks van 2,1. As die invalshoek 45° is, bereken die brekingshoek.
9. 'n Ligstraal tref die skeidingsvlak tussen lug en diamant. As die invalstraal 'n hoek van 30° met die skeidingsvlak maak, bereken die hoek tussen die gebreekte straal en die skeidingsvlak.
10. Die inval- en brekingshoeke van 5 onbekende media is gemeet en word getoon in die onderstaande tabel. Gebruik jou kennis van Snell se wet om die onbekende media A-E te identifiseer. Gebruik Tabel 5.1 om jou te help.

Medium 1	n_1	θ_1	θ_2	n_2	Onbekende Medium
Lug	1,0002926	38	27	?	A
Lug	1,0002926	65	38,4	?	B
Vakuum	1	44	16,7	?	C
Lug	1,0002926	15	6,9	?	D
Vakuum	1	20	13,3	?	E

11. Zingi en Tumi het 'n ondersoek gedoen om 'n onbekende vloeistof te identifiseer. Hulle het 'n ligstraal op die onbekende vloeistof geskyn en die invalshoek verander en dan die ooreenstemmende brekingshoek se lesing geneem. Hulle resultate word getoon in die onderstaande tabel:

Invalshoek	Brekingshoek
0,0°	0,00°
5,0°	3,76°
10,0°	7,50°
15,0°	11,2°
20,0°	14,9°
25,0°	18,5°
30,0°	22,1°
35,0°	25,5°
40,0°	28,9°
45,0°	32,1°
50,0°	35,2°
55,0°	38,0°
60,0°	40,6°
65,0°	43,0°
70,0°	?
75,0°	?
80,0°	?
85,0°	?

- Skryf die doel van die ondersoek neer.
- Maak 'n lys van die apparate wat hulle gebruik het.
- Identifiseer die onbekende vloeistof.

12. Voorspel wat die brekingshoek sal wees vir 70°, 75°, 80° en 85°.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 273Q 2. 273R 3. 273S 4. 273T 5. 273V 6. 273W
 7. 273X 8. 273Y 9. 273Z 10. 2742 11. 2743 12. 2744



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

5.7 Grenshoeke en totale interne weerkaatsing

ESE49

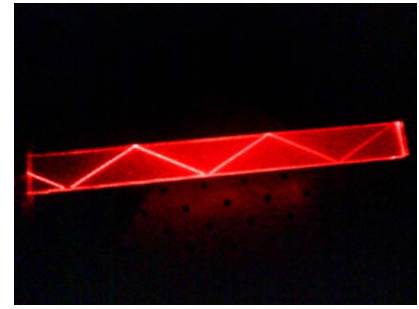
Totale interne weerkaatsing

ESE4B

► Sien video: 2745 op www.everythingscience.co.za

Jy mag dalk agtergekom het tydens die eksperimentering met straalkissie en glasblokke in die vorige gedeelte dat soms, wanneer jy die invalshoek van die lig verander, dit terugreflekteer na die binnekant van die blok.

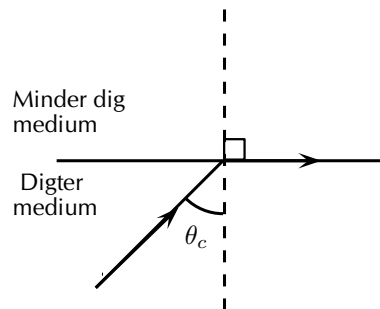
Wanneer die hele invalstraal wat deur die opties digter medium beweeg teruggekaats word by die skeidingsvlak tussen die opties digter medium, in plaas daarvan om deur die medium te beweeg en gebreek te word, vind totale interne weerkaatsing plaas.



Soos ons die invalshoek vergroot, bereik ons 'n punt waar die brekingshoek 90° is en die gebreekte ligstraal langs die grens tussen die twee media beweeg. Die invalshoek word dan die grenshoek genoem.

DEFINISIE: Grenshoek

Die grenshoek is die invalshoek waar die brekingshoek 90° is. Die lig moet beweeg van 'n opties digte medium na 'n opties minder digte medium.

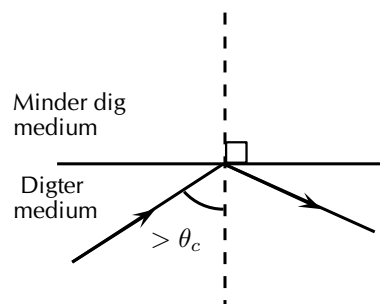


Figuur 5.15: Wanneer die invalshoek gelyk is aan die grenshoek, dan is die brekingshoek 90° .

As die invalshoek groter is as die grenshoek, dan sal die gebreekte straal nie deur die medium beweeg nie, en net binne in die medium weerkaats word. Dit word **totale interne weerkaatsing** genoem.

Die voorwaardes vir totale interne weerkaatsing is:

1. lig beweeg vanaf 'n opties digter medium (hoër brekingsindeks) na 'n opties minder dig medium (laer brekingsindeks).
2. die invalshoek is groter as die grenshoek.



Figuur 5.16: Wanneer die invalshoek groter is as die grenshoek, dan word die ligstraal weerkaats by die skeidingsvlak van die twee media en totale interne weerkaatsing kom voor.

Elke media paar het hul eie unieke grenshoek. Byvoorbeeld, die grenshoek vir lig wat beweeg vanaf glas na lug is 42° , en dié water na lug is $48,8^\circ$.

Informele eksperiment: Die grenshoek vir 'n reghoekige glasblok

Doelwit:

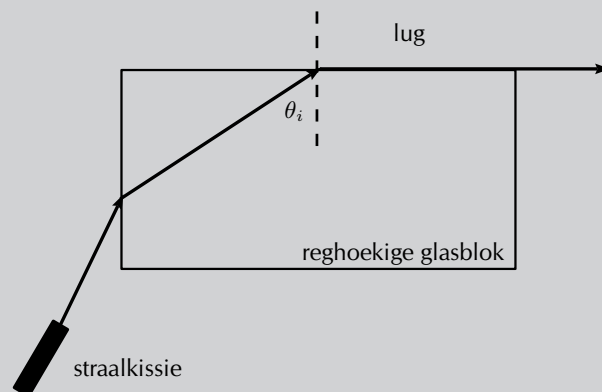
Om die grenshoek vir 'n reghoekige glasblok te bepaal.

Apparaat:

reghoekige glasblok, straalkissie, 360° gradeboog, papier, potlood en liniaal

Metode:

1. Plaas die glasblok in die middel van die stuk papier en teken die blok se buitelyn met die potlood.
2. Skakel die straalkissie aan en fokus die ligstraal na die linkerkant van die glasblok. Verstel die hoek waarmee die lig die glasblok tref totdat jy sien dat die gebroke straal langs die bokant van die glasblok beweeg (d.w.s die brekingshoek is 90°). Hierdie situasie moet soortgelyk aan dié in die diagram lyk:



3. Teken 'n kolletjie op die papier of die punt waar die lig die glasblok binnekom vanaf die straalkissie. Teken dan 'n kolletjie op die papier by die punt waar die lig gebreek word (by die bokant van die glasblok).
4. Skakel die straalkissie af en verwyder die glasblok van die papier.
5. Gebruik nou die liniaal om 'n lyn te trek tussen die twee gemete kolletjies. Hierdie lyn stel die gebroke straal voor.
6. Wanneer die brekingshoek 90° is, is die invalshoek gelyk aan die grenshoek. Daarom moet ons die invalshoek meet om die grenshoek te bepaal. Dit word met die gradeboog gedoen.
7. Vergelyk jou antwoord met die res van die klas en bespreek moontlike redes hoekom dit dalk mag verskil (alhoewel dit soortgelyk moet wees!)

WENK

Onthou dat vir totale interne weerkaatsing, die invalshoek altyd groter is as die grenshoek!

Bereken die grenshoek

In plaas van die heeltid die grenshoeke van verskillende materiale te meet, is dit moontlik om die grenshoek by die skeidingsvlak tussen twee media te bereken deur gebruik te maak van Snell se wet. Vir hersiening, Snell se wet sê dat:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

waar n_1 die brekingsindeks is van medium 1, n_2 die brekingsindeks van 2, θ_1 is die invalshoek en θ_2 is die brekingshoek. Vir totale interne weerkaatsing weet ons dat die invalshoek dieselfde is as die grenshoek. So,

$$\theta_1 = \theta_c.$$

Ons weet ook dat die brekingshoek 90° is by die grenshoek. So ons het:

$$\theta_2 = 90^\circ.$$

Ons kan nou Snell se wet skryf as:

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

Los op vir θ_c gee:

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} (1)$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

Uitgewerkte voorbeeld 5: Grenshoek

VRAAG

Gegee dat die brekingsindekse van lug en water 1,00 en 1,33 is respektiewelik. Vind die grenshoek.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan Snell se wet gebruik om die grenshoek te bepaal omdat ons weet dat die invalshoek gelyk is aan die grenshoek, die brekingshoek is 90° .

Stap 2: Los die probleem op

$$\begin{aligned}
 n_1 \sin \theta_c &= n_2 \sin 90^\circ \\
 \theta_c &= \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \\
 &= \sin^{-1} \left(\frac{1}{1,33} \right) \\
 &= 48,8^\circ
 \end{aligned}$$

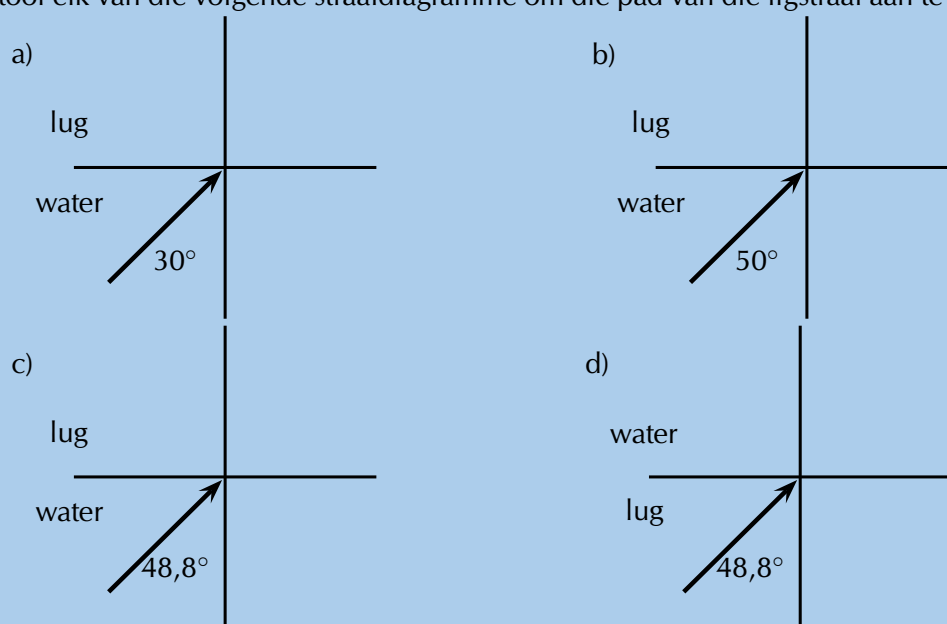
Stap 3: Skryf die finale antwoord neer

Die grenshoek van lig wat vanaf water na lug beweeg is $48,8^\circ$.

Uitgewerkte voorbeeld 6: Grenshoek 2

VRAAG

Voltooi elk van die volgende straaldiagramme om die pad van die ligstraal aan te toon.



OPLOSSING

Stap 1: Identifiseer wat gegee is en wat gevra word.

Die grenshoek van water is $48,8^\circ$.

Ons word gevra om die diagramme te voltooi.

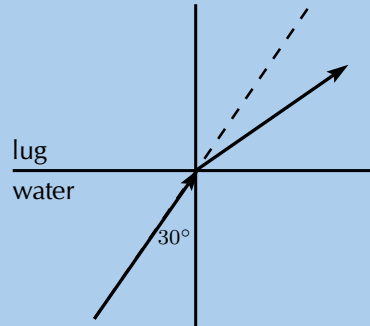
Vir invalshoeke kleiner as $48,8^\circ$ sal breking plaasvind.

Vir invalshoeke groter as $48,8^\circ$ sal weerkaatsing plaasvind.

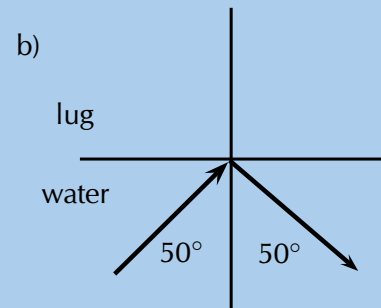
Vir invalshoeke gelyk aan $48,8^\circ$ sal breking by 90° plaasvind.

Die lig moet vanaf 'n medium met 'n hoër brekingsindeks (hoër optiese digtheid) na 'n medium met 'n laer brekingsindeks (laer optiese digtheid) beweeg.

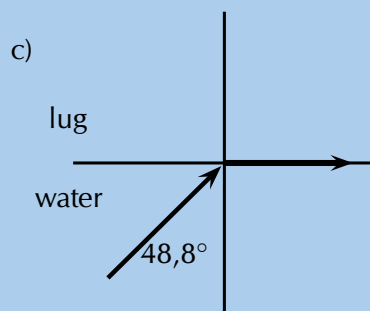
Stap 2: Voltooi die onderstaande diagramme



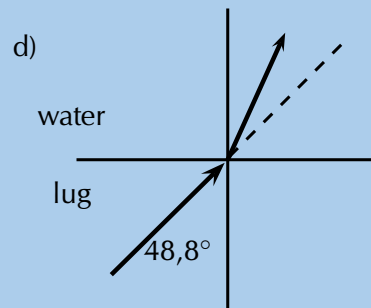
Breking vind plaas (ligstraal word weg van die normaal gebuig).



Totale interne weerkaatsing vind plaas.



$\theta_c = 48,8^\circ$.

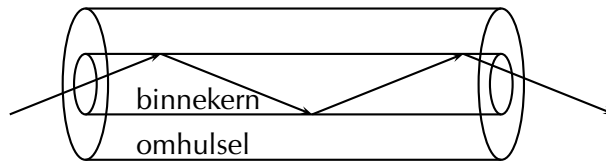


Breking na die normal (lug is minder dig as water).

Optiese vesels

Totale interne weerkaatsing is 'n baie bruikbare natuurlik verskynsel aangesien dit gebruik kan word om lig vas te vang. Een van die mees algemene toepassings van totale interne weerkaatsing is in *veseloptika*. 'n Optiese vesel is 'n dun, deursigtige vesel, gewoonlik van glas of plastiek gemaak om lig oor te sein. Optiese vesels is gewoonlik dunner as 'n menslike haar! Die konstruksie van 'n enkele optiese vesel word getoon in Figuur 5.17.

Die basiese funksionele struktuur van glasvesel bestaan uit 'n beskermende *omhulsel* met 'n *binnekern* waardeur ligpulsse beweeg. Die totale deursnee van die vesel is omtrent $125\ \mu\text{m}$ ($125 \times 10^{-6}\ \text{m}$) en dié van die binnekern is omtrent $50\ \mu\text{m}$ ($50 \times 10^{-6}\ \text{m}$). Die verskil in die brekingsindeks van dié omhulsel en dié van die binnekern veroorsaak dat totale interne weerkaatsing op dieselfde manier plaasvind as dié op die lug-water oppervlak. As lig met 'n invalshoek groter as die grenshoek op 'n kabel inval, sal die lig binne die glasvesel vasgevang word. Op hierdie manier beweeg lig baie vinnig langs die kabel af.



Figuur 5.17: Die struktuur van 'n enkele glasvesel.

FEIT

Endoskopie beteken om binnekant te kyk en verwys na 'n geneeskundige diagnose wat gemaak word deur die binnekant die liggaam te bestudeer.

Optiese vesels in telekommunikasie Optiese vesels word algemeen in telekommunikasie gebruik. Die rede hiervoor is omdat inligting met min dataverliese oor lang afstande kan beweeg. Daarom is glasvesel meer voordelig as konvensionele kables.

Seine word vanaf een punt na 'n ander in die vorm van laserpulse gestuur. 'n Enkele optiese vesel kan meer as 3000 uitsendings tegelyktydig oordra. Dit is 'n groot verbetering op die konvensionele ko-aksiale kables. Veelvuldige uitsendingsoordragte word verkry waarneer individuele ligpuls teen effens verskillende hoeke gestuur word. Byvoorbeeld, indien een ligpuls 'n invalshoek van $72,23^\circ$ maak, dan kan 'n ander ligpuls teen 'n hoek van $72,26^\circ$ gestuur word! Die sein wat uitgesaai is, word amper gelyktydig by die ander ent van die kabel ontvang. Die rede is dat inligting teen die spoed van lig beweeg indien dit op 'n laser gekodeer is. Oor lang afstande word *versterkerstasies* gebruik om seine wat verswak het, te versterk. Die versterkte seine word dan weer vanaf versterkerstasie na versterkerstasie gestuur totdat dit sy bestemming bereik.

Optiese vesels in geneeskunde Optiese vesels word in geneeskunde in *endoskope* gebruik.

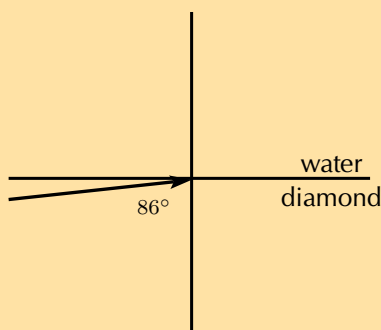
Die belangrikste deel van 'n endoskoop is die optiese vesel. Lig word langs die optiese vesel af geskyn en 'n mediese dokter kan die endoskoop gebruik om binne die liggaam van 'n pasiënt te kyk. Endoskope kan gebruik word om die binnekant van 'n pasiënt se maag te ondersoek, deurdat die endoskoop in die pasiënt se keel afgedruk word.

Endoskope laat toe dat minder-indringende chirurgie kan plaasvind. Dit beteken dat 'n persoon gediagnoseer en behandel word deur middel van 'n klein snit (insnyding) in die vel. Dit hou voordele in bo oop chirurgie omdat endoskopie vinniger en goedkoper is. Daarbenewens herstel die pasiënt ook vinniger. Die alternatief is oop chirurgie wat meer geld en tyd vereis. Boonop is dit meer traumaties vir die pasiënt.

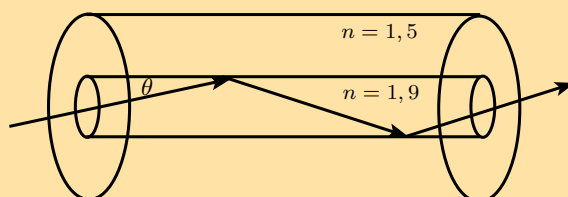
Oefening 5 – 5: Total interne weerkaatsing en veselglas

1. Beskryf totale interne weerkaatsing deur middel van 'n diagram. Verwys ook na die voorwaardes waaraan voldoen moet word sodat totale interne weerkaatsing kan plaasvind.
2. Beskryf wat met *grenshoek* bedoel word wanneer daar totale interne weerkaatsing plaasvind. Sluit 'n straaldiagram in om die konsep te verduidelik.
3. Sal lug wat van diamant na silikoon beweeg ooit totale interne weerkaatsing ondergaan?
4. Sal lug wat van saffier na diamant beweeg ooit totale interne weerkaatsing ondergaan?
5. Wat is die grenshoek van lig indien dit van lug na asetoon beweeg?

6. Soos lig vanaf diamant na water beweeg tref dit die skeidingsvlak met 'n invalshoek van 86° . Die prent dui die situasie aan. Bereken die grenshoek om te bepaal of die lig totaal intern gaan weerkaats om binne die diamant te bly.



7. Water een van die volgende oppervlaktes het die grootste grenshoek?
- 'n glas-na-water skeidingsvlak
 - 'n diamant-na-water skeidingsvlak
 - 'n diamant-na-glas skeidingsvlak
8. As 'n optiese vesel kabel van glas gemaak is, bepaal die grenshoek van die ligstraal sodat dit binne die optiese vesel bly.
9. 'n Glasblad word binne 'n glastenk met water daarin geplaas. Indien die brekingsindeks van water 1,33 is en dié van glas is 1,5, bepaal die grenshoek.
10. 'n Diamantring word binne 'n glashouer vol gliserien geplaas. Bepaal die brekingsindeks van diamant indien dit bevestig word dat die grenshoek $37,4^\circ$ is en die brekingsindeks van gliserien 1,47 is.
11. Veselglas bestaan uit 'n kern en 'n omhulsel met brekingsindekse 1,9 en 1,5 onderskeidelik. Bereken die grootste hoek wat 'n ligpuls met die oppervlak van die kern kan maak. LET WEL: Die vraag vra nie om die invalshoek te bepaal nie, maar die hoek wat deur straal met die oppervlak van die kern gemaak word. Dit sal gelyk wees aan 90° – invalshoek.



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2746 2. 2747 3. 2748 4. 2749 5. 274B 6. 274C
7. 274D 8. 274F 9. 274G 10. 274H 11. 274J



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

🔗 Sien aanbieding: 274K op www.everythingscience.co.za

- Ligstrale is lyne wat loodreg op die lig se golffronte val. In geometriese optika stel ons ligstrale voor met reguitlyn-pyle.
- Ligstrale weerkaats vanaf oppervlaktes. Die invalstraal skyn op die oppervlakte terwyl die geweerkatste straal vanaf dieselfde oppervlakte gebons word. Die normaal is die loodregte lyn wat getrek word waar die invalstraal die oppervlakte ontmoet.
- Die invalshoek is die hoek tussen die inkomende straal en die oppervlak. Die inkomende straal, geweerkatste straal en die normaal lê almal in dieselfde vlak.
- Die wet van weerkaatsing sê dat die invalshoek (θ_i) gelyk is aan die weerkaatsingshoek (θ_r) en dat die weerkaatsde straal in dieselfde vlak as die inkomende straal is.
- Lig kan geabsorbeer en deurgelaat word.
- Die spoed van lig, c , is konstant in 'n gegewe medium en lig het 'n maksimum spoed in 'n vakuum, naamlik $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Breking kom voor by die grens tussen twee mediums wanneer lig beweeg van een medium na die ander en die lig se spoed verander maar sy frekwensie dieselfde bly. As die ligstraal die grens tref teen enige hoek wat nie loodreg of parallel aan die grens is nie, dan sal die lig van rigting verander en lyk asof dit 'buig'.
- Die brekingsindeks (simbool n) van 'n materiaal is die verhouding tussen die spoed van lig in 'n vakuum, en die spoed van lig in die materiaal en dit gee 'n indikasie van hoe moeilik dit is vir lig om deur die materiaal te beweeg.

$$n = \frac{c}{v}$$

- Optiese digtheid is 'n maatstaf van die brekingsvermoë van 'n medium.
- Die normaal van 'n oppervlak is die lyn wat loodreg is op die oppervlak.
- Die invalshoek word gedefinieer as die hoek tussen die normaal van die oppervlak en die invallende (inkomende) ligstraal.
- Die brekingshoek word gedefinieer as die hoek tussen die normaal en die gebroke ligstraal.
- Snell se wet verskaf die verwantskap tussen die brekingsindeks, invalshoeke en weerkaatsingshoeke van twee media.

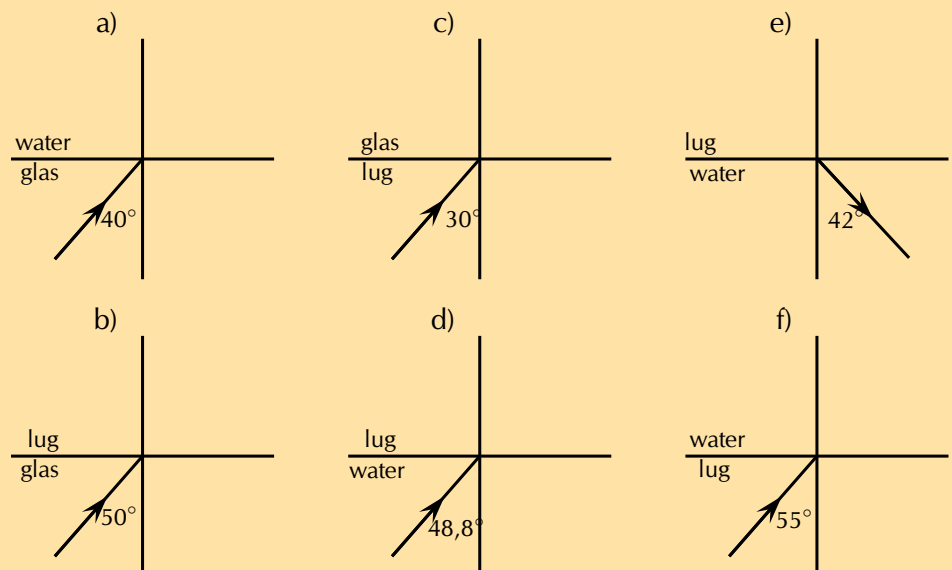
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

- Lig wat van een optiese medium na 'n digter optiese medium beweeg, buig na die normaal.
Lig wat van een optiese medium na 'n minder digte optiese medium beweeg, buig weg van die normaal.
- Die grenshoek van 'n medium is die waarde van die invalshoek wanneer die brekingshoek 90° is. Die gebroke straal in hierdie geval lê langs die skeidingsvlak tussen die twee media.

- Totale interne weerkaatsing vind plaas wanneer lig van een medium na 'n optiese minder dig medium beweeg, maar die invalshoek moet groter wees as die grenshoek van daardie medium. In hierdie geval sal lig binne die medium weerkaats word. Geen breking vind plaas nie.
- Totale interne weerkaatsing in optiese vesels word binne die telekommunikasiebedryf gebruik. In geneeskunde gebruik endoskope ook veselbundels van optiese vesels. Optiese vesels dra inligting gouer en meer akkuraat oor as tradisionele metodes.

Oefening 5 – 6: Oefeninge aan die einde van die hoofstuk

- Gee een woord vir elk van die volgende beskrywings:
 - Die loodregte lyn wat getrek word teen regte hoeke by die invalspunt van die weerkaatsende oppervlakte.
 - Die buiging van lig soos dit van een medium na 'n ander beweeg.
 - Die terugkaatsing van lig vanaf 'n oppervlakte.
- Dui aan of die volgende stellings **waar** of **onwaar** is. Indien enige stelling onwaar is, skryf die korrekte stelling neer.
 - Die brekingsindeks van 'n medium is 'n aanduiding van hoe vinning lig deur daardie meduim sal beweeg.
 - Totale interne weerkaatsing vind plaas wanneer die invalshoek groter is as die grenshoek.
 - Die spoed van lig in 'n lugleegte of vakuum is omtrent $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Voltooi die volgende straaldiagramme om die pad van die ligstraal aan te dui.



- 'n Ligstraal tref 'n oppervlak teen 35° met die normaal van die oppervlak. Teken 'n straaldiagram wat die invalshoek, weerkaatsingshoek en die oppervlaknormaal aandui. Bereken die inval- en weerkaatsingshoeke, en dui hulle op jou diagram aan.

5. Lig beweeg vanaf glas ($n = 1,5$) na asetoon ($n = 1,36$). Die invalshoek is 25° .
- a) Beskryf die pad van die ligstraal soos dit deur asetoon beweeg.
 - b) Bereken die brekingshoek.
 - c) Wat gebeur met die spoed van lig soos dit van glas na asetoon beweeg?
 - d) Wat gebeur met die golflengte van lig soos dit van glas na asetoon beweeg?
6. Lig tref die skeidingsvlak tussen diamant en 'n onbekende medium met 'n invalshoek van 32° . Die gemete brekingshoek is 46° . Bereken die brekingsindeks van die medium en identifiseer die medium.
7. Verduidelik wat totale interne weerkaatsing is en hoe dit in geneeskunde en telekommunikasie gebruik word. Waarom is hierdie tegnologie baie beter om te gebruik?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- 1a. [274M](#) 1b. [274N](#) 1c. [274P](#) 2a. [274Q](#) 2b. [274R](#) 2c. [274S](#)
3a. [274T](#) 3b. [274V](#) 3c. [274W](#) 3d. [274X](#) 3e. [274Y](#) 3f. [274Z](#)
4. [2752](#) 5. [2753](#) 6. [2754](#) 7. [2755](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Twee- en driedimensionele golf- fronte

6.1	<i>Inleiding</i>	238
6.2	<i>Golffronte</i>	238
6.3	<i>Huygens se beginsel</i>	239
6.4	<i>Diffraksie</i>	241
6.5	<i>Diffraksie deur 'n enkelspleet</i>	242
6.6	<i>Opsomming</i>	252

6.1 Inleiding

ESE4D

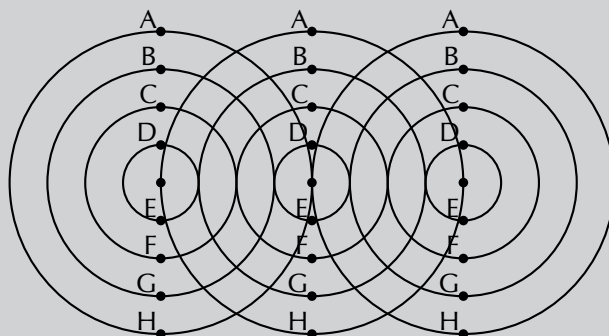
Jy het al vantevore oor die basiese eienskappe van golwe geleer, meer spesifiek oor weerkaatsing en breking. In hierdie hoofstuk sal jy leer oor die verskynsels wat spruit uit golwe in twee en drie dimensies, naamlik buiging of diffraksie. Ons sal ook voortbou op diffraksie, waarvan jy al voorheen geleer het, maar nou net in meer as een dimensie.

6.2 Golffronte

ESE4F

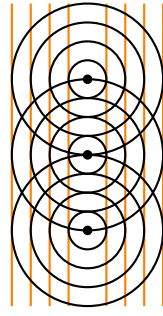
Onderzoek: Golffronte

Die diagram hieronder wys drie identiese golwe wat deur drie puntbronne uitgestuur word. 'n Puntbron is iets wat golwe opwek en is só klein dat ons dit as 'n enkele punt beskou. Dit is nie groot genoeg om golwe te beïnvloed nie. Alle punte wat met dieselfde letter gemerk is, is in fase. Verbind die punte met dieselfde letter.



Watter tipe lyne kry jy, reguit of gebuig? Hoe vergelyk dit met die lyn wat die bronne verbind?

Beskou nou drie puntbronne van golwe. Indien elke bron golwe isotropies uitstuur, maw dieselfde in alle rigtings, kry ons die situasie wat in Figuur 6.1 getoon word.



Figuur 6.1:

Golffronte is denkbeeldige lyne wat golwe verbind wat in fase is. In die voorbeeld verbind die golffronte (aangedui deur die oranje vertikale lyne) alle golwe by die kruin van hul siklus.

Ons definieer 'n **golffront** as die denkbeeldige lyn wat golwe verbind wat in fase is. Dit word aangetoon deur die oranje vertikale lyne in Figuur 6.1. Die punte wat in fase is kan kruine, trêe of enigiets tussen-in wees. Dit maak nie saak watter punte jy kies nie, solank hulle net in fase is.

6.3 Huygens se beginsel

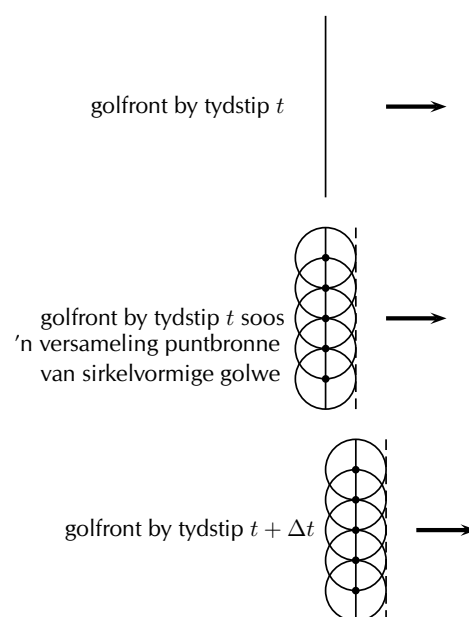
ESE4G

Christiaan Huygens het beskryf hoe om die pad wat golwe deur 'n medium neem te bepaal.

DEFINISIE: *Die Huygens beginsel*

Elke punt van 'n golffront dien as 'n puntbron van sferiese, sekondêre golwe. Ná 'n tyd t , sal die nuwe posisie van die golffront 'n raaklyn loodreg op die sekondêre golwe wees.

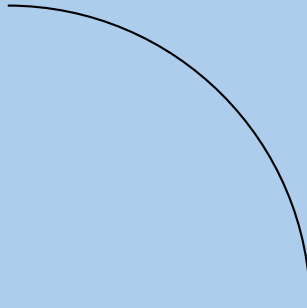
Huygens se beginsel is van toepassing op alle golffronte, selfs rondes, soos dié wat jy sal kry vanaf 'n enkele puntbron. 'n Eenvoudige voorbeeld van Huygens se beginsel is om die enkele golffront in Figuur 6.2 te beskou.



Figuur 6.2: 'n Enkele golffront by tydstep t tree op soos 'n versameling puntbronne van sirkelvormige golwe wat mekaar steur om 'n nuwe golffront by 'n tydstep $t + \Delta t$ te gee. Die proses hou aan en is van toepassing op enige tipe golfvorm.

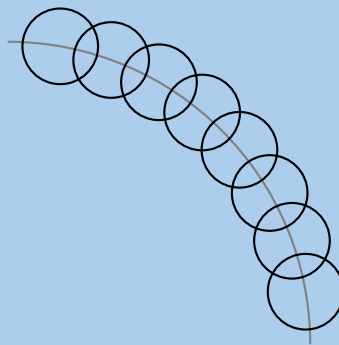
VRAAG

Gegee die golffront in die figuur hieronder gebruik Huygens se beginsel om die golffront op 'n latere tydstop te bepaal.

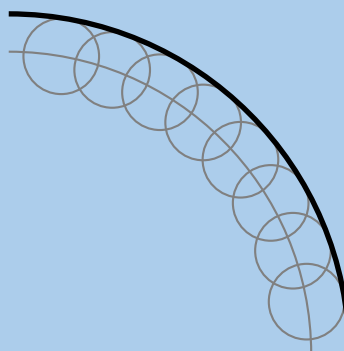


OPLOSSING

Stap 1: Trek sirkels by verskeie punte al langs die gegewe golffront



Stap 2: Verbind die sirkelkruine om die golffront by 'n latere tydstop te kry

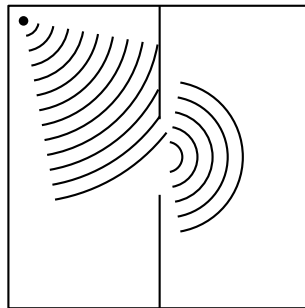


Een van die interessantste, asook nuttigste eienskappe van golwe is **diffraksie**.

DEFINISIE: *Diffraksie*

Diffraksie is die vermoë van 'n golf om uit te spreid in golffronte soos die golf deur 'n klein opening of om 'n skerp hoek voortplant.

Byvoorbeeld, indien twee vertrekke met 'n deuropening verbind word en 'n klank in 'n uithoek van een van hulle gemaak word, sal 'n persoon in die ander kamer die klank hoor asof die oorsprong by die deur is.



Wat die tweede kamer aanbetref, is die vibrerende lug in die deuropening die bron van die klank.

Wanneer golwe dus deur klein openinge beweeg lyk dit asof hulle om die kant buig omdat daar nie genoeg punte op die golffront is om weer 'n reguit golffront te vorm nie. Hierdie buiging om die kante noem ons *diffraksie*.

Uitbreiding

Diffraksie

Die effek van buiging is duideliker by watergolwe vanweë hul langer golflengtes. Buiging kan gedemonstreer word deur klein versperrings en hindernisse in 'n golftenk te plaas en dan die pad van die watergolwe te bestudeer soos hulle dié hindernisse teëkom. Anders as wat jy dalk oorspronklik sou dink, gaan die golwe óm die versperring beweeg na die gebied direk agter die versperring. Vervolgens word die water agter die versperring versteur. Die hoeveelheid diffraksie (die skerpheid van die buiging) neem toe met 'n toename in golflengte en verminder met 'n afname in die golflengte. In werklikheid sal daar geen opvallende diffraksie voorkom wanneer die golflengte van die golwe kleiner is as die versperring nie.

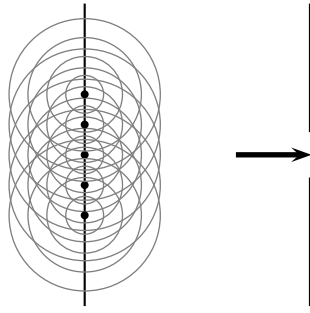
Watergolwe in 'n golftenk kan gebruik word om diffraksie en interferensie te demonstreer.

- Skakel die golfopwekker aan sodat dit golwe met 'n hoë frekwensie (kort golflengte) maak.
 - Plaas 'n paar hindernisse (bv. 'n baksteen of liniaal) een-vir-een in die golftenk. Wat gebeur met die golffronte soos hulle naby of verby die hindernisse voortplant? Skets jou waarnemings.
 - Hoe verander die buiging wanneer jy die grootte van die voorwerp verander?
- Stel nou die frekwensie van die golfopwekker laer sodat dit golwe met langer golflengtes maak.
 - Plaas dieselfde voorwerpe (weer een-vir-een) in die golftenk. Wat gebeur met die golffronte soos hulle naby of verby die hindernisse voortplant? Skets weereens jou waarnemings.
 - Hoe verskil die buiging van die hoër frekwensie geval?
- Verwyder alle hindernisse uit die golftenk en plaas 'n tweede golfopwekker in die tenk. Skakel die opwekkers aan sodat hulle gelyktydig begin en dieselfde frekwensie het.
 - Wat sien jy wanneer die twee stelle golffronte mekaar ontmoet?
 - Kan jy areas van opbouende en afbrekende steuring, ook konstruktiewe en destruktiewe interferensie genoem, uitwys?
- Skakel nou die opwekkers aan sodat hulle uit fase is (maw. begin hulle sodat hulle op verskillende tye golwe maak).
 - Wat sien jy wanneer die twee stelle golffronte mekaar ontmoet?
 - Kan jy areas van opbouende en afbrekende steuring, ook konstruktiewe en destruktiewe interferensie genoem, uitwys?

6.5 Diffraksie deur 'n enkelspleet

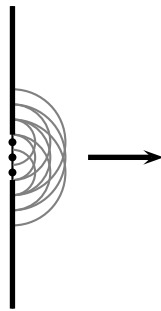
ESE4J

Golwe buig wanneer hulle hindernisse teëkom. Hoekom gebeur dit? Wanneer ons Huygens se beginsel toepas word dit meer duidelik. Dink aan 'n golffront wat teen 'n versperring met 'n spleet daarin bots; slegs die punte op die golffront wat die spleet binnegaan kan voortgaan om voorwaarts bewegende golwe uit te stuur. Omdat baie van die golffront deur die versperring gestuit is, stuur die punte op die randte van die spleet golwe uit wat rondom die randte buig. Die skets hieronder wys hoe dié benadering gebruik kan word om te verstaan wat gebeur.



Voordat die golffront die hindernis tref genereer dit nog 'n voorwaarts bewegende golffront (pas Huygens se beginsel hier toe). Wanneer die hindernis die meeste van die golffront blokkeer het, kan jy sien dat die voorwaarts bewegende golffront buig rondom die spleet, omdat die sekondêre golwe waarmee dit interaksie moes hê om 'n reguit golffront te vorm deur die hindernis blokkeer is.

Indien jy Huygens se beginsel inspan sal jy sien dat die golffronte nie meer reguit lyne is nie.



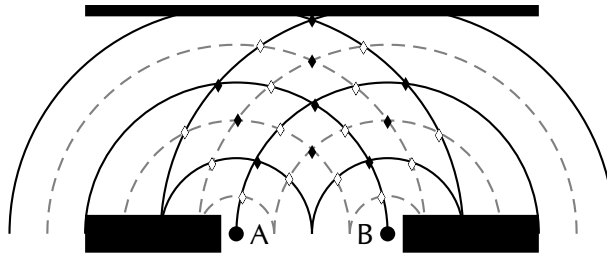
Diffraksiepatrone

ESE4K

Deur nou Huygens se beginsel verder aan te wend kan ons selfs meer leer oor wat gebeur nadat die golffront die versperring tref.

Elke punt op die golffront wat deur die spleet beweeg tree op soos 'n puntbron. Ons kan oor die gevolge hiervan dink indien ons analiseer wat gebeur wanneer twee puntbronne naby aan mekaar is en golffronte uitstuur met dieselfde golflengte en frekwensie. Hierdie twee puntbronne verteenwoordig die puntbronne op die twee rande van die spleet en ons noem hulle bron A en bron B.

Elke puntbron stuur golffronte van die rand van die spleet uit. In die diagram wys ons die opeenvolgende golffronte wat deur elke puntbron uitgestuur word. Die swart lyne wys kruine in die golwe wat deur die puntbronne uitgestuur word en die grys lyne verteenwoordig trôe. Ons merk die plekke waar konstruktiewe interferensie (kruin ontmoet 'n kruin of trog ontmoet 'n trog) plaasvind met 'n soliede diamant en plekke waar destruktiewe interferensie plaasvind (trog ontmoet 'n kruin) plaasvind met 'n hol diamant. Wanneer die golffront 'n versperring tref sal by sommige plekke op die versperring konstruktiewe interferensie plaasvind en op ander plekke weer destruktiewe interferensie gebeur.

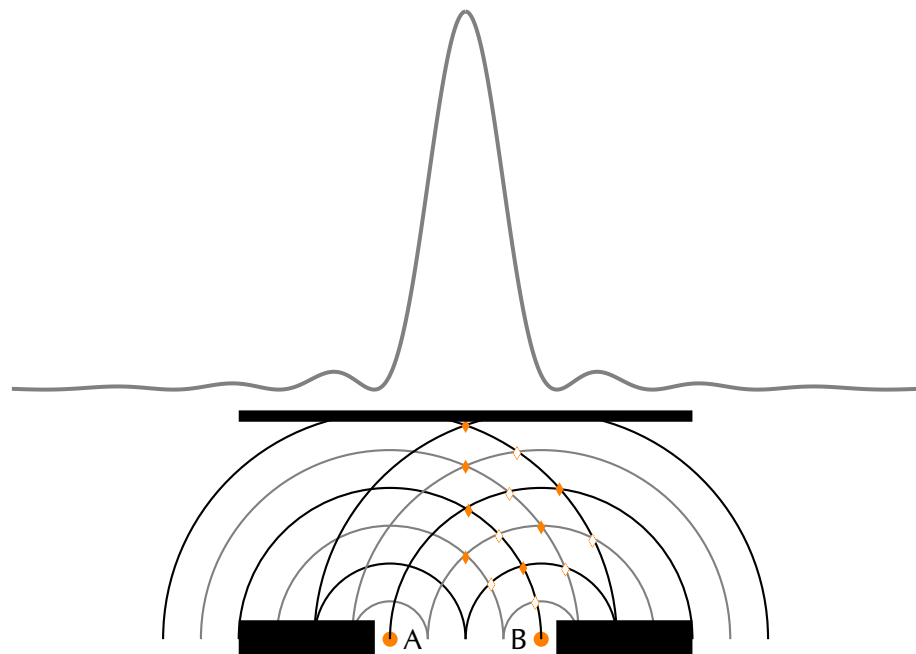


Die meetbare effek van die konstruktiewe- of destruktiewe interferensie by 'n versperring hang van die tipe golwe waarmee ons werk af. Indien ons met klankgolwe doenig is sal dit byvoorbeeld baie raserig wees by die punte langs die versperring waar konstruktiewe interferensie plaasvind en stil waar destruktiewe interferensie gebeur.

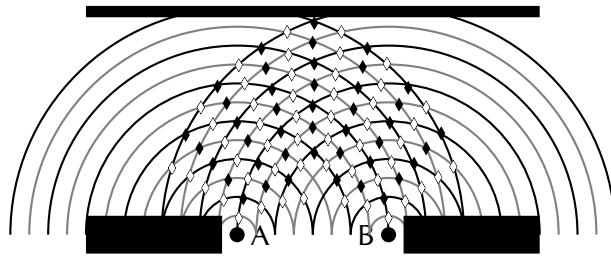
NOTA:

Die patroon van konstruktiewe en dan destruktiewe interferensie wat 'n end vanaf 'n enkele spleet gemeet word, kom voor vanweë twee eienskappe van golwe, buiging **en** steuring. Soms word hierdie patroon 'n steurpatroon (of interferensiepatroon) genoem en soms 'n diffraksiepatroon of buigpatroon. Beide benoemings is korrek en beide eienskappe word benodig vir die patroon om waarneembaar te wees. Ter wille van konsekwentheid sal ons dit 'n *diffraksiepatroon* in die res van die boek noem.

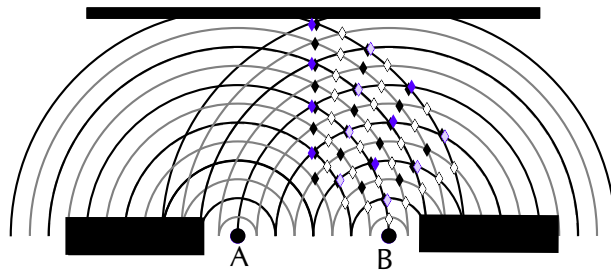
Die sterkte van die diffraksiepatroon vir 'n enkele, nou spleet lyk só:



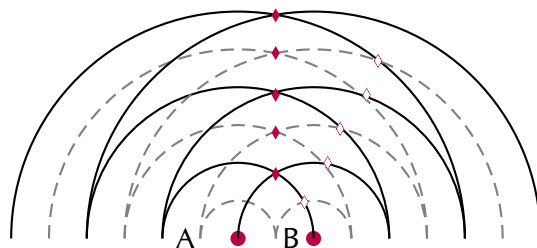
Die prent hierbo wys hoe die golffronte inmeng om die diffraksiepatroon te vorm. Die kruine stem ooreen met die plekke waar die golwe opbouend bymekaartel en die trôe is waar afbrekende steuring gebeur. Wanneer jy na die prentjie kyk sal jy sien dat, wanneer die golflengte (die afstand tussen twee opeenvolgende kruine/trôe) verskil, die patroon ook sal verskil. Byvoorbeeld, indien die golflengte halveer word, sal die skets só lyk:



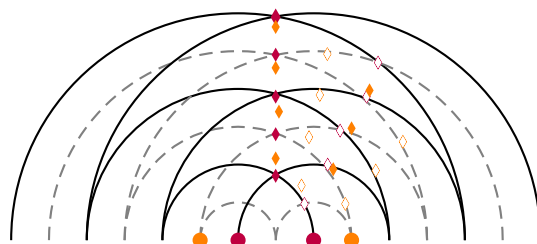
Die mate van diffraksie is afhanklik van die golflengte. Ons kan die verspreiding van die punte van konstruktiewe en destruktiewe interferensie vergelyk deur die gemerkte punte saam te teken vir die twee gevalle. Ons moet die sentrale maksimum vir die twee gevalle in lyn kry om die verskil te kan sien. In die geval waar die golflengte kleiner is, sal daar kleiner hoeke tussen die lyne van konstruktiewe en destruktiewe interferensie wees.



Dit hang ook af van die wydte van die spleet. 'n Verandering in die wydte sal die afstand tussen die punte gemerk A en B in die skets verander.



Ons kan die verspreiding van die punte van konstruktiewe en destruktiewe interferensie vergelyk deur die gemerkte punte saam te teken vir die twee gevalle. Ons moet die sentrale maksimum vir die twee gevalle in lyn kry om die verskil te kan sien. In die geval waar die golflengte kleiner is, sal daar kleiner hoeke tussen die lyne van konstruktiewe en destruktiewe interferensie wees.



Deur gebruik te maak van ons diagramme kan ons sien dat die mate van buiging deur die spleet afhang van die spleetwydte en die golflengte van die golwe. Hou nouer die spleet, hoe meer is die buiging. Hoe korter die golflengte, hoe minder buiging is daar. Die mate van diffraksie is:

$$\text{diffraksie} \propto \frac{\lambda}{w}$$

waar λ die golflengte van die golf, en w die wydte van die spleet is.

Ons kan vasstel of hierdie verhouding sin maak deur spesiale gevalle te oorweeg. Baie groot en baie klein waardes word in elk van die teller en die noemer ingestel om te sien watter gedrag ons kan verwag. Dit is nie 'n berekening nie, maar net 'n toets oor wat die uitkoms gaan wees as ons die golflengte of spleetwydte verander.

- Stel $\lambda = 1$ en w baie groot, die resultaat sal wees $\frac{1}{\text{baie groot getal}}$ wat 'n baie klein getal lewer. Vir 'n baie groot spleetwydte is daar baie min diffraksie.
- Stel $\lambda = 1$ en w baie klein, die resultaat sal $\frac{1}{\text{baie klein getal}}$ wees, wat 'n baie groot getal lewer. Daarom, vir 'n baie klein spleetwydte, is daar 'n groter mate van diffraksie (dit maak sin, omdat jy met 'n puntbron werk wat sirkelvormige golf fronte uitstuur).
- Stel λ baie groot en $w = 1$, die resultaat sal $\frac{\text{baie groot getal}}{1}$ wees, wat 'n baie groot getal lewer. Daarom, vir 'n baie groot golflengte, is daar 'n groot mate van diffraksie.
- Stel λ baie klein en $w = 1$, die resultaat sal $\frac{\text{baie klein getal}}{1}$ wees wat 'n baie klein getal lewer. Daarom is daar baie min diffraksie met 'n baie kort golflengte.

Golfgeaardheid van lig

In Graad 10 het ons geleer van elektromagnetiese straling en dat sigbare lig 'n klein gedeelte van die EM spektrum uitmaak. EM straling is 'n golf, so ons sal diffraksie van sigbare lig waarneem as dit 'n hindernis tref of deur 'n spleet beweeg. In die alledaagse lewe merk jy nie diffraksie van lig rondom voorwerpe of deur oop deure of vensters op nie. Dit is omdat die golflengte van lig baie klein is en die 'splete' soos deure en vensters redelik groot is.

Ons kan alledaagse getalle in die vergelyking:

$$\text{diffraksie} \propto \frac{\lambda}{w}$$

stel om te sien hoeveel diffraksie ons verwag. Wit lig is 'n samestelling van lig van baie verskillende kleure en elke kleur het 'n ander golflengte en frekwensie. Om dinge eenvoudiger te maak, laat ons net aan een kleur dink: groen lig het byvoorbeeld 'n golflengte van 532×10^{-9} m. As 'n golf front van groen lig 'n huis se muur met 'n oop deur tref wat 1 m wyd is, wat verwag ons om te sien?

$$\begin{aligned} \text{diffraksie} &\propto \frac{\lambda}{w} \\ &\propto \frac{532 \times 10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ m}} \\ &\propto 532 \times 10^{-9} \end{aligned}$$



Figuur 6.3: 'n Diffraksierooster wat groen lig weerkaats

Die uitkoms is 'n baie klein getal daarom verwag ons 'n baie klein mate van diffraksie. Die effek is in der waarheid so klein dat die menslike oog dit nie kan waarneem nie. Ons kan diffraksie van groen lig waarneem, maar vir ons om diffraksie $\propto 1$ te kry, moet die golflengte en die spleetwydte dieselfde getal hê. Ons weet dus dat diffraksie waarneembaar is wanneer die golflengte en die spleetwydte dieselfde is. Ons kan nie die golflengte van groen lig verander nie, maar ons kry 'n voorwerp naamlik 'n diffraksierooster wat baie smal splete het wat ons kan gebruik om diffraksie van lig mee te bestudeer. Ons laat golffronte van groen lig 'n diffraksierooster tref en plaas 'n skerm aan die ander kant. Ons kan waarneem waar die intensiteit van die lig op die skerm hoog is en waar dit laag is. Vir groen lig deur 'n spesifieke diffraksierooster lyk die patroon van die groen lig op die skerm as volg:



Blou lig met 'n golflengte van 450×10^{-9} m en dieselfde diffraksierooster sal die volgende resultaat lewer:



Uitgewerkte voorbeeld 2: Diffraksie

VRAAG

Twee diffraksiepatrone word hieronder gegee. Bepaal watter een die langer golflengte het deur na die kenmerke van die diffraksiepatrone te kyk. Die eerste patroon is vir groen lig.



Die tweede patroon is vir rooi lig:



Dieselfde diffraksierooster word gebruik om beide diffraksiepatrone voort te bring.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat nodig word

Ons moet die diffraksiepatrone vergelyk om inligting te kry oor die golflengtes ten einde te besluit watter een langer is. Ons weet dat die diffraksie patroon afhanklik is van die golflengte en die spleetwydte deur:

$$\text{diffraksie} \propto \frac{\lambda}{w}$$

Die diffraksierooster is dieselfde in beide gevalle daarom weet ons dat die spleetwydte konstant is.

Stap 2: Ontleed patrone

Ons sien onmiddelik dat die rooi patroon wyer is as die groen patroon. Daar is dus meer diffraksie vir die rooi lig, dit beteken dat:

$$\text{diffraksie}_{\text{rooi}} > \text{diffraksie}_{\text{groen}}$$

$$\frac{\lambda_{\text{rooi}}}{w} > \frac{\lambda_{\text{groen}}}{w}$$

$$\lambda_{\text{rooi}} > \lambda_{\text{groen}}$$

Stap 3: Finale antwoord

Die golflengte van die rooi lig is langer as die van die groen lig.

Oefening 6 – 1:

1. Hoe sal die enkelspleet diffraksie patroon wat verkry word verander as die wydte van die spleet wat die patroon lewer verminder word?
2. 'n Breekwater by die ingang van 'n hawe bestaan uit 'n rots hindernis wat 'n 50 m wye opening het. Watergolwe met golflengte 20 m nader die opening reg van voor af. Lig met 'n golflengte van 500×10^{-9} m tref 'n enkelspleet met 'n wydte van 30×10^{-9} m. Watter golwe word die meeste gebuig?
3. Vir die diffraksie patroon hieronder, skets die veranderinge wat jy verwag om waar te neem indien:



- a) die golflengte langer word
- b) die golflengte korter word
- c) die spleetwydte vermeerder word
- d) die spleetwydte verminder word
- e) die frekwensie van die golf afneem
- f) die frekwensie van die golf toeneem

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2756 2. 2757 3a. 2758 3b. 2759 3c. 275B 3d. 275C
3e. 275D 3f. 275F



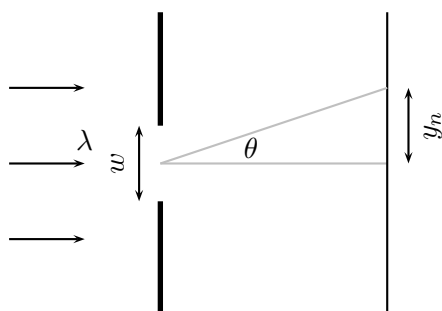
www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Hierdie afdeling is vir verryking, **gaan na die opsomming aan die einde van die hoofstuk as jy CAPS volg.**

Daar is 'n formule waarmee ons kan vasstel wat die piek en minima in die interferensiespektrum is. Daar sal meer as een minimum wees. Daar is dieselfde hoeveelheid minima aan beide kante na die piek toe. Die afstand vanaf die piek na die tweede minimum aan beide kante is ook dieselfde en is in werklikheid spieëlbeelde van mekaar. Ons merk die eerste minimum wat ooreenstem met 'n positiewe hoek van die middel af as $m = 1$ en die eerste een aan die ander kant ('n negatiewe hoek vanaf die middel) as $m = -1$; die tweede stel minima word gemerk as $m = 2$ en $m = -2$ ensovoorts.



Die vergelyking vir die hoek waarteen die minima voorkom word in die definisie hieronder gegee:

DEFINISIE: *Interferensie minima*

Die hoek waarteen die minima in die interferensie patroon voorkom is:

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{w}$$

waar

θ is die hoek met die minimum

w is die spleetwydte

λ is die golflengte van die invallende golffronte

m is die minimum orde, $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

Uitgewerkte voorbeeld 3: Diffraksie minima

VRAAG

'n Spleet met 'n wydte van 2511 nm het rooi lig met 'n golflengte van 650 nm wat op dit inval. Die gediffrakteerde lig word op 'n skerm geprojekteer. By watter hoek sal die eerste minimum wees?

OPLOSSING

Stap 1: Kyk wat gegee is

Ons weet dat ons te doen het met diffraksiepatrone wat deur die diffraksie van lig wat deur 'n spleet beweeg veroorsaak word. Die spleet het 'n opening van 2511 nm wat

$2511 \times 10^{-9} \text{ m}$ is en ons weet dat die golflengte van die lig 650 nm is, dit stem ooreen met $650 \times 10^{-9} \text{ m}$. Ons wil die hoek tot die eerste minima bereken, so ons weet dat: $m = 1$.

Stap 2: Toepaslike beginsels

Ons weet dat daar 'n verwantskap tussen die spleetwydte, golflengte en hoekgrootte tussen die sentrale piek en die minima van die interferensiepatroon is: $\sin \theta = \frac{m\lambda}{w}$

Ons kan hierdie verwantskap gebruik om die hoekgrootte tot die minimum te vind deur die inligting wat gegee is daarin in te stel en vir die hoekgrootte op te los.

Stap 3: Stel in

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{650 \times 10^{-9} \text{ m}}{2511 \times 10^{-9} \text{ m}} \\ \sin \theta &= \frac{650}{2511} \\ \sin \theta &= 0,258861012 \\ \theta &= \sin^{-1} 0,258861012 \\ \theta &= 15^\circ\end{aligned}$$

Die eerste minimum is 15° vanaf die sentrale maksimum.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Diffraksie minima

VRAAG

'n Spleet met 'n wydte van 2511 nm het groen lig met 'n golflengte van 532 nm wat daarop skyn. Die lig wat gediffrakteer is, word op 'n skerm geprojekteer. Wat is die hoekgrootte van die eerste minimum?

OPLOSSING

Stap 1: Kyk wat gegee is

Ons weet dat ons te doen het met diffraksiepatrone wanneer lig deur 'n spleet beweeg en gediffrakteer word. Die spleet se wydte is 2511 nm , wat $2511 \times 10^{-9} \text{ m}$ is, en ons weet die golflengte van die lig is 532 nm , wat met $532 \times 10^{-9} \text{ m}$ is. Ons wil die hoek van die eerste minimum bepaal, so ons weet dat $m = 1$.

Stap 2: Toepaslike beginsels

Ons weet dat daar 'n verwantskap tussen die spleetwydte, golflengte en hoekgrootte tussen die sentrale piek en die minima van die interferensiepatroon is: $\sin \theta = \frac{m\lambda}{w}$

Ons kan hierdie verwantskap gebruik om die hoekgrootte tot die minimum te vind,

deur die inligting wat gegee is daarin in te stel en vir die hoekgrootte op te los.

Stap 3: Stel in

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{532 \times 10^{-9} \text{ m}}{2511 \times 10^{-9} \text{ m}} \\ \sin \theta &= \frac{532}{2511} \\ \sin \theta &= 0,211867782 \\ \theta &= \sin^{-1} 0,211867782 \\ \theta &= 12,2^\circ\end{aligned}$$

Die eerste minimum is by $12,2^\circ$ vanaf die sentrale piek.

Jy kan uit die formule $\sin \theta = \frac{m\lambda}{w}$ aflei dat 'n kleiner hoek tussen die sentrale piek en die minimum verkry word in die interferensiepatroon, indien die golflengte kleiner is en die spleetwydte dieselfde bly. Dit is iets wat jy vanuit die twee uitgewerkte voorbeelde kon aflei. Gaan terug en kyk of die antwoorde sin maak. Vra jouself af watter lig die langer golflengte het, watter lig die groter hoek gee, en wat jy sal verwag as 'n langer golflengte in die formule ingestel word?

Uitgewerkte voorbeeld 5: Diffraksie minima

VRAAG

Lig met 'n golflengte van 532 nm val in op 'n spleet met onbekende wydte. Die lig wat gediffrakteer is, word op 'n skerm geprojekteer en die eerste minimum word by 'n hoek van $20,77^\circ$ gemeet.

OPLOSSING

Stap 1: Kyk wat gegee is

Ons weet dat ons te doen het met diffraksiepatrone wanneer lig deur 'n spleet beweeg en gediffrakteer word. Ons weet dat die golflengte van die lig 532 nm is, wat met $532 \times 10^{-9} \text{ m}$ ooreenstem. Ons het die hoek van die eerste minimum, so ons weet dat $m = 1$ en $\theta = 20,77^\circ$.

Stap 2: Toepaslike beginsels

Ons weet dat daar 'n verwantskap tussen die spleetwydte, golflengte en hoekgrootte tussen die sentrale piek en die minima van die interferensiepatroon is: $\sin \theta = \frac{m\lambda}{w}$

Ons kan hierdie verwantskap gebruik om die spleetwydte te kry. Die inligting wat gegee is word ingestel en die vergelyking word opgelos.

Stap 3: Stel in

$$\sin \theta = \frac{532 \times 10^{-9} \text{ m}}{w}$$

$$\sin 20,77^\circ = \frac{532 \times 10^{-9}}{w}$$

$$w = \frac{532 \times 10^{-9}}{0,3546666667}$$

$$w = 1500 \times 10^{-9}$$

$$w = 1500 \text{ nm}$$

Die spleetwydte is 1500 nm.

► Sien simulatie: [275G](#) op www.everythingscience.co.za

6.6 Opsomming

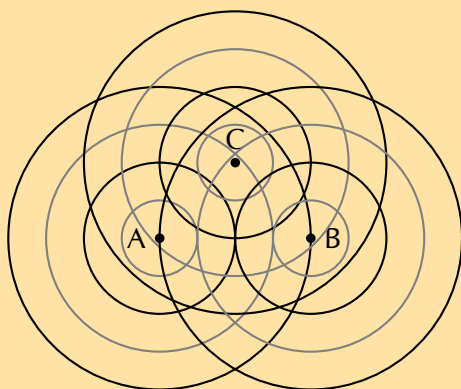
ESE4Q

► Sien aanbieding: [275H](#) op www.everythingscience.co.za

- 'n Golffront is 'n denkbeeldige lyn wat golwe wat in fase verbind is.
- Huygens se beginsel lui dat elke punt op 'n golffront dien as 'n bron van sirkelvormige, sekondêre golwe. Na 'n tyd t , is die nuwe posisie van die golffront dié van 'n raaklyn wat aan die sekondêre golwe getrek word.
- Diffraksie is die vermoë van 'n golf om uit te spreid in golffronte soos die golf deur 'n klein opening of om 'n skerpe hoek voortplant.
- Wanneer 'n golf deur 'n spleet beweeg ondergaan dit diffraksie. Diffraksie is wanneer die golf of golffront uitsprei of 'buig' rondom die kante van 'n voorwerp.
- Die mate van diffraksie hang af van die spleetwydte en die golflengte van die golf met: diffraksie $\propto \frac{\lambda}{w}$ waar λ die golflengte van die golf is en w die spleetwydte.

Oefening 6 – 2:

1. In die diagram hieronder word die kruine van die golffronte met swart lyne en die trôe met grys lyne aangedui. Merk al die punte waar konstruktiewe interferensie tussen twee golwe plaasvind en waar destruktiewe interferensie plaasvind. Sê of die interferensie 'n piek of 'n trog lewer.



2. Vir 'n spleetwydte van 1300 nm, orden die volgende EM golwe van die meeste tot die minste gediffrakteer.
 - a) groen by: 510 nm
 - b) blou by: 475 nm
 - c) rooi by 650 nm
 - d) geel by: 570 nm
3. Vir lig met 'n golflengte van 540 nm, bepaal watter van die volgende spleetwydtes die minimum en die maksimum hoeveelheid diffraksie sal lewer.
 - a) 323×10^{-9} m
 - b) 12,47 nm
 - c) 21,1 pm
4. Vir lig met 'n golflengte van 635 nm, bepaal wat die spleetwydte moet wees sodat die diffraksie minder as die hoek van diffraksie vir elkeen van die gevalle is:
 - a) Water golwe by die ingang na 'n hawe met 'n rots versperring wat 'n 3 m wye opening het. Die golwe het 'n golflengte van 16 m en nader die opening reguit.
 - b) Lig met 'n golflengte van 786×10^{-9} m tref 'n enkelspleet met wydte 30×10^{-7} m.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 275J 2. 275K 3. 275M 4. 275N



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za



Ideale gasse

7.1	<i>Beweging van deeltjies</i>	256
7.2	<i>Ideale gaswette</i>	259
7.3	<i>Opsomming</i>	288

Ons word omring deur gasse in ons atmosfeer wat lewe beskerm en onderhou. Ons asem daaglik suurstof in en koolstofdioksied uit. Groen plante neem koolstofdioksied op en stel suurstof vry. Op een of ander manier is ons omring deur 'n mengsel van verskillende gasse, sommige wat ons nodig het en ander wat skadelik is vir ons. In hierdie hoofstuk gaan ons meer leer oor gasse en oor die verskillende gaswette.



Sleutel Wiskunde Konsepte

- Verhoudings — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskaplike vaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Grafieke — Wiskunde, Graad 10, Funksies en grafieke
- Eenhede en eenheidsomskakeling — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede

7.1 Beweging van deeltjies

ESE4R

Die kinetiese gasteorie

ESE4S

In Graad 10 het jy geleer van die kinetiese deeltjieteorie. Die deeltjieteorie stel dit dat alle materie uit deeltjies bestaan wat 'n sekere hoeveelheid kinetiese energie besit wat dit toelaat om teen verskillende snelhede te beweeg afhangende van die temperatuur (energie) van die deeltjies. Daar is ruimtes tussen die deeltjies sowel as aantrekkingskragte tussen deeltjies wanneer hulle naby aan mekaar kom.

Ons gaan nou kyk na die toepassing van dieselfde idees op gasse.

Die hoof aannames vir die kinetiese gasteorie is die volgende:

- Gasse bestaan uit **deeltjies** (bv. atome en molekule). Die deeltjies is baie klein in vergelyking met die afstand tussen die deeltjies.
- Hierdie deeltjies is gedurig in beweging omdat hulle kinetiese energie besit. Die deeltjies beweeg in reguit lyne teen verskillende snelhede.
- Daar is **aantrekkende kragte** tussen deeltjies. Hierdie kragte is baie swak in gasse.
- Die botsings tussen die deeltjies en die wande van die houer verander nie die kinetiese energie in die sisteem nie.
- Die **temperatuur** van 'n gas is 'n aanduiding van die **gemiddelde kinetiese energie** van die deeltjies.

Ons kan die druk en temperatuur van enige gas definieer vanuit hierdie aannames.

DEFINISIE: *Druk*

Die **druk** van 'n gas is die aanduiding van die aantal botsings van die gasdeeltjies met mekaar en die wande van die houer waarin hulle is.

📺 Sien video: 275P op www.everythingscience.co.za

DEFINISIE: *Temperatuur*

Die **temperatuur** van 'n stof is die aanduiding van die **gemiddelde kinetiese energie** van die deeltjies.

Indien die gas verhit word (die temperatuur verhoog), sal die gemiddelde kinetiese energie van die gasdeeltjies ook toeneem en wanneer die temperatuur verlaag word, sal die gemiddelde kinetiese energie ook afneem. Indien die energie van die deeltjies noemenswaardig afneem, vervloei die gas (word 'n vloeistof).

Een van die aannames in die kinetiese gasteorie is dat alle deeltjies teen verskillende snelhede beweeg. Hierdie aanname is egter slegs waar vir 'n **werklike** gas. In die geval van 'n ideale gas aanvaar ons dat al die deeltjies in die gas **dieselfde** snelheid het.

In die geval van 'n ideale gas kan ons eenvoudig praat van die snelheid van die deeltjies maar in die geval van 'n werklike gas moet ons praat van die gemiddelde snelheid van die deeltjies.

📺 Sien video: 275Q op www.everythingscience.co.za

Gedrag van ideale en nie-ideale gasse

ESE4T

In die volgende afdeling gaan ons konsentreer op gaswette vir ideale gasse.

DEFINISIE: *Ideale gas*

'n Ideale gas het identiese deeltjies met 'n nul volume, sonder enige intermolekulêre kragte tussen die deeltjies. Die atome of molekule in 'n ideale gas beweeg teen dieselfde snelhede.

Byna alle gasse gehoorsaam die gaswette binne 'n beperke druk en temperatuurgebied. Ons kan die gaswette dus gebruik om die gedrag van werklike gasse te voorspel.

DEFINISIE: *Werklike gas*

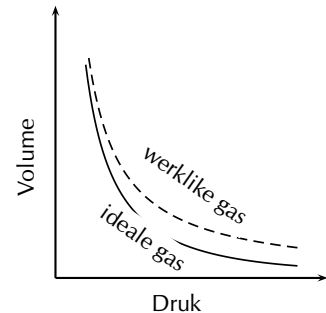
Waarof werklike gasse gedra hulself baie dieselfde as ideale gasse behalwe by hoë drukke en lae temperature.

Voor ons verder gaan om die gaswette te bekijk moet ons eers sien wat gebeur met gasse by hoë drukke en lae temperature.

Wanneer ons 'n ideale gas definieer, sê ons dat 'n ideale gas bestaan uit identiese deeltjies sonder volume en waar daar geen intermolekulêre kragte tussen die deeltjies bestaan nie. Ons moet hierdie stellings van nader bestudeer, aangesien hulle die gedrag van gasse by hoë druk en lae temperatuur sal bepaal.

1. Molekule beslaan volume

Wanneer die druk baie hoog is en die molekule saamgepers word, sal die volume van die molekule saak maak. Dit beteken dat die totale volume beskikbaar vir die gasmolekule om rond te beweeg minder word en die frekwensie van die botsings toeneem. Dit veroorsaak dat die druk van die gas verhoog anders as verwag sou word van 'n ideale gas (Figure 7.1).

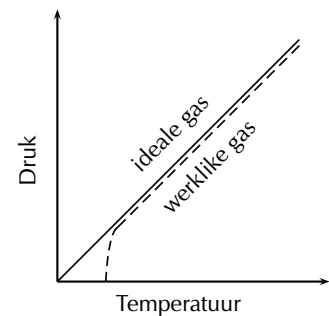


Figuur 7.1:

Gasse wyk af van die gedrag van ideale gasse by hoë druk.

2. Aantrekkingskragte bestaan tussen molekule

By lae temperature, waar die snelheid van die deeltjie afneem en die deeltjies nader aan mekaar beweeg, word die intermolekulêre kragte duideliker. Soos die aantrekkingskrag tussen die deeltjies toeneem, verminder die beweging van die deeltjies en vind daar minder botsings tussen die deeltjies plaas. Die druk van die gas by lae temperature is daarom ook laer as wat ons sou verwag van 'n ideale gas (Figuur 7.2). Indien die temperatuur laag genoeg is of die druk hoog genoeg is, sal 'n ware gas **vervloeï**.



Figuur 7.2:

Gasse wyk af van die gedrag van ideale gasse by lae temperatuur.

Oefening 7 – 1:

1. Som die verskille tussen ware en ideale gasse op in die volgende tabel.

Eienskap	Ideale gas	Werklike gas
Deeltjiegrootte		
Aantrekkingskragte		
Snelheid van molekule		

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 275R



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Daar is verskeie wette wat die gedrag van ideale gasse verklaar. Die eerste drie waarna ons gaan kyk word onder baie streng voorwaardes toegepas. Hierdie wette word dan saamgestel om die algemene gasvergelyking en die ideale gasvergelyking te vorm.

Voor ons na die wette begin kyk moet ons eers na 'n paar algemene omskakelings vir eenhede kyk.

Die volgende tabel gee die SI eenhede. Hierdie tabel toon ook aan hoe om tussen die algemene eenhede om te skakel. Moenie bekommerd wees as sommige van die eenhede onbekend lyk nie. Ons sal teen die einde van die hoofstuk geleentheid gehad het om al die eenhede in aksie te sien.

Veranderlike	SI Eenhede	Ander eenhede
Druk (p)	Pascal (Pa)	760 mm Hg = 1 atm = 101 325 Pa = 101,325 kPa
Volume (V)	m ³	1 m ³ = 1 000 000 cm ³ = 1000 dm ³ = 1000 L
Mol (n)	mol	
Universele gaskonstante (R)	J·K ⁻¹ ·mol ⁻¹	
Temperatuur (K)	Kelvin (K)	K = °C + 273

Tabel 7.1: Omskakelingstabel wat die SI meeteenhede en algemene omskakelings aantoon.

Twee baie bruikbare volumeverhoudings om te onthou is $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ en $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$.

Boyle se wet: Druk en volume van 'n ingeslote gas

ESE4W

As jy al ooit probeer het om die suier van 'n spuit of fietspomp in te druk terwyl jou vinger die opening toehou, sou jy Boyle se wet in aksie gesien het. Die volgende eksperiment sal jou toelaat om die wet in aksie te sien.

DEFINISIE: Boyle se wet

Die druk van 'n vaste hoeveelheid gas is omgekeerd eweredig aan die volume so lank as wat die temperatuur konstant bly.

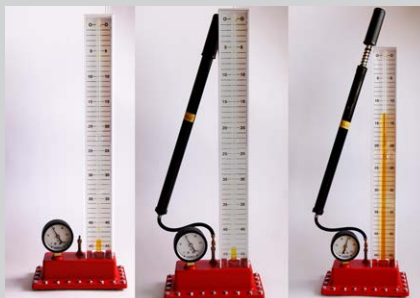
Informele eksperiment: Boyle se wet

Doel:

Om Boyle se wet te bevestig.

Apparaat:

Boyle se wet apparaat ('n spuit of fietspomp verbind aan 'n drukmeter)



Metode:

1. Gebruik die pomp om die spuit (of glasbuis) te vul totdat die drukmeter 'n maksimum waarde toon. Neem waar wat die druk en volume lesings is.
2. Laat stadig van die lug vry totdat die druk met ongeveer 20 eenhede gedaal het. (die eenhede sal afhang van dit wat die drukmeter meet bv. kPa).
3. Laat die stelsel stabiliseer vir ongeveer 2 minute en lees dan die volume af.
4. Herhaal die twee stappe tot jy ses pare druk-volume lesings het.

Uitslae:

Skryf jou resultate in die volgende tabel. Onthou dat die druk- en volume-eenhede deur die apparaat wat gebruik word bepaal word.

Druk	Volume

Wat gebeur met die volume soos die druk afneem?

Stip jou lesings op 'n grafiek van druk as funksie van volume (in ander woorde stip die druk op die x-as en die volume op die y-as). Druk is die onafhanklike veranderlike wat ons verander om te sien wat met die volume gebeur.

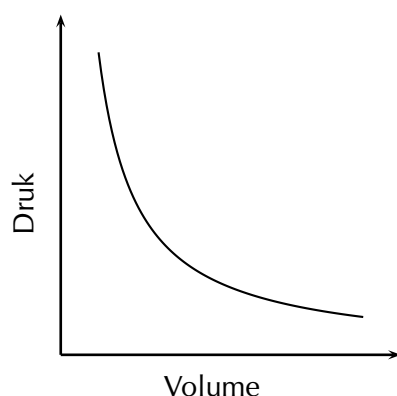
Stip jou resultate op 'n grafiek van druk as funksie van die inverse van volume (in ander woorde $\frac{1}{V}$). Bereken die waarde van 1 gedeel deur die volume lesing uit vir elke volume lesing).

Wat bemerk jy by elke grafiek?

Gevolgtrekking:

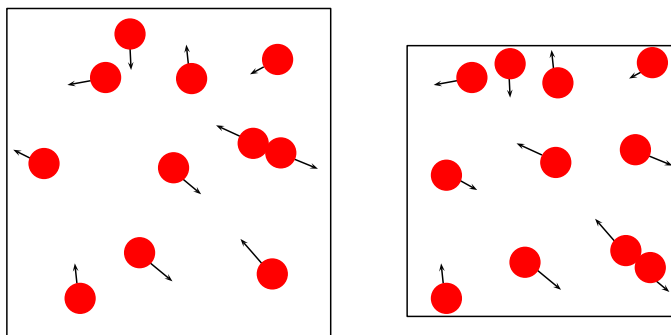
Indien die volume van die gas afneem, sal die druk van die gas toeneem. Indien die volume van die gas toeneem sal die druk van die gas afneem. Die resultaat ondersteun die wet van Boyle.

In die bostaande eksperiment het die volume van die gas verminder toe die druk verhoog is en het die volume van die gas toegeneem toe die druk verminder is. Dit staan bekend as 'n **omgekeerde verwantskap** (meer-minder verwantskap). Die omgekeerde verwantskap tussen druk en volume word getoon in Figuur 7.3.

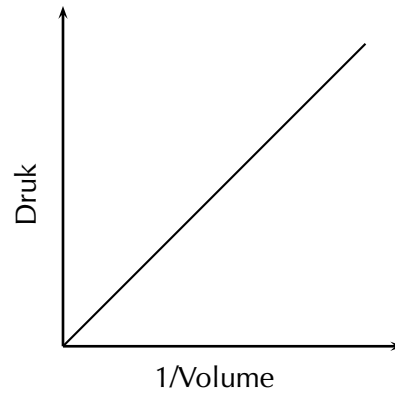


Figuur 7.3: Grafiek wat die omgekeerde verwantskap tussen druk en volume aantoon.

Kan jy die kinetiese gasteorie gebruik om die verwantskap tussen die druk en die volume van 'n ingeslote gas te verduidelik? Kom ons dink daaraan. Indien jy die volume van 'n gas verminder, beteken dit dat dieselfde hoeveelheid deeltjies in 'n kleiner volume voorkom en sal die gasdeeltjies meer gereeld met mekaar en die wande van die houer in aanraking kom. Ons sê egter dat **druk** 'n aanduiding is van die *aantal botsings* van die gasdeeltjies met mekaar en die wande van die houer waarin dit is. Daarom volg dit dat, indien die volume afneem, die aantal botsings toeneem en die druk daardeur sal verhoog. Die omgekeerde is ook waar dat indien die volume van die gas vermeerder word daar minder gereelde botsings sal voorkom en die druk gevolglik sal afneem.



Robert Boyle is die wetenskaplike aan wie die ontdekking dat die druk en volume van 'n gasmonster **omgekeerd eweredig** is, toegedig word. Dit kan gesien word wanneer 'n grafiek van die druk teenoor die inverse van die volume getrek word. Die grafiek lewer 'n reguitlyn wanneer die waardes gestip word. Die verwantskap word in Figuur 7.4 getoon.



Figuur 7.4: Die grafiek van druk teenoor die inverse van die volume lewer 'n reguitlyn. Dit toon aan dat die druk en die volume omgekeerd eweredig is aan mekaar.

Ons het sopas gesien dat die druk van 'n gas *omgekeerd eweredig* is aan die volume van die gas mits die temperatuur konstant bly. Ons kan die verwantskap simbolies skryf as

$$p \propto \frac{1}{V}$$

waar $\propto$ eweredig beteken en ons $\frac{1}{V}$ skryf om die omgekeerde eweredigheid aan te toon.

Hierdie vergelyking kan ook soos volg geskryf word:

$$p = \frac{k}{V}$$

waar k 'n eweredigheidskonstante (die konstante waarde van die verhouding van twee eweredige hoeveelhede x en y) is. Indien ons die vergelyking herrangskik kan ons sê dat:

$$pV = k$$

Die vergelyking beteken dat die produk van die druk en die volume van 'n vaste hoeveelheid gas altyd dieselfde waarde (k) sal gee by konstante temperatuur. As voorbeeld,

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= k \\ p_2 V_2 &= k \end{aligned}$$

waar die onderskrifte 1 en 2 verwys na twee pare druk en volume lesings vir dieselfde gas by dieselfde temperatuur.

Hieruit kan ons sê dat:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Ons kan ook veralgemeen en sê dat

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= p_2 V_2 \\ &= p_3 V_3 \\ &= p_n V_n \end{aligned}$$

Ons kan in ander woorde enige twee pare lesings gebruik en dit hoef nie die eerste en die tweede lesing te wees nie, maar dit kan die eerste en derde of die tweede en die vyfde lesing wees.

Wanneer jy die waarde van k bepaal vir enige paar druklesings uit die bostaande eksperiment en daarna die k vir enige ander paar druklesings bepaal sal jy vind dat die antwoord dieselfde is.

As jy byvoorbeeld

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$p_2 = 2 \text{ atm}$$

$$V_1 = 4 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 2 \text{ cm}^3$$

het en die eerste druk en volume lesing gebruik gee dit

$$k = p_1 V_1$$

$$k = (1 \text{ atm})(4 \text{ cm}^3) \\ = 4 \text{ atm} \cdot \text{cm}^3$$

terwyl die gebruik van die tweede volume en druk lesing gee:

$$k = p_2 V_2$$

$$= (2 \text{ atm})(2 \text{ cm}^3) \\ = 4 \text{ atm} \cdot \text{cm}^3$$

Onthou dat die wet van Boyle twee toestande benodig. Die eerste is dat die **aantal** van die gas konstant moet bly. Indien jy lug vrylaat uit die houer waarin dit toegemaak is, sal die druk afneem saam met die volume en die omgekeerde eweredigheid sal nie meer bestaan nie. Tweedens moet die **temperatuur** konstant bly. Afkoeling of verhitting van materie laat dit gewoonlik uitsit of inkrimp of laat die druk toeneem of afneem. In die eksperiment sal die gas uitsit wanneer ons dit verhit en meer krag benodig word om die suier in posisie te hou. Weereens sal die verhouding wat bestaan nie meer geld nie.

🔗 Sien simulatie: [275S op www.everythingscience.co.za](http://275S.op.www.everythingscience.co.za)

Voor ons na 'n paar berekeninge met die wet van Boyle kyk, moet ons onself eers bekend maak met verskillende eenhede vir druk en volume. Die volume eenhede behoort reeds aan jou bekend te wees vanuit die vorige grade en sal normaalweg die volgende wees: cm^3 , dm^3 , m^3 of L. Die SI-eenheid vir volume is m^3 .

Druk word gemeet in verskillende eenhede. Ons kan druk meet in milimeter kwik (mm Hg), pascal (Pa) of atmosfeer (atm). Die SI-eenheid vir druk is Pa. Gebruik tabel 7.1 vir die omskakeling tussen eenhede.

FEIT

Het jy geweet dat die meganismes betrokke in asemhaal ook met die wet van Boyle te doen het? Net onder die longe is daar 'n spier wat bekend staan as die **diafragma**. Wanneer iemand inasem, beweeg die diafragma afwaarts en word dit platter sodat die volume van die longe kan toeneem. Wanneer die long se volume *toeneem*, sal die druk in die longe *afneem* (die wet van Boyle). Aangesien lug altyd van 'n hoë druk na 'n lae druk beweeg, sal lug nou van buite af in die long ingeforseer word omdat die lugdruk *buite* die liggaam hoër is as die lugdruk *in* die longe. Die omgekeerde vind plaas wanneer iemand uitasem. Die diafragma beweeg dan opwaarts en veroorsaak dat die longvolume *afneem*. Die druk in die longe sal *toeneem*, en die lug wat binne-in die longe is sal uitgeforseer word na die laer druk buite die liggaam.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Boyle se wet

VRAAG

'n Monster helium beslaan 'n volume van 160 cm^3 by 100 kPa en 25°C . Watter volume sal dit beslaan indien die druk verander word na 80 kPa terwyl die temperatuur onveranderd gelaat word?

WENK

Dit is nie in die voorbeeld nodig om na SI-eenhede om te skakel nie. Die omskakeling van druk en volume na ander eenhede behels *vermenigvuldiging*.

Indien jy die eenhede in die vergelyking sou verander sal dit aan beide kante van die vergelyking plaasvind, en sal die vermenigvuldiging weerskante mekaar uitkanselleer. Aangesien dit nie nodig is om SI te gebruik nie, moet ons egter seker maak dat ons *dieselfde* eenhede deur die hele vergelyking gebruik. Dit geld nie vir al die vergelykings wat ons later nog sal hanteer en waar SI-eenhede *moet* gebruik moet word nie.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$p_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$p_2 = 80 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 160 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = ?$$

Stap 2: Gebruik 'n geskikte gaswet om die onbekende veranderlike te bereken

Omdat die temperatuur van die gas konstant bly, kan die volgende vergelyking gebruik word.

$$p_2 V_2 = p_1 V_1$$

Stap 3: Vervang die bekende waardes in die vergelyking (maak seker dat die eenheid vir elke veranderlike *dieselfde* is) en bereken die onbekende waarde.

$$(80)V_2 = (100)(160)$$

$$(80)V_2 = 16\,000$$

$$V_2 = 200 \text{ cm}^3$$

Die volume wat die gas beslaan by 'n druk van 80 kPa is 200 cm^3 .

Stap 4: Kontroleer jou antwoord

Boyle se wet stel dit dat die druk omgekeerd eweredig is aan die volume. Aangesien die volume afgeneem het moet die druk toeneem. Ons antwoord vir die volume is groter as die oorspronklike volume en daarom is ons antwoord moontlik.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Boyle se wet

VRAAG

Die volume van 'n gasmonster neem toe vanaf 2,5 L tot 2,8 L terwyl die temperatuur konstant gehou word. Wat is die finale druk van die gas onder hierdie toestande indien die aanvanklike druk van die gas 695 Pa was?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$V_1 = 2,5 \text{ L}$$

$$V_2 = 2,8 \text{ L}$$

$$p_1 = 695 \text{ Pa}$$

$$p_2 = ?$$

Stap 2: Kies 'n toepaslike gaswet om die onbekende veranderlike te bereken.

Die gasmonster is by 'n konstante temperatuur en daarom kan ons Boyle se wet gebruik:

$$p_2 V_2 = p_1 V_1$$

Stap 3: Vervang die bekende waardes in die vergelyking (maak seker dat die eenheid vir elke veranderlike *dieselfde* is) en bereken die onbekende waarde.

$$(2,8)p_2 = (695)(2,5)$$

$$(2,8)p_2 = 1737,5$$

$$p_2 = 620,5 \text{ kPa}$$

Die druk van die gas by 'n volume van 2,8 L is 620,5 kPa

Stap 4: Kontroleer jou antwoord

Boyle se wet stel dit dat die druk omgekeerd eweredig is aan die volume. Aangesien die volume toeneem het moet die druk afneem. Ons waarde vir die druk is laer as die oorspronklike druk en daarom kan ons antwoord moontlik wees.

Oefening 7 – 2: Boyle se wet

1. 'n Onbekende gas het 'n aanvanklike druk van 150 kPa en 'n volume van 1 L terwyl die temperatuur konstant gehou word. Die volume neem toe tot 1,5 L. Bereken die druk by hierdie volume.
2. 'n Fietspomp bevat 250 cm³ lug by 'n druk van 90 kPa. Indien die lug saamgepers word verlaag die volume tot 200 cm³. Wat is die druk van die lug in die pomp by die nuwe volume?

3. Die lug binne 'n spuit beslaan 'n volume van 10 cm^3 en oefen 'n druk van 100 kPa uit. Indien die punt van die spuit geseël word en die suier ingedruk word, neem die druk toe tot 120 kPa . Wat is die volume van die ingeslote gas in die spuit nou?
4. Gedurende 'n ondersoek om die verband tussen die druk en volume van 'n ingeslote gas by konstante temperatuur te vind, is die volgende resulate verkry:

Volume (dm^3)	12	16	20	24	28	32	36	40
Druk (kPa)	400	300	240	200	171	150	133	120

- a) Teken 'n grafiek van druk (p) teenoor volume (V). Volume word op die x-as en druk op die y-as geplaas. Verduidelik die verwantskap wat jy sien.
- b) Teken 'n grafiek van p teenoor $\frac{1}{V}$. Beskryf die verwantskap wat jy in die grafiek sien.
- c) Ondersteun jou bevindinge die wet van Boyle? Verduidelik jou antwoord.
5. Masoabi en Justine eksperimenteer met Boyle se wet. Beide gebruik dieselfde hoeveelheid gas. Die data wat hulle gebruik is in die onderstaande tabel:

	Masoabi		Justine	
	Aanvanklik	Finaal	Aanvanklik	Finaal
Temperatuur (K)	325	350	325	325
Volume (dm^3)	1	3	1	3
Druk (Pa)	650	233	650	217

Masoabi en Justine stry oor wie reg is.

- a) Bereken die finale druk wat verwag sal word deur die aanvanklike druk en volume asook die finale volume te gebruik.
- b) Wie het Boyle se wet reg gevolg en waarom?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 275T 2. 275V 3. 275W 4. 275X 5. 275Y



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Charles se wet: Volume en temperatuur van 'n ingeslote gas

ESE4X

Die wet van Charles beskryf die verband tussen die **volume** en die **temperatuur** van 'n gas. Die wet is die eerste keer deur Joseph Louis Gay-Lussac in 1802, gepubliseer. Hy het egter ongepubliseerde navorsing van Jacques Charles, van die jaar 1787, aangehaal. Die wet stel dit dat die volume van 'n gegewe massa van 'n ideale gas sal toeneem of afneem met dieselfde faktor as die toename of afname van die temperatuur (in Kelvin) van die gas by konstante druk. Nog 'n manier om die wet te stel is om te sê

dat die temperatuur en volume van die ingeslote gas **direk eweredig** is.

DEFINISIE: *Charles se wet*

Die volume van 'n ingeslote gasmonster is direk eweredig aan sy Kelvin temperatuur mits die druk van die gas konstant gehou word.

Informele eksperiment: Charles se wet

Doel:

Om Charles se wet te demonstreer.

Apparaat:

glasbottel (bv. leë glas Coke bottel), ballon, beker of kastrol, water, warmplaat

Metode:

1. Plaas die ballon oor die opening van die leë bottel.
2. Vul die beker of kastrol met water en plaas dit op die warmplaat.
3. Laat staan die bottel in die beker/kastrol en skakel die plaat aan.
4. Neem waar wat gebeur met die ballon.

Resultate:

Jy behoort waar te neem dat die ballon begin uitsit. Soos die lug in die bottel verhit word, sal die druk toeneem wat veroorsaak dat die volume ook moet toeneem. Aangesien die volume van die bottel nie kan toeneem nie beweeg die lug in die ballon in en veroorsaak dit dat die ballon uitsit.

Gevolgtrekking:

Die temperatuur en volume van die gas is direk eweredig aan mekaar. Wanneer die een toeneem sal die ander een ook toeneem.

Jy kan dit ook sien as jy die bottel in die yskas plaas. Die ballon sal krimp na die bottel vir 'n kort rukkie in die yskas was.

Wiskundig kan die verband tussen die temperatuur en druk soos volg voorgestel word:

$$V \propto T$$

In ander woorde, die volume is direk eweredig aan die temperatuur.

Of, vervang die eweredigheidssteken met die eweredigheidskonstante (k):

$$V = kT$$

Indien die vergelyking geherrangskik word, is

$$\frac{V}{T} = k$$

of

$$\frac{V_1}{T_1} = k$$

$$\frac{V_2}{T_2} = k$$

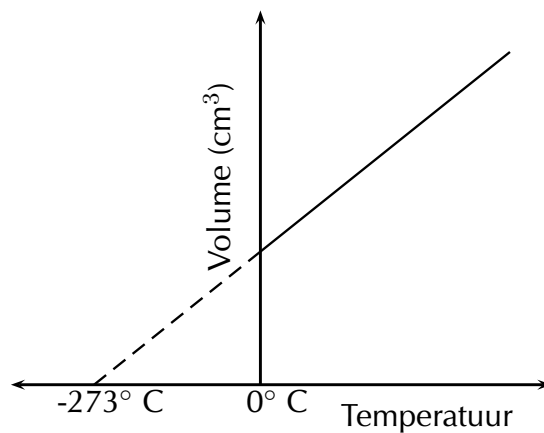
$$\frac{V_n}{T_n} = k$$

Ons kan dus sê dat:

$$\boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}}$$

Die vergelyking van die verwantskap tussen volume en temperatuur lewer 'n reguitlyngrafiek.

As ons egter hierdie grafiek teken deur die **Celsius**-temperatuurskaal te gebruik (dws die °C eenheid), stem die nulpunte van temperatuur en volume nie ooreen nie. As die volume nul is, is die temperatuur eintlik -273°C (Figuur 7.5).



Figuur 7.5: Die verhouding tussen volume en temperatuur, soos vertoon op die Celsius-temperatuurskaal.

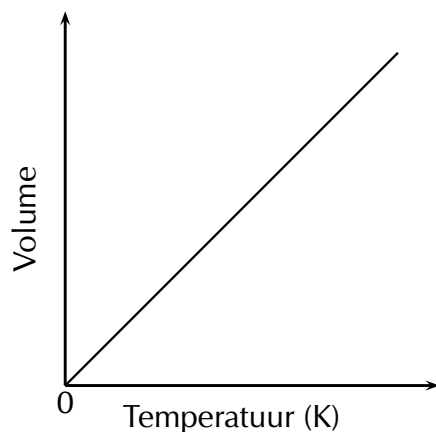
'n Ander temperatuur skaal, die **Kelvin-skaal** moet gebruik word. Aangesien nul op die Celsius-skaal ooreenstem met 'n Kelvin-temperatuur van -273°C , kan ons sê dat:

$$\text{Kelvin-temperatuur } (T_K) = \text{Celsius-temperatuur } (T_C) + 273$$

Ons kan dan skryf:

$$T_K = T_C + 273 \quad \text{of} \quad T_C = T_K - 273$$

Die grafiek van temperatuur teenoor volume kan nou op op die Kelvin-skaal geteken word. Sien Figuur 7.6.



Figuur 7.6: Die volume van 'n gas is direk eweredig aan die temperatuur, mits die druk van die gas konstant bly.

► Sien video: [275Z](https://www.everythingscience.co.za/275Z) op www.everythingscience.co.za

Kan jy Charles se wet verduidelik in terme van die kinetiese teorie van gase? As die temperatuur van 'n gas toeneem, neem die gemiddelde spoed van die molekules toe. Hulle bots meer dikwels en met groter impak teen die wande van die houer. Hierdie botsings druk die wande van die houer terug wat veroorsaak dat die gas nou 'n groter volume beslaan as in die begin. Ons het dit in die eerste demonstrasie gesien. Aangesien die glashouer nie kon uitsit nie, het die gas die ballon uitgestoot.

Uitgewerkte voorbeeld 3: Charles se wet

VRAAG

By 'n temperatuur van 298 K beslaan 'n sekere hoeveelheid van CO_2 gas 'n volume van 6 L. As die volume van die gas afneem na 5,5 L, by watter temperatuur sal dit nou wees? Aanvaar dat die druk konstant bly.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$V_1 = 6 \text{ L}$$

$$V_2 = 5,5 \text{ L}$$

$$T_1 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig.

Aangesien die temperatuur se data in Kelvin is, is geen herleiding nodig nie.

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Die druk bly konstant terwyl die volume en temperatuur verander. Die hoeveelheid gas bly ook konstant, dus kan ons Charles se wet gebruik:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned}\frac{6}{298} &= \frac{5,5}{T_2} \\ 0,0201 \dots &= \frac{5,5}{T_2} \\ (0,0201 \dots)T_2 &= 5,5 \\ T_2 &= 273,2 \text{ K}\end{aligned}$$

Die gas sal by 'n temperatuur van 273,2 K wees.

Stap 5: Kontroleer jou antwoord

Volgens Charles se wet is temperatuur direk eweredig aan die volume. In hierdie voorbeeld neem die volume af, dus moet die temperatuur ook afneem. Ons antwoord gee 'n laer finale temperatuur as die oorspronklike temperatuur, dus is dit korrek.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Charles se wet

VRAAG

Ammoniumchloried en kalsiumhidroksied word toegelaat om te reageer. Die ammoniak wat tydens die reaksie vrygestel word word in 'n gasspuit opgevang ('n spuit wat baie min wrywing ervaar sodat die suier vryelik kan beweeg). Die gas word toegelaat om tot by kamer temperatuur van 20 °C te kom. Die volume van die ammoniak is 122 mL. Dit word nou in 'n waterbad gesit by 'n temperatuur van 32 °C. Wat sal die volume wees as die spuit in die bad gelos word vir 1 hour (aanvaar dat die suier vryelik beweeg)? (Deur die spuit so lank in die bad te los, kan ons seker wees dat die hoeveelheid gas by die hoër temperatuur is.)

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

WENK

Let op dat die temperatuur na Kelvin herlei moet word aangesien die verandering na Celsius optelling behels en nie vermenigvuldiging nie (soos in die geval van druk en volume).

$$V_1 = 122 \text{ mL}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig.

In hierdie geval moet die temperatuur na Kelvin helei word, dus:

$$T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = 32 + 273 = 305 \text{ K}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Die druk bly konstant terwyl die volume en temperatuur verander. Die hoeveelheid gas bly ook konstant, dus kan ons Charles se wet gebruik:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned}\frac{V_2}{305} &= \frac{122}{293} \\ \frac{V_2}{305} &= 0,416\dots \\ V_2 &= 127 \text{ mL}\end{aligned}$$

Die volume lesing op die spuit sal 127 mL wees nadat die spuit vir een uur in die waterbad gelos is.

Stap 5: Kontroleer jou antwoord

Charles se wet stel dit dat die temperatuur direk eweredig is aan die volume. In hierdie voorbeeld verhoog die temperatuur, dus moet die volume ook verhoog. Die antwoord gee 'n hoër finale volume as die oorspronklike volume, dus is dit korrek.

Oefening 7 – 3: Charles se wet

FEIT

Jy sal sien dat na hierdie wet verwys word as Gay-Lussac se wet of ook as Amonton se wet. Baie wetenskaplikes het op dieselfde tyd aan dieselfde probleem gewerk en dit is dus moeilik om te weet wie eintlik 'n spesifieke wet ontdek het.

1. Die tabel hieronder gee die temperatuur (in $^{\circ}\text{C}$) van heliumgas by verskillende volumes by konstante druk.

Volume (L)	Temperatuur ($^{\circ}\text{C}$)
1,0	-161,9
1,5	-106,7
2	-50,8
2,5	4,8
3,0	60,3
3,5	115,9

- Teken 'n grafiek wat die verhouding tussen temperatuur en volume aantoon.
 - Beskryf jou waarneming hierbo.
 - As jy die grafiek ekstrapoleer (m.a.w. verleng die grafiek terugwaarts al het jy nie die gegewe data nie), by watter temperatuur sal dit die x -as sny?
 - Wat is betekenisvol aangaande hierdie temperatuur?
 - Gebruik Charles se wet en meld watter gevolgtrekkings jy hieruit kan maak.
2. 'n Monster stikstofmonoksied (NO) gas is by 'n temperatuur van 8°C en beslaan 'n volume van $4,4\text{ dm}^3$. Watter volume sal die monster gas beslaan as die temperatuur toeneem tot 25°C ?
3. 'n Monster suurstof (O_2) gas is by 'n temperatuur van 340 K en beslaan 'n volume van $1,2\text{ dm}^3$. Wat sal die temperatuur van die gas wees as die volume afneem na 200 cm^3 ?
4. Verduidelik wat sal gebeur as jy Charles se wet probeer bewys en van die gas in die proses laat ontsnap.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2762 2. 2763 3. 2764 4. 2765



www.everythingscience.co.za

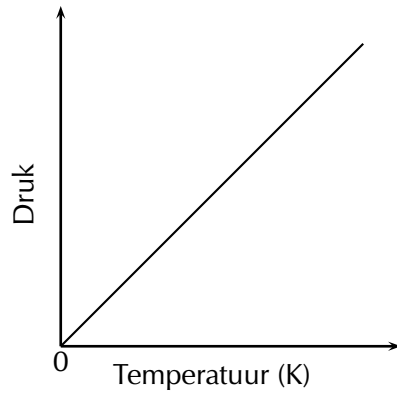


m.everythingscience.co.za

Druk-temperatuur verwantskap

ESE4Y

Die druk van 'n gas is direk eweredig aan die temperatuur by konstante volume (Figuur 7.7). Onthou dat as die temperatuur van 'n gas toeneem, die kinetiese energie van die deeltjies in die gas ook toeneem. Dit veroorsaak dat die deeltjies vinniger beweeg en meer dikwels met mekaar en die wande van die houer bots. Aangesien druk 'n maatstaf is van botsings, neem die druk toe as die temperatuur toeneem. Die druk van 'n gas sal afneem as die temperatuur afneem.



Figuur 7.7: Die verwantskap tussen temperatuur en druk van 'n gas

Op dieselfde manier wat ons met die ander gaswette te werk gegaan het, kan ons die verwantskap tussen temperatuur en druk in simbole soos volg voorstel:

$$T \propto p,$$

dus:

$$p = kT$$

Deur herrangskikking kry ons:

$$\frac{p}{T} = k$$

en dus, mits die **hoeveelheid** van die gas dieselfde bly (by konstante volume) volg:

$$\boxed{\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}}$$

Uitgewerkte voorbeeld 5: Druk-temperatuur verwantskap

VRAAG

By 'n temperatuur van 298 K het 'n sekere hoeveelheid suurstof (O_2) gas 'n druk van 0,4 atm. Wat sal die temperatuur van die gas wees as die druk toeneem tot 0,7 atm?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$T_1 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

$$p_1 = 0,4 \text{ atm}$$

$$p_2 = 0,7 \text{ atm}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI-eenhede indien nodig

Die temperatuur is reeds in Kelvin. Ons hoef nie die druk te herlei na pascal toe nie.

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Die volume is konstant terwyl die druk en temperatuur verander. Die hoeveelheid gas bly ook konstant, dus kan ons die druk-temperatuur verwantskap gebruik:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned}\frac{0,4}{298} &= \frac{0,7}{T_2} \\ 0,0013\dots &= \frac{0,7}{T_2} \\ (0,0013\dots)T_2 &= 0,7 \\ T_2 &= 521,5 \text{ K}\end{aligned}$$

Die temperatuur sal in 521,5 K wees.

Stap 5: Kontroleer jou antwoord

Die druk-temperatuur verwantskap stel dit dat die druk direk eweredig is aan die temperatuur. In hierdie voorbeeld neem die druk toe, dus moet die temperatuur ook toeneem. Ons antwoord lewer 'n hoër finale temperatuur as die oorspronklike temperatuur, dus is dit korrek.

Uitgewerkte voorbeeld 6: Druk-temperatuur verwantskap

VRAAG

'n Gegewe volume koolstofmonoksied (CO) gas het 'n temperatuur van 32 °C by 'n druk van 680 Pa. As die temperatuur afneem tot 15 °C, wat sal die druk dan wees?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$\begin{aligned}
 T_1 &= 32\text{ }^{\circ}\text{C} \\
 T_2 &= 15\text{ }^{\circ}\text{C} \\
 p_1 &= 680\text{ Pa} \\
 p_2 &=?
 \end{aligned}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI-eenhede indien nodig

Ons moet die gegewe temperature na Kelvin-temperature herlei

$$\begin{aligned}
 T_1 &= 32 + 273 \\
 &= 305\text{ K} \\
 T_2 &= 15 + 273 \\
 &= 288\text{ K}
 \end{aligned}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned}
 \frac{p_2}{288} &= \frac{680}{305} \\
 \frac{p_2}{288} &= 2,2295\dots \\
 p_2 &= 642,1\text{ Pa}
 \end{aligned}$$

Die druk sal 642,1 Pa wees.

Stap 5: Kontroleer jou antwoord

Die druk-temperatuur verwantskap stel dit dat die druk direk eweredig is aan die temperatuur. In hierdie voorbeeld neem die temperatuur af, dus moet die druk ook afneem. Ons antwoord lewer 'n laer finale druk as die oorspronklike druk, dus is dit korrek.

Oefening 7 – 4: Druk-temperatuur verwantskap

1. Die tabel hieronder toon die temperatuur (in $^{\circ}\text{C}$) van helium onder verskillende

drukwaardes by konstante volume.

Druk (atm)	Temperatuur (°C)	Temperatuur (K)
1,0	20	
1,2	78,6	
1,4	137,2	
1,6	195,8	
1,8	254,4	
2,0	313	

- Herlei al die temperatuur-data na Kelvin.
 - Die grafiek toon die verwantskap tussen temperatuur en druk.
 - Beskryf jou waarneming hierbo.
- 'n Silinder wat metaangas bevat by 'n temperatuur van 15 °C oefen 'n druk van 7 atm uit. As die temperatuur in die silinder toeneem tot 25 °C, wat sal die druk wat die gas nou uitoefen wees?
 - 'n Silinder propaangas by 'n temperatuur van 20 °C oefen 'n druk van 8 atm uit. As die silinder in sonlig geplaas word, styg die temperatuur tot 25 °C. Wat sal die druk van die gas binne die silinder wees by hierdie temperatuur?
 - 'n Haarsproeikannetjie kan gas by 'n hoë druk bevat. Op die kannetjie is die volgende gedruk: "Moenie naby 'n vlam bring nie. Moenie in 'n vuur gooi nie. Hou weg van hitte." Gebruik jou kennis van die druk en temperatuur van gasse om te verduidelik waarom dit gevaarlik is om nie aan die waarskuwing gehoor te gee nie.
 - 'n Silinder asetileen gas is by 'n temperatuur van 291 K. Die druk in die silinder is 5 atm. Hierdie silinder kan 'n druk van 8 atm weerstaan voordat dit ontplof. Wat is die maksimum temperatuur waarby die silinder veilig gestoor kan word?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2766 2. 2767 3. 2768 4. 2769 5. 276B



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Die algemene gasvergelyking

ESE4Z

Al die gaswette wat tot dusver beskryf is, berus op die feit dat die hoeveelheid gas en een ander veranderlike (temperatuur, druk of volume) konstant bly. Aangesien dit in die meeste gevalle onwaarskynlik is, is dit handig om die verwantskappe in een vergelyking saam te vat. Ons gebruik Boyle se wet en die druk-temperatuur verwantskap om die algemene gasvergelyking af te lei.

Boyle se wet: $p \propto \frac{1}{V}$ ($T = \text{konstant}$)

Met ander woorde, druk is omgekeerd eweredig aan volume mits die temperatuur konstant bly.

Druk-temperatuur: $p \propto T$ ($V = \text{konstant}$)

Met ander woorde, druk is direk eweredig aan temperatuur mits die volume konstant bly.

As ons nou beide volume en temperatuur verander, is die twee verwantskappe steeds geldig, maar dit sal gelyk wees aan 'n ander eweredigheidskonstante.

As ons hierdie verwantskappe kombineer, kry ons:

$$p \propto \frac{T}{V}$$

Let op dat die druk steeds direk eweredig is aan die temperatuur en omgekeerd eweredig is aan die volume.

As ons die eweredigheidskonstante, k , invoer, kry ons:

$$p = k \frac{T}{V}$$

Na herrangskikking volg:

$$pV = kT$$

Ons kan hierdie verwantskap ook soos volg oorskryf:

$$\frac{pV}{T} = k$$

As die ingeslote massa gas dieselfde bly, kan ons dus sê dat:

$$\boxed{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}}$$

In bostaande vergelyking dui die onderskrifte 1 en 2 op twee verskillende druk en volume lesings vir dieselfde massa gas onder verskillende toestande. Dit staan bekend as die **algemene gasvergelyking**. Temperatuur is altyd in Kelvin en die eenhede wat vir druk en volume gebruik word moet dieselfde aan beide kante van die vergelyking wees.

Uitgewerkte voorbeeld 7: Algemene gasvergelyking

VRAAG

Aan die begin van 'n reis het 'n vragmotor se band 'n volume van 30 dm^3 en dit is by 'n druk van 170 kPa . Die temperatuur van die band is 16°C . Aan die einde van die reis het die volume van die band toegeneem tot 32 dm^3 en die temperatuur van die lug binne die band is 40°C . Wat is die druk binne die band aan die einde van die reis?

WENK

Onthou dat die algemene gasvergelyking slegs geldig is as die massa (of aantal mol) van die gas dieselfde bly.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$T_1 = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$V_1 = 30\text{ dm}^3$$

$$V_2 = 32\text{ dm}^3$$

$$p_1 = 170\text{ kPa}$$

$$p_2 = ?$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig

Ons moet die gegewe temperature na Kelvin temperature herlei

$$T_1 = 16 + 273$$

$$= 289\text{ K}$$

$$T_2 = 40 + 273$$

$$= 313\text{ K}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Temperatuur, druk en volume is almal veranderlikes, dus moet ons die algemene gasvergelyking gebruik:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\frac{(32)p_2}{313} = \frac{(170)(30)}{289}$$

$$\frac{(32)p_2}{313} = 17,647 \dots$$

$$(32)p_2 = 5523,529 \dots$$

$$p_2 = 172,6\text{ kPa}$$

Die druk sal 172,6 kPa wees.

VRAAG

'n Hoeveelheid gas oefen 'n druk uit van 100 kPa by 15 °C. Die volume onder hierdie toestande is 10 dm³. Die druk verhoog tot 130 kPa en die temperatuur verhoog tot 32 °C. Wat is die nuwe volume van die gas?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$T_1 = 15\text{ °C}$$

$$T_2 = 32\text{ °C}$$

$$p_1 = 100\text{ kPa}$$

$$p_2 = 130\text{ kPa}$$

$$V_1 = 10\text{ dm}^3$$

$$V_2 = ?$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig

In hierdie geval moet die temperatuur na Kelvin helei word, dus:

$$T_1 = 15 + 273 = 288\text{ K}$$

$$T_2 = 32 + 273 = 305\text{ K}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Ons gebruik die algemene gasvergelyking:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\frac{(130)V_2}{305} = \frac{(100)(10)}{288}$$

$$\frac{(130)V_2}{305} = 3,47 \dots$$

$$(130)V_2 = 1059,027 \dots$$

$$V_2 = 8,15\text{ dm}^3$$

Die volume is dan 8,15 dm³.

VRAAG

'n Silinder propaangas word by 'n temperatuur van 298 K gehou. Die gas oefen 'n druk van 5 atm uit en die silinder bevat 4 dm³ gas. As die druk in die silinder verhoog word tot 5,2 atm en 0,3 dm³ van die gas lek uit, wat is die temperatuur van die gas nou?



OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$T_1 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

$$V_1 = 4 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = 4 - 0,3 = 3,7 \text{ dm}^3$$

$$p_1 = 5 \text{ atm}$$

$$p_2 = 5,2 \text{ atm}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig

Die data vir temperatuur is alreeds in Kelvin. Al die ander waardes is in dieselfde eenhede.

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Aangesien die volume, druk en temperatuur verander, moet ons die algemene gasvergelyking gebruik.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned} \frac{(5)(4)}{298} &= \frac{(5,2)(3,7)}{T_2} \\ 0,067 \dots &= \frac{19,24}{T_2} \\ (0,067 \dots)T_2 &= 19,24 \\ T_2 &= 286,7 \text{ K} \end{aligned}$$

Die temperatuur sal in 286,7 K wees.

Oefening 7 – 5: Die algemene gasvergelyking

1. 'n Geslote gassisteem het 'n aanvanklike volume van 8 L en 'n temperatuur van 100 °C. Die druk van die gas is onbekend. As die temperatuur van die gas verminder tot 50 °C en die gas 'n volume van 5 L beslaan en die druk van die gas is 1,2 atm, wat was die aanvanklike druk van die gas?
2. 'n Ballon is gevul met helium by 27 °C en 'n druk van 1,0 atm. As die ballon styg, vermeerder die volume van die ballon met 'n faktor van 1,6 en die temperatuur verlaag tot 15 °C. Wat is die finale druk van die gas (aanvaar dat niks ontsnap het nie)?
3. 25 cm³ van gas by 1 atm het 'n temperatuur van 25 °C. Wanneer die gas saamgepers word tot 20 cm³, verhoog die temperatuur van die gas tot 28 °C. Bereken die finale druk van die gas.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 276C 2. 276D 3. 276F



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

WENK

'n Joule kan gedefinieer word as Pa·m³. So wanneer jy die ideale gasvergelyking gebruik, moet jy die SI-eenhede gebruik om seker te maak dat jy die korrekte antwoord kry.

Die ideale gasvergelyking

ESE52

In die vroeë 1800's, het Amedeo Avogadro opgemerk dat monsters van verskillende gasse met dieselfde volume, by spesifieke temperatuur en druk, dieselfde hoeveelheid vry bewegende deeltjies bevat (atome of molekules).

DEFINISIE: Avogadro se wet

Gelyke volume gas by dieselfde temperatuur en druk bevat dieselfde hoeveelheid molekules.

Jy sal onthou vanuit die vorige afdeling dat ons verskillende gasvergelykings gekombineer het om een te kry, wat temperatuur, volume en druk insluit. In hierdie vergelyking

$$\frac{pV}{T} = k$$

is die waarde van k verskillend vir verskillende massas van 'n gas.

Ons vind dat wanneer ons k vir 1 mol van 'n gas bereken kry ons:

$$\frac{pV}{T} = 8,314$$

Hierdie resultaat het 'n spesiale naam. Dit is die universele gaskonstante, R . R word gemeet in eenhede van J·K⁻¹·mol⁻¹. Dit maak nie saak watter gas ons gebruik nie, 1 mol van daardie gas sal dieselfde konstante hê.

WENK

Alle hoeveelhede in die vergelyking:

$$pV = nRT$$

moet in dieselfde eenhede as die R waarde wees. Met ander woorde, SI eenhede moet regdeur die vergelyking gebruik word.

As ons nou hierdie resultaat uitbrei na enige aantal mol van 'n gas, kry ons die volgende:

$$\frac{pV}{T} = nR$$

waar n die aantal mol van 'n gas is.

Herrangskik hierdie vergelyking en jy kry:

$$pV = nRT$$

Dit is die ideale gasvergelyking. Wanneer jy met hierdie vergelyking werk moet alle eenhede in SI eenhede wees.

► Sien video: [276G](https://www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 10: Ideale gasvergelyking

VRAAG

Twee mol suurstofgas (O_2) beslaan 'n volume van 25 dm^3 by 'n temperatuur van 40°C . Bereken die druk van die gas onder hierdie omstandighede.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$p = ?$$

$$V = 25 \text{ dm}^3$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

$$T = 40^\circ\text{C}$$

$$R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI-eenhede indien nodig

Ons moet die temperatuur na Kelvin omskakel en die volume na m^3 :

$$V = \frac{25}{1000} = 0,025 \text{ dm}^3$$

$$T = 40 + 273 = 313 \text{ K}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Ons verander alles (temperatuur, druk, volume en hoeveelheid gas) daarom moet ons die ideale gasvergelyking gebruik.

$$pV = nRT$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$(0,025 \text{ m}^3)(p) = (2 \text{ mol})(8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})(313 \text{ K})$$

$$(0,025 \text{ m}^3)(p) = 5204,564 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3$$

$$p = 208\,182,56 \text{ Pa}$$

Die druk sal 208 182,56 Pa of 208,2 kPa wees.

Uitgewerkte voorbeeld 11: Ideale gasvergelyking

VRAAG

Koolstofdioksiedgas (CO_2) word geproduseer as 'n produk van die reaksie tussen kalسيومkarbonaat en soutsuur. Die gas wat geproduseer word word in 'n houer opgevang van onbekende volume. Die druk van die gas is 105 kPa by 'n temperatuur van 20 °C. As die aantal mol gas wat opgevang is 0,86 mol is, wat is die volume?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$p = 105 \text{ kPa}$$

$$V = ?$$

$$n = 0,86 \text{ mol}$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig

Ons moet die temperatuur na Kelvin omskakel en die druk na Pa:

$$p = 105 \times 1000 = 105\,000 \text{ Pa}$$

$$T = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

Ons verander alles (temperatuur, druk, volume en hoeveelheid gas) daarom moet ons die ideale gasvergelyking gebruik.

$$pV = nRT$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$(105\,000\text{ Pa})V = (8,314\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})(293\text{ K})(0,86\text{ mol})$$

$$(105\,000\text{ Pa})V = 2094,96\text{ Pa}\cdot\text{m}^3$$

$$V = 0,020\text{ m}^3$$

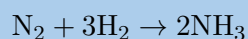
$$= 20\text{ dm}^3$$

Die volume is 20 dm^3 .

Uitgewerkte voorbeeld 12: Ideale gasvergelyking

VRAAG

Stikstof (N_2) reageer met waterstof (H_2) volgens die volgende vergelyking:



2 mol ammoniak (NH_3) gas word opgevang in 'n aparte gassilinder met 'n volume van 25 dm^3 . Die druk van die gas is $195,89\text{ kPa}$. Bereken die temperatuur van die gas binne-in die silinder.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$p = 195,98\text{ Pa}$$

$$V = 25\text{ dm}^3$$

$$n = 2\text{ mol}$$

$$R = 8,3\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$T = ?$$

Stap 2: Herlei die gegewe waardes na SI eenhede indien nodig

Ons moet die volume omskakel na m^3 en die druk na Pa:

$$\begin{aligned}V &= \frac{25}{1000} \\&= 0,025 \text{ m}^3 \\p &= 195,89 \times 1000 \\&= 195\,890 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Stap 3: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

$$pV = nRT$$

Stap 4: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$\begin{aligned}(195\,890)(0,025) &= (2)(8,314)T \\4897,25 &= 16,628(T) \\T &= 294,52 \text{ K}\end{aligned}$$

Die temperatuur is 294,52 K.

Uitgewerkte voorbeeld 13: Ideale gasvergelyking

VRAAG

Bereken die aantal mol lugmolekules in 'n klaskamer met 'n lengte 10 m, 'n breedte 7 m en 'n hoogte van 2 m op 'n dag wat die temperatuur 23 °C en die lugdruk 98 kPa is.

OPLOSSING

Stap 1: Bereken die volume lug in die klaskamer

Die klaskamer is 'n reghoekige prisma (verwys na meting uit Graad 10 Wiskunde). Ons kan die volume bereken deur die volgende te gebruik:

$$\begin{aligned}V &= \text{lengte} \times \text{breedte} \times \text{hoogte} \\&= (10)(7)(2) \\&= 140 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Stap 2: Skryf al die inligting wat jy in verband met die gas het neer

$$p = 98 \text{ kPa}$$

$$V = 140 \text{ m}^3$$

$$n = ?$$

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Stap 3: Herlei die gegewe waardes na SI-eenhede indien nodig.

Ons moet die temperatuur omskakel na K en die druk na Pa:

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$p = 98 \times 1000 = 98\,000 \text{ Pa}$$

Stap 4: Kies die gasvergelyking wat jou in staat sal stel om die onbekende veranderlike te bereken

$$pV = nRT$$

Stap 5: Vervang die gegewe waardes in die vergelyking en bereken die onbekende veranderlike

$$(98\,000)(140) = n(8,314)(298)$$

$$13\,720\,000 = 2477,572(n)$$

$$n = 5537,7 \text{ mol}$$

Die aantal mol lugmolekules in die klaskamer is 5537,7 mol.

Oefening 7 – 6: Die ideale gasvergelyking

1. 'n Onbekende gas het 'n druk van 0,9 atm, 'n temperatuur van 120 °C en die aantal mol is 0,28 mol. Wat is die volume van die monster?
2. 6 g chloorgas (Cl_2) beslaan 'n volume van 0,002 m³ by 'n temperatuur van 26 °C. Wat is die druk van die gas onder hierdie omstandighede?

3. 'n Gemiddelde paar menslike longe bevat ongeveer 3,5 L lug na inaseming en ongeveer 3,0 L na uitaseming. Aanvaar dat lug in jou longe by 37 °C en 1,0 atm is, bepaal die aantal mol lug in 'n gewone asemteug.

4. 'n Leerder is gevra om die antwoord vir die probleem hieronder te vind:

Bereken die druk uitgeoefen deur 1,5 mol stikstofgas in 'n houer met 'n volume van 20 dm³ by 'n temperatuur van 37 °C.

Die leerder skryf die oplossing neer as volg:

$$V = 20 \text{ dm}^3$$

$$n = 1,5 \text{ mol}$$

$$R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$T = 37 + 273 = 310 \text{ K}$$

$$pT = nRV$$

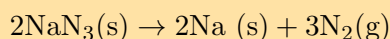
$$p(310) = (1,5)(8,314)(20)$$

$$p(310) = (249,42)$$

$$= 0,8 \text{ kPa}$$

- a) Identifiseer 2 foute wat die leerder in die berekening gemaak het.
- b) Is die eenhede in die finale antwoord korrek?
- c) Skryf die oplossing oor, korrigeer die foute om die korrekte antwoord te kry.

5. Die meeste moderne motors word toegerus met lugsakke vir beide die bestuurder en die passasier. 'n Lugsak sal heeltemal opblaas in 0,05 s. Dit is belangrik omdat 'n tipiese motorbotsing ongeveer 0,125 s duur. Die volgende reaksie van natriumasied ('n verbinding wat in lugsakke gevind word) word geaktiveer deur 'n elektriese impuls.



- a) Bereken die massa van N₂(g) wat nodig is om 'n lugsak op te blaas tot 'n volume van 65 dm³ by 25 °C en 99,3 kPa. Aanvaar dat die temperatuur van die gas konstant bly gedurende die reaksie.
- b) Die reaksie hierbo produseer hitte, wat die temperatuur in die lugkussing verhoog. Beskryf, in terme van die kinetiese teorie van gasse, hoe die druk in die lugkussing sal verander, indien enigsins, as die gas temperatuur terugkeer na 25 °C.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 276H 2. 276J 3. 276K 4. 276M 5. 276N



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

📌 Sien aanbieding: 276P op www.everythingscience.co.za

- Die **kinetiese teorie van gasse** help om die gedrag van gasse onder verskillende omstandighede te beskryf.
- Die **kinetiese teorie van gasse** beskryf dat gasse bestaan uit konstant bewegende deeltjies met aantrekkende kragte tussen hulle.
- Die **druk** van 'n gas is die aanduiding van die aantal botsings van die gasdeeltjies met mekaar en die wande van die houer waarin hulle is.
- Die **temperatuur** van 'n stof is 'n maatstaf van die gemiddelde kinetiese energie van die deeltjies.
- 'n **Ideale gas** het identiese deeltjies met geen volume en geen intermolekulêre kragte tussen die deeltjies nie. Die atome of molekules in 'n ideale gas beweeg teen dieselfde spoed.
- 'n **Werklike gas** gedra dit soos 'n ideale gas, behalwe by hoë druk en by lae temperatuur. By lae temperatuur word die kragte tussen die molekules beduidend en die gas sal 'n vloeistof vorm. By hoë druk raak die volume van die deeltjies beduidend.
- **Boyle se wet** dui aan dat die druk van 'n vasgestelde hoeveelheid gas omgekeerd eweredig is aan die volume wat dit beslaan, mits die temperatuur konstant bly. Met ander woorde, $pV = k$ of:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

- **Charles se wet** beskryf dat die volume van 'n ingeslote monster gas direk eweredig is aan die Kelvin-temperatuur op voorwaarde dat die druk en hoeveelheid gas konstant bly. Met ander woorde, $\frac{V}{T} = k$ of:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- Die **druk** van 'n vasgestelde massa gas is direk eweredig aan die temperatuur van die gas as die volume daarvan konstant bly. Met ander woorde, $\frac{p}{T} = k$ of:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

- Vir Charles se wet en vir die druk-temperatuur verwantskap moet die temperatuur geskryf word in **Kelvin**. Temperatuur in grade Celsius (°C) kan omgeskakel word na temperatuur in Kelvin (K) deur die volgende vergelyking te gebruik:

$$T_K = T_C + 273$$

- Deur Boyle se wet en die verwantskap tussen die temperatuur en druk van 'n gas te kombineer, gee die **algemene gasvergelyking** wat van toepassing is so lank as wat die aantal mol gas konstant bly. Die algemene gasvergelyking is $\frac{pV}{T} = k$, of

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

- **Avogadro se wet** beskryf dat gelyke volumes gas by dieselfde temperatuur en druk dieselfde hoeveelheid molekules bevat.
- Die **universele gaskonstante** (R) is $8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Hierdie konstante word gevind deur $\frac{pV}{T}$ vir 1 mol van enige gas te bereken.
- Bogenoemde berekening kan uitgebrei word en toegepas word op enige aantal mol gas en gee die **ideale gasvergelyking**:

$$pV = nRT$$

In hierdie vergelyking moet **SI-eenhede** gebruik word. Die SI-eenheid vir volume is m^3 , vir druk, Pa en vir temperatuur, K.

Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Druk (p)	pascal	Pa
Mol (n)	mol	mol
Temperatuur (T)	kelvin	K
Volume (V)	kubieke meter	m^3

Oefening 7 – 7:

- Gee een woord of term vir elk van die volgende definisies.
 - 'n Gas met identiese deeltjies, zero volume en geen intermolekulêre kragte tussen deeltjies nie.
 - Die wet wat beskryf dat die volume van 'n gas direk eweredig is aan die temperatuur van die gas, mits die druk en die hoeveelheid gas konstant bly.
 - 'n Maatstaf van die gemiddelde kinetiese energie van die gasmolekules.
- Watter een van die volgende eienskappe van 'n vaste hoeveelheid gas moet konstant gehou word gedurende 'n ondersoek na Boyle se wet?
 - digtheid
 - druk
 - temperatuur
 - volume

(IEB 2003 Paper 2)
- Drie houers van gelyke volume word gevul met gelyke massa helium, stikstof en koolstofdioksied onderskeidelik. Die gasse in die drie houers is almal by dieselfde temperatuur. Watter een van die volgende stellings oor die druk van die gasse is korrek?
 - Al drie gasse sal onder dieselfde druk verkeer
 - Helium sal die grootste druk uitoefen
 - Stikstof sal die grootste druk uitoefen
 - Koolstofdioksied sal die grootste druk uitoefen

(IEB 2004 Vraestel 2)

4. Die ideale gasvergelyking word voorgestel deur $pV = nRT$. Watter een van die volgende toestande is waar volgens Avogadro se hipotese?

a	$p \propto 1/V$	($T = \text{konstant}$)
b	$V \propto T$	($p = \text{konstant}$)
c	$V \propto n$	($p, T = \text{konstant}$)
d	$p \propto T$	($n = \text{konstant}$)

(DoE Voorbeeldvraestel 2, 2007)

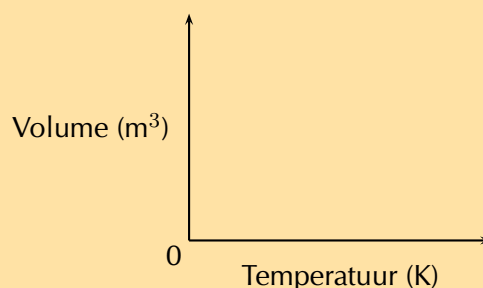
5. Voltooi die volgende tabel deur aan te dui of die eienskap konstant of veranderlik is vir die gegewe gaswet soos vermeld.

Wet	Druk (p)	Volume (V)	Temperatuur (T)	Mol (n)
Boyle se wet				
Charles se wet				
Gay-Lussac se wet				
Algemene gasvergelyking				
Ideale gasvergelyking				

6. Gebruik jou kennis van die gaswette om die volgende stellings te verklaar.

- Dit is gevaarlik om 'n spuitkannetjie naby 'n vlam te hou.
- 'n Swak ontwerpte en vervaardigde drukhouer hou 'n ernstige veiligheidsrisiko vir gebruikers in. ('n Drukhouer is 'n geslote, rigiede houer wat gebruik word om gasse te hou by 'n druk wat hoër is as normale lugdruk).
- Die volume van 'n motorband neem toe na 'n rit op 'n warm pad.

7. Teken die volgende assestelsel oor en beantwoord die vrae wat volg:



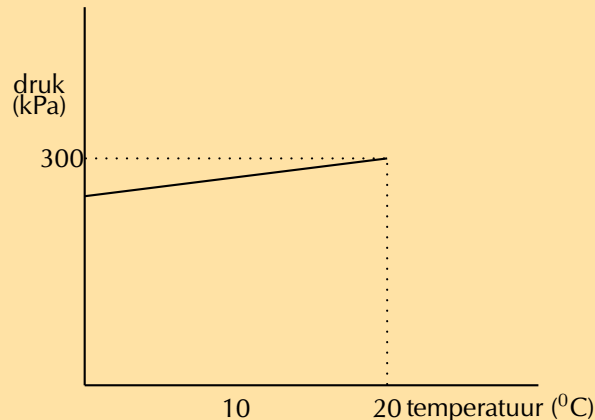
- Op die assestelsel, **deur gebruik te maak van 'n soliede lyn**, teken die grafiek wat verkry sal word vir 'n konstante massa ideale gas by konstante druk.
- As die gradiënt van bostaande grafiek $0,008 \text{ m}^3 \cdot \text{K}^{-1}$ is, bereken die druk wat $0,3 \text{ mol}$ van hierdie gas sal uitoefen.

(IEB 2002 Vraestel 2)

8. Twee gassilinders, A en B, het 'n volume van $0,15 \text{ m}^3$ en $0,20 \text{ m}^3$ onderskeidelik. Silinder A bevat 35 mol He gas by 'n druk p en silinder B bevat 40 mol He gas by 5 atm. Die verhouding van die Kelvin temperature A:B is 1,80:1,00. Bereken die druk van die gas (in kPa) in silinder A.

(IEB 2002 Vraestel 2)

9. 'n Leerder ondersoek die verhouding tussen die Celsius-temperatuur en die druk van 'n gegewe massa heliumgas in 'n 500 cm^3 geslote houer. Uit die resultate verkry van die ondersoek trek sy die volgende grafiek:



- Onder die voorwaardes van hierdie ondersoek gedra heliumgas hom soos 'n ideale gas. Verduidelik kortliks waarom dit so is.
- Van die vorm van die grafiek maak die leerder die gevolgtrekking dat die druk van die heliumgas direk eweredig is aan die Celsius temperatuur. Is haar gevolgtrekking korrek? Verduidelik kortliks.
- Bereken die druk van die heliumgas by 0°C .
- Bereken die massa heliumgas in die houer.

(IEB 2003 Vraestel 2)

10. Een van die silinders van 'n motorenjin bevat 450 cm^3 van 'n mengsel van lug en petrol in die gasfase voor kompressie by 'n temperatuur van 30°C en 'n druk van 100 kPa. As die volume van die silinder na kompressie afneem na een tiende van die oorspronklike volume en die temperatuur van die gasmengsel neem toe na 140°C , bereken die druk wat nou deur die gasmengsel uitgeoefen word.
11. 'n Gas met 'n onbekende volume het 'n temperatuur van 14°C . As die temperatuur van die gas toeneem tot 100°C is die nuwe volume 5,5 L. Wat was die oorspronklike volume van die gas?
12. 'n Gas beslaan 'n oorspronklike volume van 2600 mL by 'n temperatuur van 350 K.
- As die volume afneem na 1500 mL, wat sal die temperatuur van die gas in Kelvin wees?
 - Het die temperatuur *toegeneem* of *afgeneem*?
 - Deur van die kinetiese teorie van gasse gebruik te maak, verduidelik hierdie verandering.
13. In 'n eksperiment om die verhouding tussen druk en temperatuur van 'n gegewe gasmassa te bepaal, verkry 'n groep leerders die volgende resultate:

Druk (kPa)	101	120	130,5	138
Temperatuur (°C)	0	50	80	100
Totale volume gas (cm ³)	250	250	250	250

- Teken 'n reguitlyngrafiek op grafiekpapier van druk (op die afhanklike y-as) teenoor temperatuur (op die onafhanklike x-as). Dui die punte op die grafiek aan en voorsien jou grafiek van 'n geskikte opskrif.
- 'n Reguitlyn grafiek deur die oorsprong is noodsaaklik om 'n wiskundige verband tussen druk en temperatuur te verkry.
Ekstrapoleer (verleng) jou grafiek en bepaal by watter temperatuur (in °C) die grafiek die temperatuur-as sal sny.
- Skryf neer, in woorde, die verwantskap tussen druk en Kelvin-temperatuur.
- Gebruik jou grafiek en bepaal die druk (in kPa) by 173 K. Dui op die grafiek aan hoe jy die waarde verkry het.
- Hoe sal die gradiënt van die grafiek beïnvloed word (indien wel) as 'n groter massa gas gebruik word? Skryf neer SLEGS **toeneem**, **afneem** of **bly dieselfde**.

(DoE Voorbeeldvraestel 2, 2007)

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- 1a. [276Q](#) 1b. [276R](#) 1c. [276S](#) 2. [276T](#) 3. [276V](#) 4. [276W](#)
5. [276X](#) 6a. [276Y](#) 6b. [276Z](#) 6c. [2772](#) 7. [2773](#) 8. [2774](#)
9. [2775](#) 10. [2776](#) 11. [2777](#) 12. [2778](#) 13. [2779](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Kwantitatiewe aspekte van chemiese verandering

8.1	<i>Gasse en oplossings</i>	294
8.2	<i>Stoïchiometriese berekeninge</i>	302
8.3	<i>Volume verhoudings in gasagtige reaksies</i>	314
8.4	<i>Opsomming</i>	316

Ons kan vandag oral om ons sien hoe belangrik dit is om dinge in akkurate hoeveelhede te meng. Kook of bak, medikasie neem vir siektes of voorraad aankoop, maak almal daarop staat dat die bestanddele in die regte hoeveelhede gemeng is. Die hoeveelheid produk wat gevorm word is ook afhanklik van hoeveel van elke bestanddeel gebruik is. In die hoofstuk gaan ons na van hierdie hoeveelhede kyk en hoe dit bereken kan word.

In Graad 10 het ons geleer om chemiese vergelykings op te stel. Ons het ook geleer dat baie inligting uit hierdie gebalanseerde vergelykings verkry kan word. In die hoofstuk gaan ons die konsepte verder ondersoek deur meer te leer van gasse, oplossings en reaksies. Ons sal die konsep van verhoogde uitsette in meer detail bespreek en ook leer van beperkende reagente.

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Verhouding en Eweredigheid — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Eenhede en eenheid omskakeling — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede

8.1 Gasse en oplossings

ESE54

Ons sal begin deur na gasse en oplossings te kyk en dan besin hoe om verwante probleme op te los.

Molêre volumes van gasse

ESE55

Dit is moontlik om die volume van een mol gas by standaard temperatuur en druk (STD) te bereken deur gebruik te maak van wat ons van gasse weet.

NOTA:

STD is 'n temperatuur van 273 K en 'n druk van 101,3 kPa. Die hoeveelheid gas is gewoonlik 1 mol.

Ons skryf al die bekende waardes van een mol gas by STD neer.

$$p = 101,3 \text{ kPa} = 101\,300 \text{ Pa}$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

Nou kan ons hierdie waardes in die ideale gas vergelyking in vervang:

WENK

Die standaard eenhede wat gebruik word in hierdie vergelyking is p in Pa, V in m³ en T in K. Onthou ook dat 1000 cm³ = 1 dm³ en 1000 dm³ = 1 m³.

$$\begin{aligned}
 pV &= nRT \\
 (101\,300)V &= (1)(8,31)(273) \\
 (101\,300)V &= 2265,9 \\
 V &= 0,0224 \text{ m}^3 \\
 V &= 22,4 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

Die volume van 1 mol gas by STD is 22,4 dm³.

As ons dan enige hoeveelheid mol gas gehad het sou ons

$$V_g = 22,4n_g$$

gekry het. Dit is nie net beperk tot een mol nie.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Molêre gas volume

VRAAG

Wat is die volume van 2,3 mol waterstof gas by STD?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die volume

$$\begin{aligned}
 V_g &= (22,4)n_g \\
 &= (22,4)(2,3) \\
 &= 51,52 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

Reaksies en gasse

ESE56

Sommige reaksies vind tussen twee gasse plaas. Ons kan die volume van die gasse bereken omdat ons weet die volume is direk eweredig aan die aantal mol.

Ons kan die volgende vergelyking gebruik:

$$V_A = \frac{a}{b} V_B$$

waar:

V_A = volume van A

V_B = volume van B

a = stoïchiometriese koëffisiënt van A

b = stoïchiometriese koëffisiënt van B

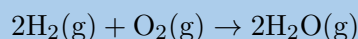
WENK

Die getal voor die reagens, of die produk in 'n gebalanseerde vergelyking, word die stoïchiometriese koëffisiënt of stoïchiometriese verhouding genoem.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Volume en gasse

VRAAG

Waterstof en suurstof reageer om water te vorm volgens die volgende vergelyking:



As 3 dm^3 suurstof gebruik is, watter volume water is geproduseer?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die volume water wat in die reaksie geproduseer is

Ons gebruik die vergelyking hierbo om die volume water benodig te bereken:

$$\begin{aligned} V_A &= \frac{a}{b} V_B \\ V_{\text{H}_2\text{O}} &= \frac{2}{1} V_{\text{O}_2} \\ &= 2(3) \\ &= 6 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Ons kan die chemiese vergelyking in die bogenoemde voorbeeld ($2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$) interpreteer as:

2 mol waterstof reageer met 1 mol suurstof om 2 mol water te vorm. Ons kan ook sê dat 2 volumes waterstof reageer met 1 volume suurstof om 2 volumes water te vorm.

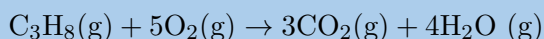
Uitgewerkte voorbeeld 3: Gasfase berekeninge

VRAAG

Watter volume suurstof by STD word benodig om $3,3 \text{ dm}^3$ propaan (C_3H_8) heeltemal te verbrand? (Wenk: CO_2 en H_2O is die produkte in alle verbranding reaksies).

OPLOSSING

Stap 1: Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die volgende reaksie



Stap 2: Bereken die volume suurstof benodig vir die reaksie

Ons gebruik die bestaande vergelyking om die volume suurstof benodig te bereken:

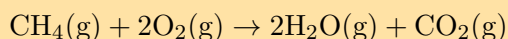
$$V_A = \frac{a}{b} V_B$$
$$V_{O_2} = \frac{5}{1} V_{C_3H_8}$$
$$= 5(3,3)$$
$$= 16,5 \text{ dm}^3$$

WENK

Gedurende die berekeninge is dit belangrik om die volgende te onthou: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3$ as jy dan 'n volume in cm^3 deur 1000 deel, sal jy die ekwivalente volume in dm^3 kry.

Oefening 8 – 1:

1. Metaan brand in suurstof en vorm dan water en koolstofdiksied volgens die volgende vergelyking:



Wat is die volume water wat geproduseer word as 4 dm^3 metaan gebruik word?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277B



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Oplossings

ESE57

In Graad 10 het jy geleer hoe om die molêre konsentrasie van 'n oplossing te bereken. Die molêre konsentrasie van 'n oplossing is die aantal mol opgeloste stof per liter oplosmiddel ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Dit staan meer algemeen bekend as die mol opgeloste stof per kubieke desimeter oplossing ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$).

Om die konsentrasie te bereken gebruik ons $C = \frac{n}{V}$, waar C die molêre konsentrasie is, n die aantal mol is en V die volume van die oplossing is.

Om die molêre konsentrasies te bereken is dit nuttig om te bepaal hoeveel opgeloste stof ons by 'n gegewe hoeveelheid oplosmiddel moet voeg om 'n standaardoplossing te maak.

'n Standaardoplossing is 'n oplossing waarin die konsentrasie tot 'n hoë graad van akkuraatheid bekend is. Wanneer ons met standaardoplossings werk kan die konsentrasie as konstant aanvaar word.

WENK

Gedurende 'n titrasie sê ons dat die stof van onbekende konsentrasie **getitreer** word met die standaard oplossing. 'n Pipet is 'n meettoestel wat gebruik word om 'n presiese hoeveelheid vloeistof af te meet. As jy dus 'n pipet gebruik om 'n vloeistof by 'n fles te voeg, sal jy sê dat die vloeistof in die fles **gepipeteer** is.

Uitgewerkte voorbeeld 4: Konsentrasie berekeninge

VRAAG

Watter massa natriumchloried (in g) moet ons in 500 cm³ water oplos om 'n standaardoplossing met 'n konsentrasie van 0,01 mol·dm⁻³ voor te berei?

OPLOSSING

Stap 1: Skakel alle hoeveelde om na die regte eenhede vir die vergelyking

Die volumes moet omgeskakel word na dm³:

$$\begin{aligned} V &= \frac{500}{1000} \\ &= 0,5 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Stap 2: Bereken die aantal mol natriumchloried benodig

$$\begin{aligned} C &= \frac{n}{V} \\ 0,01 &= \frac{n}{0,5} \\ n &= 0,005 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 3: Skakel die mol van NaCl om na massa

Om die massa van NaCl te bepaal, het ons die molêre massa van NaCl nodig. Ons kan dit van die periodieke tabel aflees (ons het in Graad 10 geleer hoe om die molêre massa van 'n verbinding te bereken).

$$\begin{aligned} m &= nM \\ &= (0,005)(58) \\ &= 0,29 \text{ g} \end{aligned}$$

Die massa natriumchloried benodig is 0,29 g

Ons gaan nou kyk na nog 'n gebruik vir konsentrasie - in titrasie berekeninge.

Titrasies

Titrasie is 'n tegniek wat gebruik word om die konsentrasie van 'n onbekende oplossing te bepaal. Titrasies kan deur middel van baie verskillende tipes reaksies uitgevoer word. Suur-basisreaksies en redoksreaksies word beide algemeen gebruik vir titrasies.

In Graad 10 het jy eenvoudige suur-basistitrasies gedoen. Ons gaan nou kyk na hoe ons die konsentrasie van 'n onbekende oplossing bepaal deur 'n suur-basistitrasie te gebruik.

Ons kan die hoeveelheid berekeninge wat ons met titrasie moet uitvoer verminder deur die volgende te gebruik:

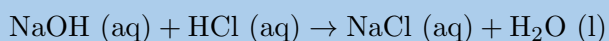
$$\frac{C_A V_A}{a} = \frac{C_B V_B}{b}$$

Die a en b is die stoïchiometriese koëffisiënte van verbindings A en B onderskeidelik.

Uitgewerkte voorbeeld 5: Titrasie berekening

VRAAG

Gebruik die vergelyking:



25 cm³ van 'n 0,2 mol·dm⁻³ soutsuur oplossing is in 'n koniese fles gepipeteer en getitreer met natriumhidroksied. Daar is bevind dat 15 cm³ van die natriumhidroksied nodig was om die suur te neutraliseer. Bereken die konsentrasie van die natriumhidroksied.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf neer wat jy alreeds weet van die reaksie en maak seker dat die vergelyking gebalanseerd is

NaOH: $V = 15 \text{ cm}^3$

HCl: $V = 25 \text{ cm}^3$; $C = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Die vergelyking is alreeds gebalanseerd.

Stap 2: Skakel die volume nou om na dm³

$$\begin{aligned} V_{\text{NaOH}} &= \frac{15}{1000} \\ &= 0,015 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{HCl}} &= \frac{25}{1000} \\ &= 0,025 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die konsentrasie van die natriumhidroksied

$$\frac{C_A V_A}{a} = \frac{C_B V_B}{b}$$

$$\frac{(0,2)(0,025)}{1} = \frac{(C_{\text{NaOH}})(0,015)}{1}$$

$$0,005 = (0,015)C_{\text{NaOH}}$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0,33 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

Die konsentrasie van die NaOH oplossing is $0,33 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

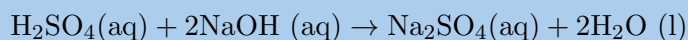
Uitgewerkte voorbeeld 6: Titrasierekening

VRAAG

4,9 g swawelsuur is opgelos in water en die finale oplossing het 'n volume van 220 cm^3 . Deur gebruik te maak van 'n suur-basistitrasie is daar gevind dat 20 cm^3 van die oplossing 10 cm^3 van 'n natriumhidroksied oplossing volkome kon neutraliseer. Bereken die konsentrasie van die natriumhidroksied in $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die titrasie reaksie



Stap 2: Bereken die konsentrasie van die soutsuur oplossing

Skakel eers die volume om in dm^3 :

$$V = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ dm}^3$$

Bereken nou die aantal mol swawelsuur:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{4,9}{98} \\ &= 0,05 \text{ mol} \end{aligned}$$

Nou kan ons die konsentrasie van swawelsuur bereken.

$$\begin{aligned} C &= \frac{n}{V} \\ &= \frac{0,05}{0,22} \\ &= 0,227 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die konsentrasie van die natriumhidroksid oplossing

Onthou dat slegs 20 cm^3 of $0,02 \text{ dm}^3$ van die swawelsuur oplossing gebruik word.

$$\frac{C_1 V_1}{n_1} = \frac{C_2 V_2}{n_2}$$

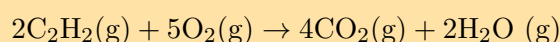
$$\frac{(0,227)(0,02)}{1} = \frac{(C_{\text{NaOH}})(0,01)}{2}$$

$$0,00454 = (0,005)C_{\text{NaOH}}$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0,909 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

Oefening 8 – 2: Gasse en oplossings

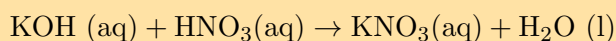
1. Asetileen (C_2H_2) brand in suurstof volgens die volgende reaksie:



As $3,5 \text{ dm}^3$ van die asetileen gas verbrand word, watter volume koolstofdoksied sal geproduseer word?

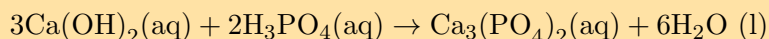
2. 130 g magnesiumchloried (MgCl_2) word opgelos in 300 ml water.
- Bereken die konsentrasie van die oplossing.
 - Watter massa magnesiumchloried word benodig sodat die konsentrasie $6,7 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ sal wees?

3. Met die vergelyking:



20 cm^3 van 'n $1,3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ kaliumhidroksied (KOH) oplossing is met 'n pipet na 'n koniese fles oorgedra en teen salpetersuur (HNO_3) getitreer. Daar is gevind dat 17 cm^3 van die salpetersuur nodig is om die basis te neutraliseer. Bereken die konsentrasie van die salpetersuur.

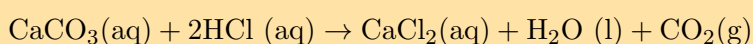
4. Met die vergelyking:



10 cm^3 van 'n $0,4 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ kalsiumhidroksied ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oplossing word met 'n pipet na 'n koniese fles oorgedra en teen fosforsuur (H_3PO_4) getitreer. Daar is gevind dat 11 cm^3 van die fosforsuur nodig is om die basis te neutraliseer. Bereken die konsentrasie van die fosforsuur.

5. 'n $3,7 \text{ g}$ monster van 'n teensuurmiddel (wat meestal uit kalsiumkarbonaat bestaan) word in water opgelos. Die finale oplossing het 'n volume van 500 ml . 25 ml van hierdie oplossing word dan met 'n pipet na 'n koniese fles oorgedra en teen soutuur getitreer. Daar is gevind dat 20 ml van die soutuur die teensuurmiddel geheel en al neutraliseer. Wat is die konsentrasie van die soutuur?

Die vergelyking vir die reaksie is:



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277C 2. 277D 3. 277F 4. 277G 5. 277H



www.everythingscience.co.za



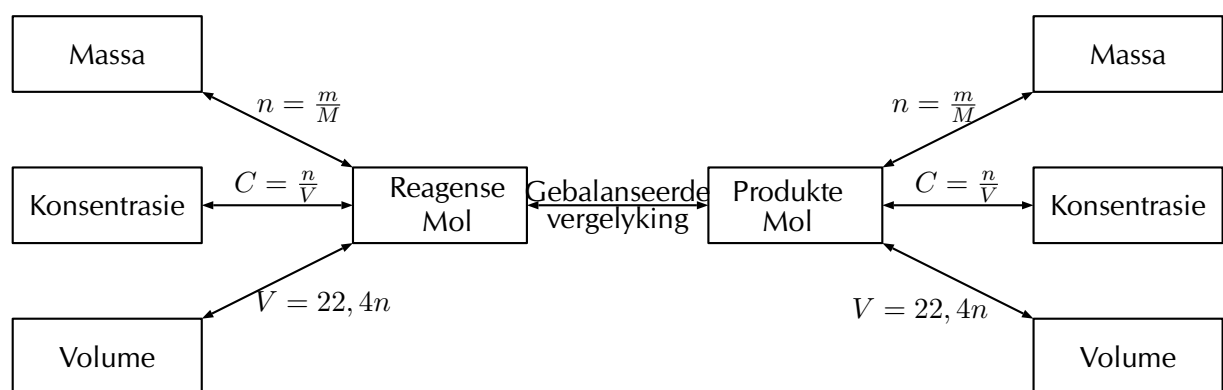
m.everythingscience.co.za

8.2 Stoïchiometriese berekeninge

ESE58

In Graad 10 het jy geleer hoe om 'n gebalanseerde chemiese vergelyking te skryf en het jy begin om stoïchiometriese berekeninge te ontdek. Wanneer die verhoudings van stowwe in 'n reaksie bekend is is dit moontlik om van stoïchiometrie gebruik te maak om die hoeveelheid reagens of produk wat in die reaksie betrokke is te bereken.

Die volgende figure beklemtoon die verband tussen die gebalanseerde chemiese vergelyking en die aantal mol:



Figuur 8.1: Stoïchiometriese vloeddiagram

In Graad 10 het ons sekere begrippe in stoïchiometrie ondersoek. Ons het ondersoek hoe om die aantal mol van 'n stof te bereken en hoe om die molekulêre massa te bereken. Ons het ook vasgestel hoe om die molekulêre en empiriese formule van stof te bepaal. Nou sal ons meer van hierdie begrippe ondersoek, soos byvoorbeeld die beperkende reagent, persentasie suiwerheid en persentasie opbrengs.

Beperkende reagente

ESE59

Aktiwiteit: Wat is 'n beperkende reagens?

Vir hierdie aktiwiteit benodig jy wit, rooi, blou, geel, groen en pienk A4 papier velle. (Jy kan ook 'n paar wit velle papier gebruik en hulle met kleurkryt of kokipenne inkleur.)

Skeur die wit vel papier in vyf stukke op. Skeur die rooi vel in tien stukke, die blou vel in agt stukke, die geel vel in ses stukke, die groen vel in nege stukke en die pienk vel in vier stukke op.

1. Plak twee rooi stukke op elke wit stuk papier. Is daar enige rooi of wit stukke oor?
2. Plak 'n geel stuk op elke blou stuk. Is daar enige geel of blou stukke oor?
3. Plak drie groen stukke op elke pienk stuk. Is daar enige pienk of groen stukke oor?

Jy behoort agter te kom dat daar geen rooi of wit stukke oor is nie. Wat die blou en geel stukke betref, behoort daar een blou stuk oor te wees. Sover dit die groen en pienk stukke aangaan, behoort daar een pienk stuk oor te bly.

Ons sê dat die pienk en blou stukke in oormaat was terwyl die groen en geel stukke beperkend was. Met ander woorde, jy sou die groen en geel velle in **meer** stukke moes opdeel en die pink velle in **minder** stukke.

In bostaande aktiwiteit kon ons die problem oplos van te min of te veel stukkies papier deur net die velle papiere aanvanklik in meer stukke te verdeel. In Chemie kom ons ook dikwels die probleem teë wanneer verskillende stowwe gemeng word. Ons vind dikwels dat ons te min of te veel van 'n bepaalde stof bygooi. Dit is belangrik om te weet dat dit gebeur en om te weet hoeveel (dit is die hoeveelhede) van die verskillende reagentse in 'n reaksie gebruik word. Die kennis word in industriële reaksies gebruik.

DEFINISIE: *Beperkende reagens*

'n Beperkende reagens is 'n reagens wat heeltemal in 'n chemiese reaksie opgebruik word.

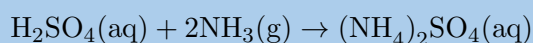
DEFINISIE: *Oormatige reagens*

'n Oormatige reagens is 'n reagens wat nie heeltemal tydens 'n chemiese reaksie opgebruik word nie.

🔗 Sien simulاسie: [277J op www.everythingscience.co.za](http://277jopwww.everythingscience.co.za)

VRAAG

Swawelsuur (H_2SO_4) reageer met ammoniak (NH_3) en lewer die kunsmis ammoniumsulfaat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) volgens die volgende vergelyking:



Wat is die maksimum massa ammoniumsulfaat wat van 2,0 kg swawelsuur en 1,0 kg ammoniak verkry kan word?

OPLOSSING

Stap 1: Skakel die massa swawelsuur en ammoniak na aantal mol om

Aantal mol swawelsuur:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{2000}{98} \\ &= 20,4 \text{ mol} \end{aligned}$$

Aantal mol ammoniak:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{1000}{17} \\ &= 58,8 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 2: Gebruik die gebalanseerde vergelyking om vas te stel watter van die reagense beperkend is

Dit is nodig om vas te stel hoeveel mol van die produk ons van elke reagens kan verkry. Hierdie twee resultate word dan met mekaar vergelyk. Die kleiner getal is die hoeveelheid produk wat verkry kan word en die reagense wat die kleiner getal lewer, is die beperkende faktor.

Die molverhouding van H_2SO_4 tot $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ is 1 : 1. Dus die aantal mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ wat uit die swawelsuur gemaak kan word is

$$\begin{aligned} n_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} &= n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \frac{\text{stoichiometriesse koëffisiënt } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{\text{stoichiometriesse koëffisiënt } \text{H}_2\text{SO}_4} \\ &= 20,4 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} \\ &= 20,4 \text{ mol} \end{aligned}$$

Die molverhouding van NH_3 tot $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ is 2 : 1. Dus die aantal mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ wat uit die ammoniak gemaak kan word is

$$\begin{aligned} n_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} &= n_{\text{NH}_3} \times \frac{\text{stoichiometriesse koëffisiënt } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{\text{stoichiometriesse koëffisiënt } \text{NH}_3} \\ &= 58,8 \text{ mol } \text{NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol } \text{NH}_3} \\ &= 29,4 \text{ mol} \end{aligned}$$

Aangesien ons minder $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ uit H_2SO_4 as uit NH_3 kan vervaardig is swawelsuur die beperkende reagens.

Stap 3: Bereken die maksimum massa ammoniumsulfaat wat vervaardig kan word

Uit bostaande stap sien ons dat 20,4 mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ beskikbaar is.

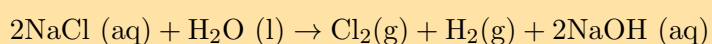
Die maksimum massa ammoniumsulfaat wat vervaardig kan word, word as volg bereken:

$$\begin{aligned}m &= nM \\&= (20,4)(132) \\&= 2692,8 \text{ g} \\&= 2,6928 \text{ kg}\end{aligned}$$

Die maksimum massa ammoniumsulfaat wat vervaardig kan word is 2,69 kg.

Oefening 8 – 3:

1. Wanneer 'n elektriese stroom deur 'n natriumchloriedoplossing gestuur word, word natriumhidroksied as produk gevorm volgens die volgende vergelyking:



Wat is die maksimum massa natriumhidroksied wat uit 4,0 kg natriumchloried en 3,0 kg water verkry kan word?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277K



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Persentasie opbrengs

ESE5B

Die persentasie opbrengs van 'n reaksie is baie belangrik aangesien dit 'n aanduiding is van hoe doeltreffend 'n reaksie is. 'n Reaksie met 'n lae persentasie opbrengs is nie baie bruikbaar in die industrie nie. Indien 'n nuwe medisyne of pesbestryder vervaardig word en die reaksie 'n lae persentasie opbrengs lewer, sal dit beter wees om na 'n ander manier te soek om die produkte te vorm. Dit verminder die hoeveelheid (dikwels baie duur) chemikalië wat jy gebruik en dit verminder die afvalstowwe wat gevorm word.

Die persentasie opbrengs word as volg bereken:

$$\% \text{opbrengs} = \frac{\text{werklike opbrengs}}{\text{teoretiese opbrengs}} \times 100$$

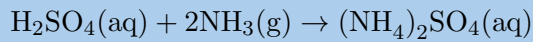
waar die ware opbrengs die hoeveelheid produkte is wat verkry word wanneer die reaksie uitgevoer word teenoor die teoretiese opbrengs wat vir die reaksie met behulp

van stoïchiometriese metodes bereken word.

Uitgewerkte voorbeeld 8: Persentasie opbrengs

VRAAG

Swawelsuur (H_2SO_4) reageer met ammoniak (NH_3) en lewer die kunsmis ammoniumsulfaat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) volgens die volgende vergelyking:



'n Fabriekswerker voer bostaande reaksie uit (en gebruik 2,0 kg swawelsuur en 1,0 kg ammoniak) en verkry 2,5 kg ammoniumsulfaat. Wat is die persentasie opbrengs vir die reaksie?

OPLOSSING

Stap 1: Stel vas wat die beperkende reagens is

Die beperkende reagens vir hierdie reaksie word met behulp van dieselfde hoeveelhede reagentse as in die vorige uitgewerkte voorbeeld bepaal, so die resultaat van daardie berekeninge word hier gebruik.

Swawelsuur is die beperkende reagens. Die getal mol ammoniumsulfaat wat geproduseer kan word, is 20,4 mol.

Stap 2: Bereken die teoretiese opbrengs van ammoniumsulfaat

Vanaf die vorige uitgewerkte voorbeeld kry ons die maksimum massa ammoniumsulfaat wat geproduseer kan word.

Die teoretiese opbrengs (of maksimum massa) ammoniumsulfaat wat geproduseer kan word is 2,69 kg.

Stap 3: Bereken die persentasie opbrengs

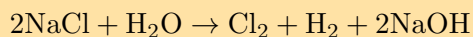
$$\begin{aligned}\% \text{opbrengs} &= \frac{\text{werklike opbrengs}}{\text{teoretiese opbrengs}} \times 100 \\ &= \frac{2,5}{2,694}(100) \\ &= 92,8\%\end{aligned}$$

Hierdie reaksie het 'n hoë persentasie opbrengs en sal 'n bruikbare reaksie wees om in die industrie te gebruik.

Oefening 8 – 4:

1. Wanneer 'n elektriese stroom deur 'n natriumchloried oplossing gestuur word

word natriumhidroksied as produk gevorm volgens die volgende vergelyking:



'n Chemikus voer die reaksie hierbo uit deur 4,0 kg natriumchloried en 3,0 kg water te gebruik. Die chemikus vind dat hulle 1,8 kg natriumhidroksied kry. Wat is die persentasie opbrengs?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277M



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Molekulêre en empiriese formules

ESE5C

Molekulêre en empiriese formules is reeds bekendgestel in Graad 10. Die empiriese formule is die eenvoudigste formule van 'n verbinding (en verteenwoordig die verhouding tussen die atome van elke element in 'n verbinding). Die molekulêre formule is die volledige of ware formule (en verteenwoordig die totale getal atome van elke element in 'n verbinding). Jy moet ook die persentasie samestelling van 'n stof kan onthou van Graad 10. Dit is die persentasie wat elke element bydra tot die algehele molekulêre formule. Byvoorbeeld water (H_2O) het die volgende persentasie samestelling: 89% suurstof en 11% waterstof.

Uitgewerkte voorbeeld 9: Empiriese en molekulêre formule

VRAAG

Asyn, wat ons in ons huise gebruik, is 'n verdunde vorm van asynsuur. 'n Monster van asynsuur het die volgende persentasie samestelling: 39,9% koolstof, 6,7% waterstof en 53,4% suurstof.

1. Bepaal die empiriese formule van asynsuur.
2. Bepaal die molekulêre formule van asynsuur as die molêre massa van asynsuur $60,06 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ is.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die massa

In 100 g van asynsuur, is daar: 39,9 g C, 6,7 g H en 53,4 g O.

Stap 2: Bepaal die aantal mol

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n_C = \frac{39,9}{12} = 3,325 \text{ mol}$$

$$n_H = \frac{6,7}{1,01} = 6,6337 \text{ mol}$$

$$n_O = \frac{53,4}{16} = 3,3375 \text{ mol}$$

Stap 3: Bepaal die empiriese formule

Om die empiriese formule te vind moet ons eerstens bepaal hoeveel mol van elke element ons het. Dan deel ons die mol van elke element deur die kleinste van hierdie getalle om die verhouding van die elemente te kry. Die verhouding word afgerond tot die naaste heelgetal.

C	H	O
3,325	6,6337	3,3375
$\frac{3,325}{3,325}$	$\frac{6,6337}{3,325}$	$\frac{3,3375}{3,325}$
1	2	1

Die empiriese formule is CH_2O .

Stap 4: Vind die molekulêre formule

Die molêre massa van asynsuur wanneer die empiriese formule (CH_2O) gebruik is, is $30,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Die vraag gee egter die molêre massa as $60,06 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Daarom moet die werklike aantal mol van elke element dubbel soveel wees as in die empiriese formule $\left(\frac{60,06}{30,02} = 2\right)$. Die molekulêre formule is daarom $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ of CH_3COOH .

Oefening 8 – 5:

1. 'n Monster oksaalsuur het die volgende persentasie samestelling: 26,7% koolstof, 2,2% waterstof en 71,1% suurstof.

Bepaal die molekulêre formule van oksaalsuur as die molêre massa van oksaalsuur $90 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ is.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277N



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Die finale stoïchiometriese berekeninge waarna ons gaan kyk, is om die persentasie suiwerheid van 'n monster te bepaal. Persentasie suiwerheid is belangrik omdat, wanneer jy 'n verbinding berei, jy 'n klein hoeveelheid onsuiverheid in die monster mag hê en moet jy dit onder 'n sekere vlak hou. Of jy sal wil weet hoeveel van 'n spesifieke ioon opgelos is in water om te bepaal of dit onder 'n sekere wettige vlak is.

Persentasie suiwerheid kan bereken word deur

$$\% \text{suiwerheid} = \frac{\text{massa van verbinding}}{\text{massa van monster}} \times 100$$

te gebruik.

Uitgewerkte voorbeeld 10: Persentasie suiwerheid

VRAAG

Skulpe bevat kalsiumkarbonaat (CaCO_3) sowel as ander minerale. Faraah wil die hoeveelheid kalsiumkarbonaat in die skulp bepaal. Sy vind dat die skulp 5 g weeg. Nadat sy nog eksperimente gedoen het, vind sy dat die massa kalsiumkarbonaat saam met die kroesie ('n houder wat gebruik word om stowwe in te verhit) is 3,2 g. Die massa van die kroesie is 0,5 g. Hoeveel kalsiumkarbonaat is in die skulp?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf 'n vergelyking neer vir persentasie suiwerheid

Persentasie suiwerheid word gegee deur:

$$\% \text{suiwerheid} = \frac{\text{massa van verbinding}}{\text{massa van monster}} \times 100$$

Stap 2: Vind die massa van die produk

Aan ons word die massa van die kroesie sowel as die massa van die produk en die produk gegee. Ons moet die massa van die produk van die massa van die kroesie met die produk daarin aftrek, om net die massa van die produk alleen te kry.

$$\begin{aligned} \text{Mass product} &= 3,2 \text{ g} - 0,5 \text{ g} \\ &= 2,7 \text{ g} \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die antwoord

Vervanging van die berekende massa in die vergelyking vir persentasie suiwerheid gee:

$$\begin{aligned} \% \text{suiwerheid} &= \frac{\text{massa van verbinding}}{\text{massa van monster}} \times 100 \\ &= \frac{2,7}{5}(100) \\ &= 54\% \end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 11: Persentasie suiwerheid

VRAAG

Kalksteen is hoofsaaklik kalsiumkarbonaat (CaCO_3). Jake wil weet hoeveel kalsiumkarbonaat daar in 'n monster kalksteen is. Hy vind dat die monster 3,5 g weeg. Hy voeg gekonsentreerde soutsuur (HCl) by die monster. Die vergelyking vir die reaksie is:



As die massa kalsiumchloried wat geproduseer word 3,6 g is, wat is die persentasie suiwerheid van die kalksteen monster?

OPLOSSING

Stap 1: Bereken die aantal mol kalsiumchloried

Die aantal mol kalsiumchloried is:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{3,6}{111} \\ &= 0,032 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 2: Bereken die aantal mol kalsiumkarbonaat

Die mol verhouding van kalsiumchloried tot kalsiumkarbonaat is 1:1. Daarom is die aantal mol kalsiumkarbonaat 0,032 mol.

Stap 3: Bereken die massa kalsiumkarbonaat

Die massa kalsiumkarbonaat is:

$$\begin{aligned} m &= nM \\ &= (0,032)(100) \\ m &= 3,24 \text{ g} \end{aligned}$$

Stap 4: Bereken die persentasie suiwerheid

Vervanging van die berekende massa in die vergelyking vir persentasie suiwerheid gee:

$$\begin{aligned} \% \text{suiwerheid} &= \frac{\text{massa van verbinding}}{\text{massa van monster}} \times 100 \\ &= \frac{3,3}{3,5} \times (100) \\ &= 94,3\% \end{aligned}$$

Oefening 8 – 6:

1. Hematiet bevat ysteroksied (Fe_2O_3) sowel as ander verbindings. Thembile wil weet hoeveel ysteroksied daar in die monster hematiet is. Hy vind dat die monster hematiet 6,2 g weeg. Nadat hy nog eksperimente gedoen het, vind hy dat die massa van die ysteroksied en die kroesie ('n houer waarin stowwe verhit kan word) 4,8 g is. Die massa van die kroesie is 0,5 g. Hoeveel ysteroksied is in die hematiet monster?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277P



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

► Sien video: 277Q op www.everythingscience.co.za

Algemene eksperiment: Die termiese dekomposisie van lood(II)nitraat

Doel:

Om waar te neem wat gebeur wanneer lood(II)nitraat verhit word

Aparaat:

- Bunsenbrander
- Toetsbuis (glas)
- Toetsbuishouer
- 0,5 g Lood(II)nitraat

Metode:

WAARSKUWING!

Lood(II)nitraat produseer giftige stikstofdoksied wanneer dit verhit word

1. Plaas die lood(II)nitraat in die toetsbuis.
2. Steek die bunsenbrander aan en plaas die toetsbuis versigtig in die vlam. Onthou om die opening van die buis weg van jou af te wys.
3. Neem waar wat gebeur.

Resultate:

'n Knetterklank word gehoor wanneer die monster verhit word en 'n klein hoeveelheid bruingekleurde gas kan gesien word. Die wit poeier word geel.

Wanneer 'n gloeiende spaander by die mond van die toetsbuis gehou word vat die spaander weer vlam.

Wat is die gebalanseerde chemiese vergelyking vir hierdie reaksie?

**Informele eksperiment: Stoïchiometrie****Doel:**

Om die persentasie opbrengs van magnesiumkarbonaat in die reaksie tussen magnesiumsulfaat en natriumkarbonaat te bepaal.

Apparaat:

- magnesiumsulfaat (Engelse sout)
- natriumkarbonaat
- skaal
- warm plaat
- klein glasbekers (hitte weerstandig)
- filter
- filtreerpapier

Metode:

1. Weeg 5 g magnesiumsulfaat af.
2. Los die magnesiumsulfaat in 20 ml water op. Verhit die oplossing totdat die vaste stof opgelos is.
3. Los 5 g natriumkarbonaat in 20 ml warm water op. Indien nodig, verhit die oplossing totdat al die natriumkarbonaat opgelos is.
4. Voeg die natriumkarbonaatoplossing versigtig by die warm magnesiumsulfaatoplossing. Die oplossing moet melkerig lyk.
5. Weeg die filtreerpapier. (As die skaal nie baie akkuraat is nie, aanvaar dat die massa van die filtreerpapier 0 is.) Filtreer die finale oplossing versigtig.

6. Laat die filtreerpapier effens droog word (of laat dit oornag staan) en weeg dit dan. Die vaste stof wat op die filtreerpapier agterbly is magnesiumkarbonaat.

Resultaat:

Die vergelyking vir hierdie reaksie is: $\text{MgSO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{MgCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

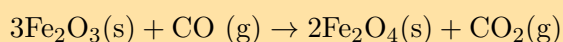
Gebruik die vergelyking hierbo om die persentasie opbrengs van die magnesiumsulfaat te bereken. Onthou dat jy die beperkende reagens moet bepaal.

Gevolgtrekking:

Die uitvoering van 'n eksperiment het ons in staat gestel om die persentasie opbrengs vir die reaksie te bereken.

Oefening 8 – 7: Stoïchiometrie

1. Gegee die volgende reaksie:



Indien 2,3 kg van Fe_2O_3 en 1,7 kg van CO gebruik word, wat is die massa Fe_2O_4 wat gevorm kan word?

2. Natriumnitraat ontbind met verhitting en vorm natriumnitriet en suurstof volgens die volgende vergelyking:



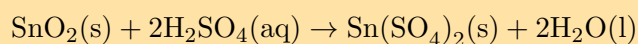
'n Chemikus gebruik 50 g natriumnitraat om die reaksie hierbo uit te voer. Die chemikus vind dat 36 g natriumnitriet gevorm word. Wat is die persentasie opbrengs?

3. Benseen het die volgende persentasie samestelling: 92,31% koolstof en 7,69% waterstof.

Bepaal die molekulêre formule van benseen as die molêre massa van benseen $78 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ is.

4. Cuprite is 'n klein kopererts. Dit is grotendeels saamgestel uit koper(I)oksied (Cu_2O). Jennifer wil weet hoeveel koperoksied in 'n monster van cuprite is. Sy het 'n monster cuprite wat 7,7 g weeg. Sy voer 'n paar eksperimente daarop uit en vind dat die ysteroksied en smeltkroes ('n houer wat gebruik word om verbindings in te meet) 'n massa van 7,4 g het. Die massa van die smeltkroes is 0,2 g. Wat is die persentasie suiwerheid van die cuprite?

5. 'n Monster wat tindioksied (SnO_2) bevat, moet getoets word om te sien hoeveel tindioksied dit bevat. Die monster weeg 6,2 g. Swawelsuur (H_2SO_4) word bygevoeg en tinsulfaat ($\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$) vorm. Die vergelyking vir die reaksie is:



As die massa van tinsulfaat gevorm 4,7 g is, wat is die persentasie suiwerheid van die monster?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277R 2. 277S 3. 277T 4. 277V 5. 277W



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

8.3 Volume verhoudings in gasagtige reaksies

ESE5F

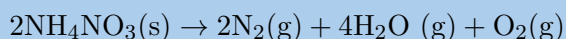
Deur gebruik te maak van wat ons geleer het oor stoïchiometrie en gasse kan ons nou al hierdie beginsels toepas op reaksies met gasse.

Ons sal 'n ontploffing as 'n voorbeeld gebruik.

Uitgewerkte voorbeeld 12: Ontploffings

VRAAG

Ammoniumnitraat word gebruik as 'n ploffstof in die mynsektor. Die volgende reaksie vind plaas as ammoniumnitraat verhit word:



As 750 g ammoniumnitraat gebruik word, wat sal die volume suurstofgas wees wat ons kan verwag om te vorm (by STD)?

OPLOSSING

Stap 1: Bereken die aantal mol ammoniumnitraat

Die aantal mol ammoniumnitraat gebruik is:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{750}{80} \\ &= 9,375 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 2: Bereken die hoeveelheid suurstof

Die mol verhouding van NH_4NO_3 tot O_2 is 2 : 1. Die aantal mol O_2 is dus:

$$\begin{aligned} n_{\text{O}_2} &= n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times \frac{\text{stoïchiometriesse koëffisiënt O}_2}{\text{stoïchiometriesse koëffisiënt NH}_4\text{NO}_3} \\ &= 9,375 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \\ &= 4,6875 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die volume suurstof

Onthou dat ons vroeër in die hoofstuk gesê het dat een mol van enige gas 'n volume van 22,4 dm³ beslaan by STD.

$$\begin{aligned} V &= (22,4)n \\ &= (22,4)(4,6875) \\ &= 105 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Lugsakke in motors gebruik 'n beheerde ontploffing om die sak op te blaas. As die motor 'n ander motor/voorwerp tref is daar verskeie sensors wat die lugsak aktiveer. 'n Chemiese reaksie vorm dan 'n groot volume gas wat die sak laat opblaas.

Uitgewerkte voorbeeld 13: Beheerde ontploffing

VRAAG

Natriumasied word soms ook in lugsakke gebruik. As dit geaktiveer word vind die volgende reaksie plaas:



As ons 55 gram natriumasied gebruik, watter volume stikstofgas kan ons verwag om te vorm?

OPLOSSING

Stap 1: Bereken die aantal mol natriumasied

Die aantal mol natriumasied gebruik is:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{55}{65} \\ &= 0,85 \text{ mol} \end{aligned}$$

Stap 2: Bereken die hoeveelheid stikstof

Die mol verhouding van NaN_3 tot N_2 is 2 : 3. Die aantal mol N_2 is dus:

$$\begin{aligned}n_{\text{N}_2} &= n_{\text{NaN}_3} \times \frac{\text{stoïchiometriesse koëffisiënt } \text{N}_2}{\text{stoïchiometriesse koëffisiënt } \text{NaN}_3} \\&= 0,85 \text{ molNaN}_3 \times \frac{3 \text{ molN}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} \\&= 1,27 \text{ mol}\end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die volume stikstof

$$\begin{aligned}V &= (22,4)n \\&= (22,4)(1,27) \\&= 28,4 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

Oefening 8 – 8: Gasse 2

1. Watter volume suurstof word benodig om 5 g magnesium heeltemal te verbrand om magnesiumoksied te vorm?
2. Annelize maak 'n klein vulkaan vir haar wetenskapprojek. Sy meng koeksoda (grotendeels NaHCO_3) en asyn (grotendeels CH_3COOH) saam om die vulkaniese uitbarsting voor te bring. Die reaksie vir hierdie vergelyking is:



Watter volume koolstofdiksied word gevorm as Annelize 50 ml van $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ asynsuur gebruik?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 277X 2. 277Y



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

8.4 Opsomming

ESE5G

📌 Sien aanbieding: 277Z op www.everythingscience.co.za

- Die volume van **een mol** gas by STD is $22,4 \text{ dm}^3$.

- Vir enige aantal mol gas by STD kan ons $V_g = 22,4n_g$ gebruik om die volume te bepaal.
- Die volume verhouding vir twee gasse in 'n reaksie word gegee as: $V_A = \frac{a}{b}V_B$.
waar V_A die volume van gas A is, V_B gas B is, a die stoïchiometriese koëffisiënt van gas A en b die stoïchiometriese koëffisiënt van gas B is.
- Die **konsentrasie** van 'n oplossing kan bereken word deur die volgende te gebruik: $C = \frac{n}{V}$
waar C die konsentrasie (in mol·dm³) is, n die aantal mol opgeloste stof is en V die volume van die oplossing (in dm³).
- 'n **Standaardoplossing** is 'n oplossing waarvan die konsentrasie tot 'n hoë graad van akkuraatheid bekend is. In berekening kan die standaardoplossing dus gesien word as 'n oplossing waarin die konsentrasie 'n vasgestelde waarde het.
- 'n **Titrasie** is 'n tegniek wat gebruik word om die konsentrasie van 'n onbekende oplossing te bepaal. Ons kan die onbekende konsentrasie bereken deur:

$$\frac{C_A V_A}{a} = \frac{C_B V_B}{b}$$

- 'n **Beperkende reagens** is 'n reagens wat heeltemal opgebruik word in 'n chemiese reaksie.
- 'n **Oormatige reagens** is die reagens wat nie volledig opgebruik word in 'n chemiese reaksie nie.
- **Persentasie opbrengs** word bereken deur:

$$\% \text{opbrengs} = \frac{\text{werklike opbrengs}}{\text{teoretiese opbrengs}} \times 100$$

Waar die werklike opbrengs die hoeveelheid produk is wat geproduseer word wanneer jy die reaksie uitvoer en die teoretiese opbrengs die hoeveelheid produk is wat jy met stoïchiometriese metodes vir die reaksie bereken.

- Die **empiriese formule** is die eenvoudigste formule van 'n verbinding.
- Die **molekulêre formule** is die volledige formule van 'n verbinding.
- **Persent suiwerheid** word bereken deur:

$$\% \text{suiwerheid} = \frac{\text{massa van verbinding}}{\text{massa van monster}} \times 100$$

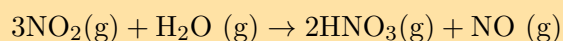
Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Konsentrasie (C)	mol per kubieke desimetre	mol·dm ⁻³
Massa (m)	kilogram	kg
Mol (n)	mol	mol
Volume (V)	kubieke meter	m ³

1. Skryf slegs die woord/term vir elk van die volgende beskrywings:
 - a) 'n Reaktant wat volledig opgebruik word in 'n chemiese reaksie.
 - b) Die eenvoudigste formule van 'n verbinding.
 - c) Die hoeveelheid produk wat deur stoïchiometriese metodes vir 'n reaksie bereken word.
 - d) 'n Tegniek om die konsentrasie van 'n onbekende oplossing te bepaal.

2. Wat is die volume van 3 mol van N_2 gas by STD?

- a) $67,2 \text{ dm}^3$
- b) $22,4 \text{ dm}^3$
- c) $33,6 \text{ dm}^3$
- d) $63,2 \text{ dm}^3$

3. Gegee die volgende reaksie:



As $2,7 \text{ dm}^3$ van NO_2 gebruik word, watter volume van HNO_3 word geproduseer?

- a) $4,1 \text{ dm}^3$
- b) $2,7 \text{ dm}^3$
- c) $1,8 \text{ dm}^3$
- d) $3,4 \text{ dm}^3$

4. As $4,2 \text{ g}$ magnesiumsulfaat opgelos word in 350 cm^3 water, wat is die konsentrasie van die oplossing?

- a) $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- b) $0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- c) $0,003 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- d) $0,0001 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

5. Goud word soms as die mineraal calaveriet gevind. Calaveriet bevat 'n telluried van goud ($AuTe_2$). Phumza wil weet hoeveel calaveriet daar in 'n klipmonster is. Sy vind dat die klipmonster $3,6 \text{ g}$ weeg. Nadat sy 'n paar eksperimente uitgevoer het, vind sy dat die massa van die calaveriet en die smeltkroes $2,4 \text{ g}$ is. Die massa van die smeltkroes is $0,3 \text{ g}$. Wat is die persentasie suiwerheid van calaveriet in die monster?

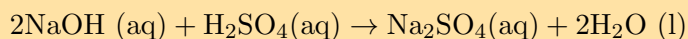
- a) 63%
- b) 54%
- c) 58%
- d) 67%

6. 300 cm^3 van 'n $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ swawelsuuroplossing word by 200 cm^3 van 'n $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ natriumhidroksiedoplossing gevoeg.

- Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie wat plaasvind wanneer hierdie twee oplossings gemeng word.
- Bereken die aantal mol swawelsuur wat by die natriumhidroksiedoplossing gevoeg is.
- Is die aantal mol swawelsuur genoeg om die natriumhidroksiedoplossing ten volle te neutraliseer? Ondersteun jou antwoord deur alle toepaslike berekeninge te wys.

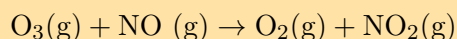
(IEB Vraestel 2 2004)

- Met die vergelyking:



25 cm³ van 'n 0,7 mol·dm⁻³ swawelsuur (H₂SO₄) oplossing is gepipetteer in 'n keëlvormige fles en getitreer met natriumhidroksied (NaOH). Daar is gevind dat 23 cm³ van die natriumhidroksied benodig is om die suur te neutraliseer. Bereken die konsentrasie van die natriumhidroksied.

- Osoon (O₃) reageer met stikstofmonoksiedgas (NO) om NO₂-gas te vorm. Die NO-gas vorm hoofsaaklik as gevolg van uitlaatgasse van motors en van sommige straalvliegtuie. Die NO₂-gas dra ook by tot die bruin rookmis wat bo-oor die meeste stedelike gebiede gesien word. Die gas is ook skadelik vir mense, aangesien dit asemhalingsprobleme (respiratoriese probleme) veroorsaak. Die volgende vergelyking dui die reaksie tussen osoon en stikstofmonoksied aan:



In een so 'n reaksie reageer 0,74 g van O₃ met 0,67 g NO.

- Bereken die aantal mol van O₃ en van NO wat teenwoordig is aan die begin van die reaksie.
- Identifiseer die beperkende reagens in die reaksie en verduidelik jou antwoord.
- Bereken die massa NO₂ wat deur die reaksie geproduseer word.

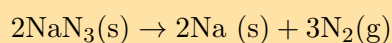
(DoE Voorbeeldvraestel 2, 2007)

- Kalsiumkarbonaat ontbind met verhitting om kalsiumoksied en suurstof te vorm volgens die volgende vergelyking:

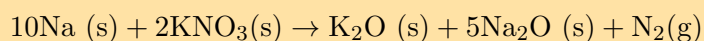


Thabang voer die bostaande reaksie uit deur 127 g kalsiumkarbonaat te gebruik. Hy vind dat hy 68,2 g kalsiumoksied verkry. Wat is die persentasie opbrengs?

- Sommige lugsakke bevat 'n mengsel van natriumasied (NaN₃) en kaliumnitraat (KNO₃). Wanneer 'n motorbotsing bespeur word deur die seinapparaat word die natriumasied verhit totdat dit ontbind om stikstofgas en natriummetaal te vorm:



Die kaliumnitraat reageer dan met die natriummetaal om nog stikstof te vorm:

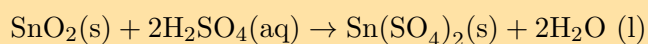


'n Tipiese passasierskantlugsak bevat 250 g natriumasied

- a) Wat is die massa van die natriummetaal wat in die eerste reaksie gevorm word?
- b) Wat is die totale volume stikstofgas wat in beide reaksies gevorm is?
- c) Hoeveel kaliumnitraat (in g) word benodig sodat al die natrium in die tweede reaksie opgebruik word?

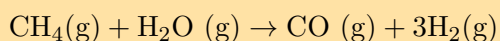
11. Chlorofluorokarbonate (CFC's) is 'n klas van komponente wat 'n lang geskiedenis van gebruik in yskaste het. CFC's word stadigaan uitgefaseer, aangesien hul die osoon in die osoonlaag verdun. Jabu het 'n monster van 'n CFC wat die volgende persentasie samestelling het: 14,05% koolstof, 41,48% chloor en 44,46% fluoor. Bepaal die molekulêre formule van hierdie CFC as die molêre massa $171 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ is.

12. 'n Monster wat tindioksied (SnO_2) bevat, moet getoets word om te sien hoeveel tindioksied dit bevat. Die monster weeg 6,2 g. Swawelsuur (H_2SO_4) word bygevoeg en tinsulfaat ($\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$) vorm. Die vergelyking vir die reaksie is:



As die massa van tinsulfaat gevorm 4,7 g is, wat is die persentasie suiwerheid van die monster?

13. Singas (sintese-gas) is 'n mengsel van koolstofmonoksied en waterstof. Singas kan vanaf metaan geproduseer word deur:



Neels wil 'n mengsel van singas maak wat drie keer die volume van waterstofgas het.

- a) As die volume metaan wat gebruik word 4 dm^3 is, watter volume koolstofmonoksied en waterstof sal geproduseer word?
- b) Sal hierdie hoeveelheid metaan die regte mengsel produseer?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. 2782 1b. 2783 1c. 2784 1d. 2785 2. 2786 3. 2787
 4. 2788 5. 2789 6. 278B 7. 278C 8. 278D 9. 278F
 10. 278G 11. 278H 12. 278J 13. 278K



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Elektrostatika

9.1	<i>Inleiding</i>	322
9.2	<i>Coulomb se wet</i>	322
9.3	<i>Elektriese veld</i>	332
9.4	<i>Opsomming</i>	345

9.1 Inleiding

ESE5H

In Graad 10 het jy geleer van die krag tussen ladings. In hierdie hoofstuk sal jy leer presies hoe om hierdie krag te bereken en ook 'n basiese wet van elektrostatika leer.

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Verhoudings en breuke — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Eenhede en eenheid omskakeling — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede
- Wetenskaplike notasie — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede

9.2 Coulomb se wet

ESE5J

Soortgelyke ladings stoot mekaar af en teenoorgestelde ladings trek mekaar aan. As die ladings stilstaande is, staan die krag tussen hulle bekend as 'n **elektrostatiese krag**. Die elektrostatiese krag tussen die ladings vergroot as die grootte van die ladings vergroot of die afstand tussen die ladings verklein.

Elektrostatiese krag is eerste deur Charles-Augustin de Coulomb rondom 1784 bestudeer. Deur sy waarnemings het hy gewys dat die **grootte** van die elektrostatiese krag tussen twee puntladings omgekeerd eweredig is aan die kwadraat van die afstand tussen die ladings. Hy het ook ontdek dat die **grootte** van die krag direk eweredig is aan die produk van die ladings. Dus:

$$F \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2},$$

waar Q_1 en Q_2 die onderskeidelike groottes van die twee ladings en r die afstand tussen hulle is. Die grootte van die elektrostatiese krag tussen twee puntladings word gegee deur *Coulomb se wet*.

DEFINISIE: *Coulomb se wet*

Coulomb se wet stel dat die grootte van die elektrostatiese krag tussen twee puntladings direk eweredig is aan die produk van die groottes van die ladings en omgekeerd eweredig is aan die kwadraat van die afstand tussen hulle.

$$F = \frac{kQ_1 Q_2}{r^2},$$

Die eweredigheidskonstante k word die *elektrostatiese konstante* genoem en het die waarde $9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ in vrye ruimte.

Ooreenkomste tussen Coulomb se wet en Newton se universele gravitasie wet

Let op hoe soortgelyk Coulomb se wet aan Newton se universele gravitasie wet is tussen twee puntagtige deeltjies:

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{d^2},$$

waar m_1 en m_2 die massas van die twee puntagtige deeltjies is, d die afstand tussen hulle is en G die gravitasiekonstante. Albei is omgekeerde vierkantwette.

Albei kragte verteenwoordig die krag wat die deeltjies (puntmassas en puntladings) op mekaar deur middel van 'n veld uitoefen.

► Sien video: [278M](#) op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 1: Coulomb se wet

VRAAG

Twee puntladings het onderskeidelike ladings van $+3 \times 10^{-9} \text{ C}$ en $-5 \times 10^{-9} \text{ C}$ en is 2 m van mekaar. Bereken die grootte van die krag tussen hulle en sê of dit 'n aantrekkende of afstotende krag is.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat benodig word

Ons word versoek om die krag tussen twee puntladings te bereken vanaf hul gegewe ladings en die afstand tussen hulle.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan Coulomb se wet gebruik om die grootte van die krag te bereken: $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$

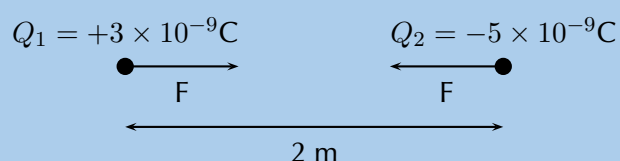
Stap 3: Bepaal wat word gegee

Ons is gegee:

$$\bullet Q_1 = +3 \times 10^{-9} \text{ C} \quad \bullet Q_2 = -5 \times 10^{-9} \text{ C} \quad \bullet r = 2 \text{ m}$$

Ons weet dat $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

Ons kan 'n diagram van die situasie teken.



Stap 4: Kontroleer eenhede

Alle waardes is in SI-eenhede.

Stap 5: Bereken die grootte van die krag

Deur Coulomb se wet te gebruik, het ons

$$\begin{aligned} F &= \frac{kQ_1Q_2}{r^2} \\ &= \frac{(9,0 \times 10^9)(3 \times 10^{-9})(5 \times 10^{-9})}{(2)^2} \\ &= 3,37 \times 10^{-8} \text{ N} \end{aligned}$$

Dus is die *grootte* van die krag $3,37 \times 10^{-8} \text{ N}$. Aangesien die puntladings teenoorgestelde tekens het is die krag aantrekkend.

Stap 6: Vryliggaamdiagram

Ons kan 'n vryliggaamdiagram teken om die kragte te wys. Elke lading ondervind 'n krag met dieselfde grootte en die kragte is aantrekkend, dus het ons:

$$\begin{array}{ccc} Q_1 = +3 \times 10^{-9} \text{ C} & & Q_2 = -5 \times 10^{-9} \text{ C} \\ \bullet \xrightarrow{\hspace{1cm}} & & \xleftarrow{\hspace{1cm}} \bullet \\ F = 3,37 \times 10^{-8} \text{ N} & & F = 3,37 \times 10^{-8} \text{ N} \end{array}$$

Hier volg nog 'n voorbeeld wat die verskil in grootte tussen die gravitasiekrag en die elektrostatiese krag uitbeeld.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Coulomb se wet

VRAAG

Bepaal die groottes van die elektrostatiese krag en die gravitasiekrag tussen twee elektrone wat 10^{-10} m van mekaar af is (m.a.w. die kragte wat binne die atoom ondervind word) en sê of die kragte aantrekkend of afstotend is.

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat benodig word

Ons word versoek om die elektrostatiese- en gravitasiekragte tussen die twee elektrone te bereken, waar die afstand tussen hulle gegee word.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan

$$F_e = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

gebruik om die elektrostatische krag te bereken en

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$$

gebruik om die gravitasiekrag te bereken.

Stap 3: Bepaal wat gegee word

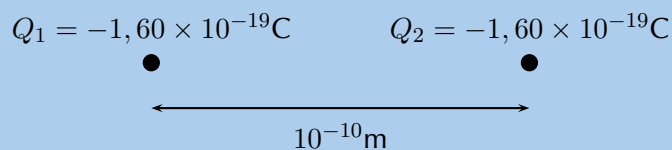
- $Q_1 = Q_2 = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (Die lading op die elektron)
- $m_1 = m_2 = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ (Die massa van 'n elektron)
- $r = d = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$

Ons weet dat:

- $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

Alle waardes is in SI-eenhede.

Ons kan 'n diagram van die situasie teken.



Stap 4: Bereken die elektrostatische krag

$$\begin{aligned} F_e &= \frac{kQ_1Q_2}{r^2} \\ &= \frac{(9,0 \times 10^9)(1,60 \times 10^{-19})(1,60 \times 10^{-19})}{(10^{-10})^2} \\ &= 2,30 \times 10^{-8} \text{ N} \end{aligned}$$

Dus is die grootte van die elektrostatische krag tussen twee elektrone $2,30 \times 10^{-8} \text{ N}$. Aangesien elektrone gelyksoortige ladings dra is die krag afstotend.

Stap 5: Bereken die gravitasiekrag

$$\begin{aligned} F_g &= \frac{Gm_1m_2}{d^2} \\ &= \frac{(6,67 \times 10^{-11})(9,11 \times 10^{-31})(9,11 \times 10^{-31})}{(10^{-10})^2} \\ &= 5,54 \times 10^{-51} \text{ N} \end{aligned}$$

WENK

Ons kan Newton se derde wet op lading toepas omdat twee ladings kragte van gelyke grootte op mekaar in verskillende rigtings toepas.

WENK

Kies 'n positiewe rigting.

Wanneer Coulomb se wet in die vergelyking ingelees word, kan jy 'n positiewe rigting kies wat dit dus onnodig maak om enige tekens vir ladings in te voeg. Jy kan eerder 'n positiewe rigting kies.

Daardie kragte wat geneig is om die lading in die rigting te beweeg word bymekaargetel terwyl die kragte wat in die teenoorgestelde rigting werk, afgetrek word.

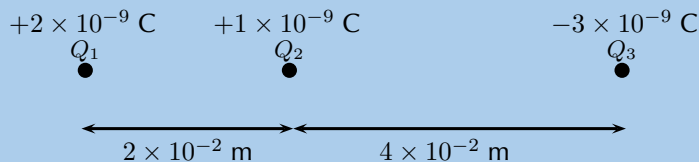
Die grootte van die gravitasiekrag tussen die elektrone is $5,54 \times 10^{-51}$ N. Onthou dat gravitasiekrag altyd 'n aantrekkingskrag is.

Let op dat die gravitasiekrag tussen die elektrone **baie kleiner** is as die elektrostatiese krag.

Uitgewerkte voorbeeld 3: Coulomb se wet

VRAAG

Drie puntladings is in 'n reguit lyn. Hulle ladings is $Q_1 = +2 \times 10^{-9}$ C, $Q_2 = +1 \times 10^{-9}$ C en $Q_3 = -3 \times 10^{-9}$ C. Die afstand tussen Q_1 en Q_2 is 2×10^{-2} m en die afstand tussen Q_2 en Q_3 is 4×10^{-2} m. Wat is die netto elektrostatiese krag op Q_2 as gevolg van die ander twee ladings?



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat nodig word

Ons moet die netto krag op Q_2 bereken. Die krag is die som van die twee elektrostatiese kragte - die krag tussen Q_1 op Q_2 en Q_3 op Q_2

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

- Ons moet die twee elektrostatiese kragte op Q_2 bereken deur Coulomb se wet te gebruik.
- Ons moet dan die twee kragte optel deur ons reëls vir vektorhoeveelhede optelling te gebruik omdat krag 'n vektorhoeveelheid is.

Stap 3: Bepaal wat word gegee

Al die ladings en afstande word gegee.

Stap 4: Bereken die grootte van die kragte

Krag op Q_2 as gevolg van Q_1

$$\begin{aligned}
 F_1 &= k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(2 \times 10^{-9})(1 \times 10^{-9})}{(2 \times 10^{-2})^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(2 \times 10^{-9})(1 \times 10^{-9})}{(4 \times 10^{-4})} \\
 &= 4,5 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Krag op Q_2 as gevolg van Q_3

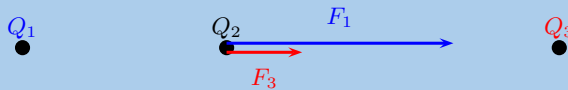
$$\begin{aligned}
 F_3 &= k \frac{Q_2 Q_3}{r^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(1 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(4 \times 10^{-2})^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(1 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(16 \times 10^{-4})} \\
 &= 1,69 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Stap 5: Vektoroptelling van kragte

Ons weet wat die groottes van die kragte is, maar ons moet die ladings gebruik om te bepaal of die kragte aantrekkings- of afstotingskragte is. Dit is handig om 'n kragtediagram te trek om die finale rigting van die netto krag op Q_2 te bepaal. Ons kies die positiewe rigting as na regs (die positiewe x -rigting).

Die krag tussen Q_1 en Q_2 is afstotend (gelyksoortige ladings). Dit beteken dat dit Q_2 na regs of in die positiewe rigting stoot.

Die krag tussen Q_2 en Q_3 is 'n aantrekkingskrag (ongelyksoortige ladings) en trek Q_2 na regs.



Dus werk albei kragte in die positiewe rigting.

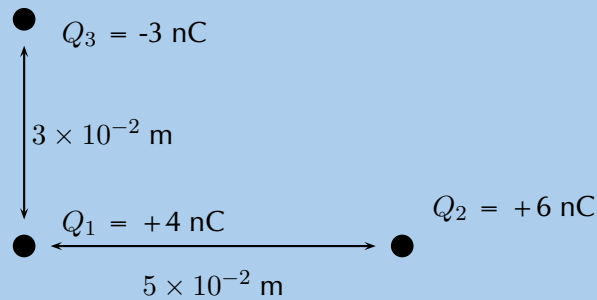
Dus

$$\begin{aligned}
 F_R &= 4,5 \times 10^{-5} \text{ N} + 1,69 \times 10^{-5} \text{ N} \\
 &= 6,19 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Die resultante krag wat op Q_2 inwerk is $6,19 \times 10^{-5} \text{ N}$ na regs.

VRAAG

Drie puntladings vorm 'n reghoekige driehoek. Hulle ladings is $Q_1 = 4 \times 10^{-9} \text{ C} = 4 \text{ nC}$, $Q_2 = 6 \times 10^{-9} \text{ C} = 6 \text{ nC}$ en $Q_3 = -3 \times 10^{-9} \text{ C} = -3 \text{ nC}$. Die afstand tussen Q_1 en Q_2 is $5 \times 10^{-2} \text{ m}$ en die afstand tussen Q_1 en Q_3 is $3 \times 10^{-2} \text{ m}$. Wat is die netto elektrostatische krag van Q_1 as gevolg van die ander twee ladings as hulle rangskik word soos hieronder gewys.


OPLOSSING
Stap 1: Bepaal wat nodig word

Ons moet die netto krag op Q_1 bereken. Die krag is die som van twee elektrostatische kragte - die kragte van Q_2 op Q_1 en Q_3 op Q_1 .

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

- Ons moet Coulomb se wet gebruik om die elektrostatische krag wat op Q_1 uitgeoefen word deur Q_2 en die elektrostatische krag wat op Q_1 deur Q_3 uitgeoefen word te bereken.
- Ons moet dan die twee kragte optel deur ons reëls vir die optel van vektorhoeveelhede te gebruik omdat krag 'n vektorhoeveelheid is.

Stap 3: Bepaal wat word gegee

Al die ladings en twee van die afstande word gegee.

Stap 4: Bereken die grootte van die kragte

Die grootte van die krag wat deur Q_2 op Q_1 uitgeoefen word, wat ons F_2 sal noem, is:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(4 \times 10^{-9})(6 \times 10^{-9})}{(5 \times 10^{-2})^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(4 \times 10^{-9})(6 \times 10^{-9})}{(25 \times 10^{-4})} \\
 &= 8,630 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Die grootte van die krag wat deur Q_3 op Q_1 uitgeoefen word, wat ons F_3 sal noem, is:

$$\begin{aligned} F_3 &= k \frac{Q_1 Q_3}{r^2} \\ &= (9,0 \times 10^9) \frac{(4 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} \\ &= (9,0 \times 10^9) \frac{(4 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(9 \times 10^{-4})} \\ &= 1,199 \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

Stap 5: Vektoroptelling van kragte

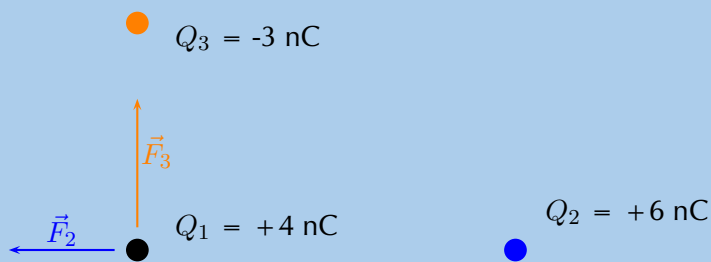
Dit is 'n twee-dimensionele probleem met vektore. Ons het alreeds baie twee-dimensionele kragprobleme opgelos en ons sal presies **dieselfde prosedure** as van tevore gebruik. Bepaal die vektore op die Cartesiese vlak, breek hulle in komponente op in die x - en y -rigtings en tel dan die komponente in elke rigting op om die resultant te kry.

Ons kies die positiewe rigtings as na regs (die positiewe x -rigting) en opwaarts (die positiewe y -rigting). Ons weet wat die groottes van die kragte is, maar ons moet die tekens van die ladings gebruik om te bepaal watter van die kragte afstotings- en watter aantrekkingskragte is. Ons kan dan 'n diagram gebruik om die rigtings te bepaal.

Die krag tussen Q_1 en Q_2 is afstotend (gelyksoortige ladings). Dit beteken dat dit Q_1 na links stoot of in die negatiewe x -rigting.

Die krag tussen Q_1 en Q_3 is aantrekkend (ongelyksoortige ladings) en trek Q_1 in die positiewe y -rigting.

Ons kan die diagram as 'n vryliggaamdiagram oorteken om seker te maak dat ons die situasie kan visualiseer.

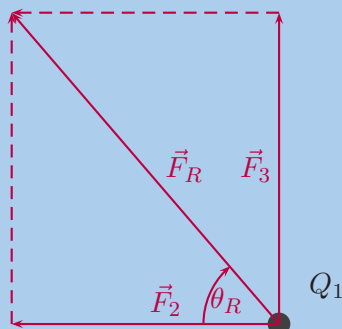


Stap 6: Resultante krag

Die grootte van die resultante krag wat op Q_1 inwerk kan bereken word deur Pythagoras se stelling te gebruik omdat daar slegs twee kragte is en hulle in die x - en y -rigtings werk:

$$\begin{aligned} F_R^2 &= F_2^2 + F_3^2 \text{ deur Pythagoras se stelling} \\ F_R &= \sqrt{(8,630 \times 10^{-5})^2 + (1,199 \times 10^{-4})^2} \\ F_R &= 1,48 \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

Die hoek, θ_R wat met die x -as gemaak word kan deur trigonometrie gevind word.



$$\tan(\theta_R) = \frac{\text{y-komponent}}{\text{x-komponent}}$$

$$\tan(\theta_R) = \frac{1,199 \times 10^{-4}}{8,630 \times 10^{-5}}$$

$$\theta_R = \tan^{-1}\left(\frac{1,199 \times 10^{-4}}{8,630 \times 10^{-5}}\right)$$

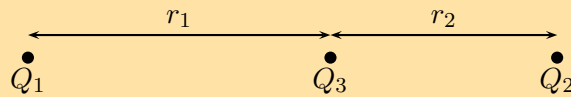
$$\theta_R = 54,25^\circ \text{ tot 2 desimale plekke}$$

Die finale resultante krag wat op Q_1 inwerk is $1,48 \times 10^{-4}$ N wat 'n hoek van $54,25^\circ$ met die negatiewe x -as of $125,75^\circ$ met die positiewe x -as vorm.

Ons het in Graad 10 genoem dat lading wat op 'n sferiese geleier geplaas word eweredig oor die oppervlak versprei. As ons dus elektrostasies ver genoeg van die gelaai sfeer is, tree dit soos 'n gelyksoortige puntlading op. Ons kan dus die sferiese geleiers (bv. metaalballe) soos gelyksoortige puntladings hanteer met al die ladings wat in die middel werk.

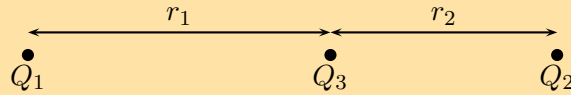
Oefening 9 – 1: Elektrostasiese kragte

1. Bereken die elektrostasiese krag tussen twee ladings $+6$ nC en $+1$ nC as hulle op 'n afstand van 2 mm van mekaar af is.
2. Wat is die afstotingskrag tussen twee vlierpitballetjies ('n vlierpitballetjie is 'n klein, ligte balletjie wat maklik gelaai kan word) wat op 'n afstand van 8 cm mekaar af is met gelyke ladings van -30 nC?
3. Hoe sterk is die aantrekkingskrag tussen 'n glasstaaaf met 'n $0,7$ μC lading en 'n sydoek met 'n $-0,6$ μC lading, as hulle 12 cm van mekaar af is. Gebruik die benadering dat hulle as puntladings optree?
4. Twee puntladings oefen 'n krag van 5 N op mekaar uit. Wat sal die resulterende krag wees as die afstand tussen hulle met 'n faktor van drie vergroot word?
5. Twee puntladings word nader aan mekaar gebring, wat die krag tussen hulle met 'n faktor van 25 vergroot. Met watter faktor is hulle verwydering vanaf mekaar verminder?
6. As twee gelyke ladings van 1 C elk van mekaar in lug geskei is oor 'n afstand van 1 km, wat is die grootte van die krag tussen hulle?
7. Bereken die afstand tussen twee ladings van $+4$ nC en -3 nC as die elektrostasiese krag tussen hulle $0,005$ N is.
8. Vir die ladingskonfigurasie getoon, bereken die krag op Q_2 as:
 - $Q_1 = 2,3 \times 10^{-7}$ C
 - $Q_2 = 4 \times 10^{-6}$ C
 - $Q_3 = 3,3 \times 10^{-7}$ C
 - $r_1 = 2,5 \times 10^{-1}$ m
 - $r_2 = 3,7 \times 10^{-2}$ m

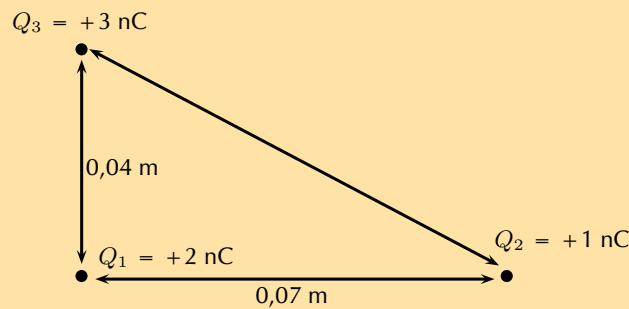


9. Vir die ladingskonfigurasie getoon, bereken die lading op Q_3 as die resulterende krag op Q_2 $6,3 \times 10^{-5}$ N na regs is, en:

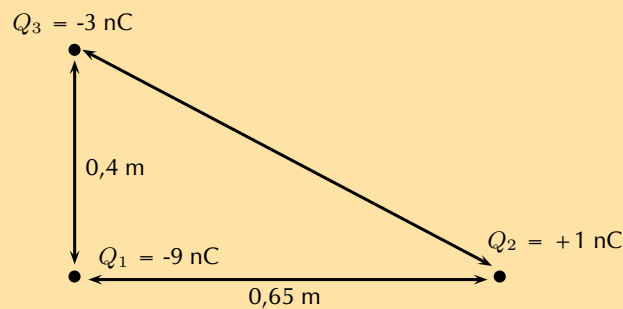
- $Q_1 = 4,36 \times 10^{-6}$ C
- $Q_2 = -7 \times 10^{-7}$ C
- $r_1 = 1,85 \times 10^{-1}$ m
- $r_2 = 4,7 \times 10^{-2}$ m



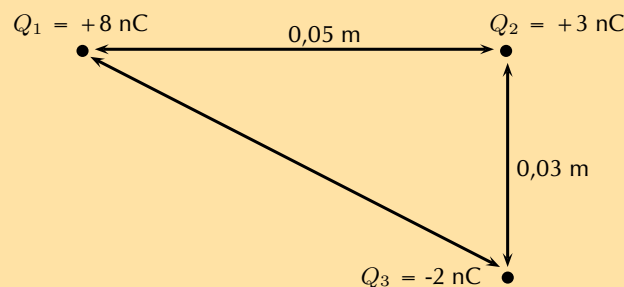
10. Bereken die resulterende krag op Q_1 gegewe die volgende ladingskonfigurasie:



11. Bereken die resulterende krag op Q_1 gegewe die volgende ladingskonfigurasie:



12. Bereken die resulterende krag op Q_2 gegewe die volgende ladingskonfigurasie:



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 278N 2. 278P 3. 278Q 4. 278R 5. 278S 6. 278T
7. 278V 8. 278W 9. 278X 10. 278Y 11. 278Z 12. 2792



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Ons het in die vorige afdeling gesien dat puntladings kragte op mekaar uitoefen selfs wanneer hulle ver van mekaar af is en nie aan mekaar raak nie. Hoe 'weet' die ladings van die bestaan van ander ladings rondom hulle?

Die antwoord is dat jy aan elke lading kan dink asof dit in die ruimte deur 'n elektriese veld omring word. Die elektriese veld is die gebied in die ruimte waarin die elektriese lading 'n krag sal ondervind. Die rigting van die elektriese veld verteenwoordig die rigting van die krag wat 'n positiewe toetslading sal ervaar as dit in elektriese veld geplaas word. Met ander woorde, die rigting van die elektriese veld by 'n punt in die ruimte is dieselfde as die rigting waarin 'n positiewe toetslading sal beweeg as dit op daardie punt geplaas word.

DEFINISIE: *Elektriese veld*

'n Gebied in die ruimte waarin 'n elektriese lading 'n krag sal ondervind. Die rigting van die krag by 'n punt in die ruimte is die rigting waarin 'n positiewe toetslading sal beweeg as dit op daardie punt geplaas word.

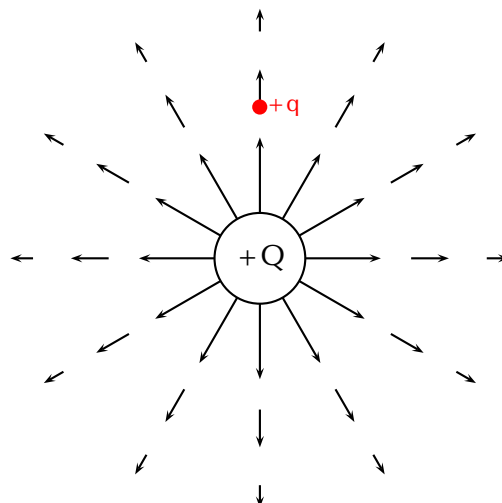
Die voorstelling van elektriese velde

ESE5M

Ons kan die grootte en rigting van 'n elektriese veld by 'n punt voorstel deur **elektriese veldlyne** te gebruik. Dit is soortgeyk aan die voorstelling van magnetiese velde rondom magnete deur die gebruik van magnetiese veldlyne, soos wat jy in Graad 10 geleer het. In die volgende afdeling sal ons kyk na hoe elektriese veldlyne rondom geïsoleerde ladings lyk.

Positiewe lading wat op 'n toetslading inwerk

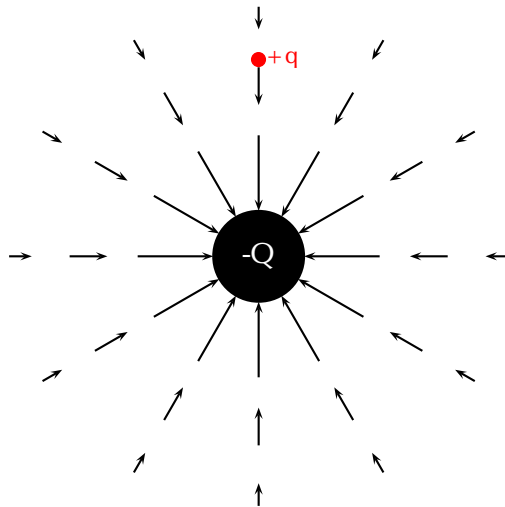
Die grootte van die krag wat deur 'n toetslading ervaar word as gevolg van 'n ander lading is aan Coulomb se wet onderhewig. In die diagram hieronder, by elke punt rondom die positiewe lading, $+Q$, bereken ons die krag wat 'n positiewe lading, $+q$, sal ervaar en stel hierdie krag ('n vektor) dan met 'n pyl voor. Die kragvektore vir sommige punte rondom $+Q$ word in die diagram aangedui, saam met die positiewe toetslading $+q$ (in rooi) geleë by een van die punte.



By elke punt rondom die lading $+Q$ sal die positiewe lading, $+q$, 'n krag ervaar wat dit wegstoot. Dit is omdat beide ladings positief is en mekaar dus afstoot. Ons kan nie 'n pyl by elke punt teken nie, maar ons sluit genoeg pyle in om te wys hoe die veld sal lyk. Die pyle stel die krag voor wat die toetslading by elke punt sal ervaar. Coulomb se wet is 'n inverse-vierkantswet, wat beteken dat die krag swakker raak hoe groter die afstand tussen die twee ladings is. Dit is hoekom die pyle korter word hoe verder hulle van $+Q$ af is.

Negatiewe lading wat op 'n toetslading inwerk

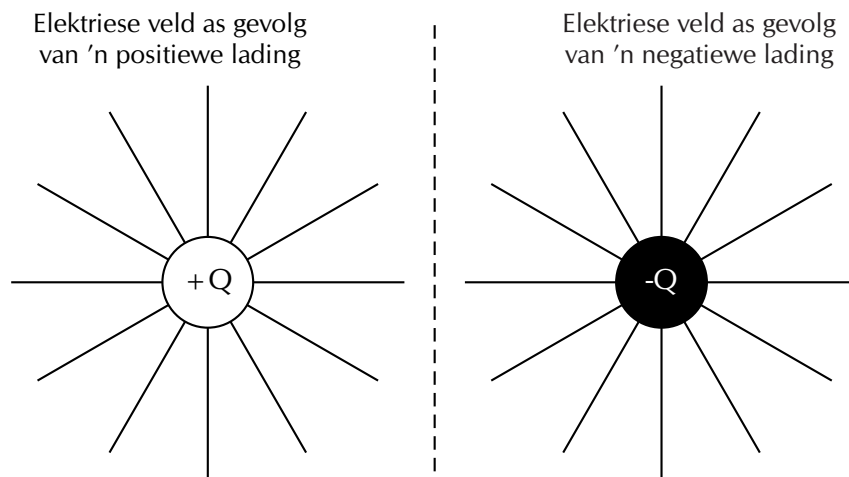
Vir 'n negatiewe lading, $-Q$, en 'n positiewe toetslading, $+q$, sal die kragvektore as volg lyk:



Let op dat dit amper identies is aan die geval van die negatiewe lading. Die pyle is dieselfde lengtes as in die vorige diagram, omdat die absolute grootte van die lading dieselfde is en so ook die grootte van die toetslading. Dus is die grootte van die krag dieselfde by dieselfde punte in die ruimte. Die pyle wys egter in die teenoorgestelde rigting omdat die ladings nou teenoorgestel is, en mekaar aantrek.

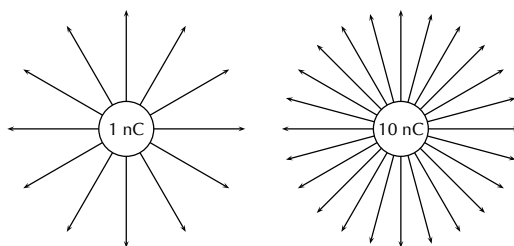
Elektriese velde rondom geïsoleerde ladings - 'n opsomming

Om dinge eenvoudiger te maak teken ons aaneenlopende lyne wat tangensiaal is aan die krag wat 'n toetslading op elke punt sal ervaar. Die veldlyne is nader aan mekaar waar die veld sterker is. Kyk na die diagram hieronder: naby aan die sentrale ladings is die veldlyne na aan mekaar. Dit is waar die elektriese veld die sterkste is. Verder weg vanaf die sentrale ladings waar die elektriese veld swakker is, is die veldlyne verder van mekaar af uitgesprei.



Ons volg die volgende konvensies wanneer ons elektriese veldlyne teken:

- Pyle op die veldlyne dui die rigting van die veld aan, m.a.w. die rigting waarin die positiewe lading sal beweeg as dit in die veld geplaas word.
- Elektriese veldlyne wys weg vanaf positiewe ladings (soortgelyke ladings stoot mekaar af), en na negatiewe ladings (ongelyksoortige ladings trek mekaar aan).
- Veldlyne word nader aan mekaar geteken waar die veld sterker is.
- Veldlyne raak nie aan mekaar of kruis mekaar nie.
- Veldlyne word loodreg tot die lading of gelaai oppervlak geteken.
- Hoe groter die grootte van die lading, hoe sterker is die elektriese veld. Ons stel dit voor deur meer veldlyne om die groter lading te teken as om ladings met kleiner groottes.



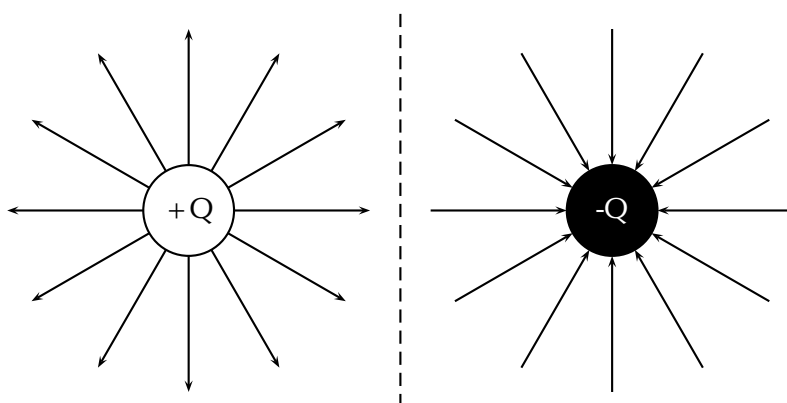
'n Paar punte om te onthou in verband met elektriese velde:

- Daar is 'n elektriese veld by **elke punt** in die ruimte rondom 'n lading.
- Veldlyne is bloot 'n **voorstelling** – hulle is nie werklik nie. Wanneer ons hulle teken, kies ons net gerieflike plekke om die veld in die ruimte aan te dui.
- Veldlyne bestaan in drie dimensies, nie slegs in twee dimensies soos ons hulle geteken het nie.
- Die aantal lyne wat deur die oppervlak gaan is proporsioneel aan die lading binne-in die oppervlak.

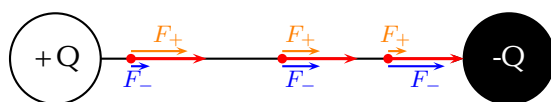
Ons het gesien hoe die elektriese velde rondom geïsoleerde positiewe en negatiewe ladings lyk. Nou gaan ons kyk hoe die elektriese velde rondom kombinasies van ladings wat na aan mekaar geplaas is lyk.

Elektriese veld rondom twee verskillende ladings

Ons sal begin deur te kyk na die elektriese veld rondom 'n positiewe en 'n negatiewe lading wat langs mekaar geplaas is. Deur van die reëls oor die teken van elektriese velde gebruik te maak, gaan ons stap-vir-stap die elektriese veld skets. Die netto resultaat is die som van die velde van elkeen van die ladings. Om mee te begin, kom ons skets die elektriese velde van elkeen van die ladings afsonderlik.

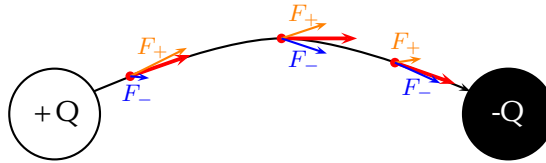


'n Positiewe toetslading (rooi kolle) geplaas op verskillende posisies direk tussen die twee ladings sal weggestoot word (oranje kragpyle) van die positiewe lading en in 'n reguitlyn aangetrek word deur die negatiewe lading (blou kragpyle). Die oranje en blou kragpyle is effens af van die kolle geteken vir helderheid. In werklikheid val hulle bo-op mekaar. Let op hoe verder van die positiewe lading af, hoe kleiner die afstotingskrag F_+ (korter oranje pyle) en hoe nader die negatiewe lading die groter die aantrekkingskrag, F_- (langer blou pyle). Die resultante krag word deur rooi pyle getoon. Die elektriese veldlyn is die swaart lyn wat tangensiaal is aan die resultante krag; dit is 'n reguitlyn tussen die lading en wys die positiewe na die negatiewe ladings.

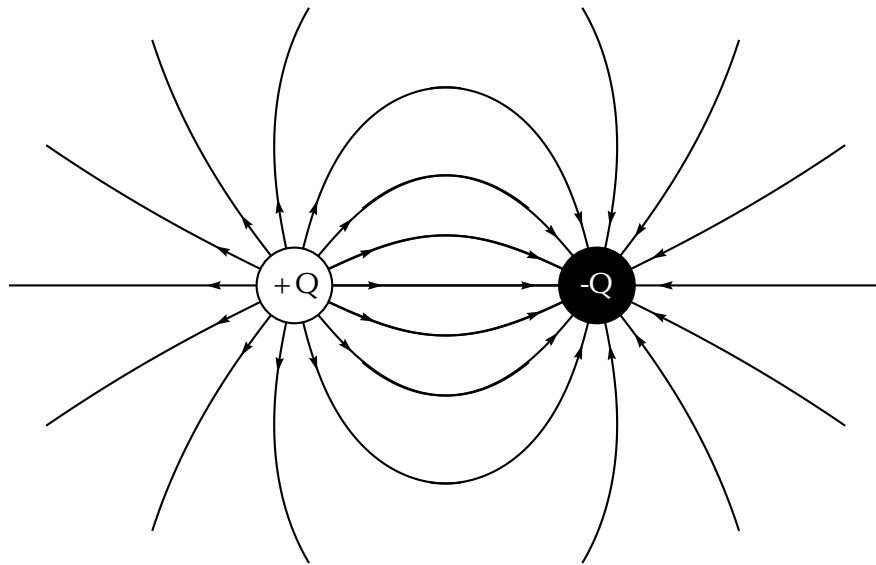


Kom ons beskou nou 'n positiewe toetslading wat effens hoër geplaas is as die lyn wat die twee ladings verbind. Die toetslading sal 'n afstotingskrag (F_+ in oranje) ervaar vanaf die positiewe lading en 'n aantrekkingskrag (F_- in blou) as gevolg van die negatiewe lading. Soos vantevore sal die groottes van die kragte volgens Coulomb se wet afhang van die afstand van die toetslading vanaf elkeen van die ladings. Beginnende by 'n posisie nader aan die positiewe lading sal die toetslading 'n groter afstotingskrag ervaar as gevolg van die positiewe lading en 'n swakker aantrekkingskrag vanaf die negatiewe lading. By 'n posisie halfpad tussen die positiewe en negatiewe ladings is die groottes van die afstotings- en aantrekkingskrake dieselfde. As die toetslading nader aan die negatiewe lading geplaas word sal die aantrekkingskrag wat dit ervaar sterker wees, en die afstotingskrag wat dit ervaar as gevolg van die meer afgeleë positiewe

lading sal swakker wees. By elke punt voeg ons die kragte as gevolg van die positiewe en negatiewe ladings bymekaar om die resultante krag op die toetslading te vind (aangedui deur die rooi pyle). Die resulterende elektriese veldlyn, wat tangensiaal op die resultante kragvektore is, sal 'n kromme wees.

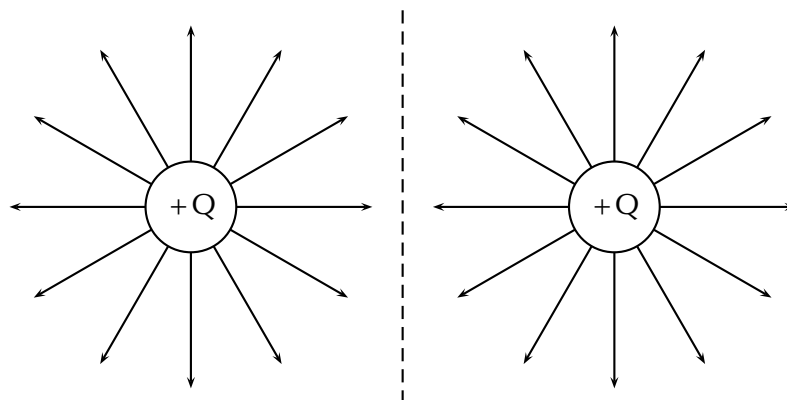


Nou kan ons die ander veldlyne redelik maklik invul deur dieselfde beginsels te gebruik. Die elektriese veldlyne lyk as volg:



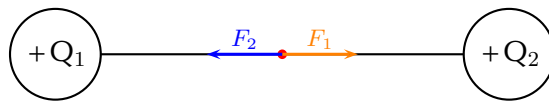
Elektriese veld rondom twee gelyksoortige ladings (beide positief)

Vir die geval van twee positiewe ladings Q_1 en Q_2 van dieselfde grootte lyk dinge 'n bietjie anders. Ons kan nie net die pyle omdraai soos ons vantevore gedoen het nie. In hierdie geval word die positiewe lading deur beide ladings afgestoot. Die elektriese velde rondom elkeen van die ladings op sy eie lyk soos:



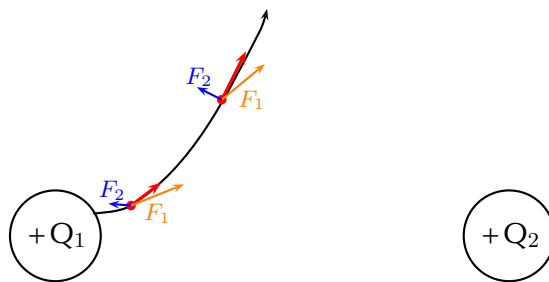
Nou kan ons kyk na die resulterende elektriese veld wanneer die ladings langs mekaar geplaas word. Kom ons begin deur 'n positiewe toetslading direk tussen die twee

ladings te plaas. Ons kan die kragte wat op die toetslading uitgeoefen word as gevolg van Q_1 en Q_2 teken en die resulterende krag bepaal.

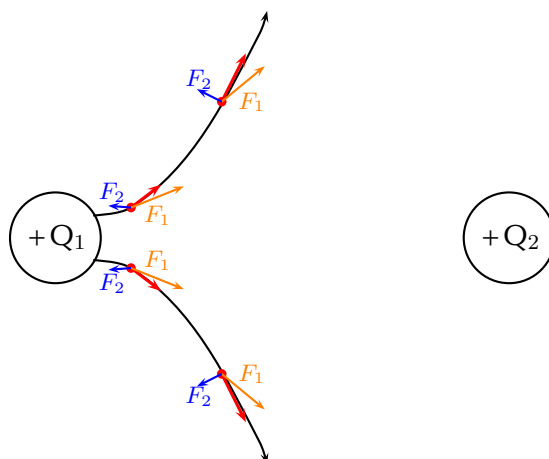


Die krag F_1 (in oranje) op die toetslading (rooi kol) as gevolg van die lading Q_1 is gelyk in grootte maar teenoorgesteld in rigting aan F_2 (in blou), wat die krag is wat op die toetslading uitgeoefen word as gevolg van Q_2 . Dus kanselleer hulle mekaar uit en is daar geen resulterende krag nie. Dit beteken dat die elektriese veld direk tussen die ladings in die middel uitkanselleer. 'n Toetslading wat by hierdie punt geplaas word sal nie 'n krag ondervind nie.

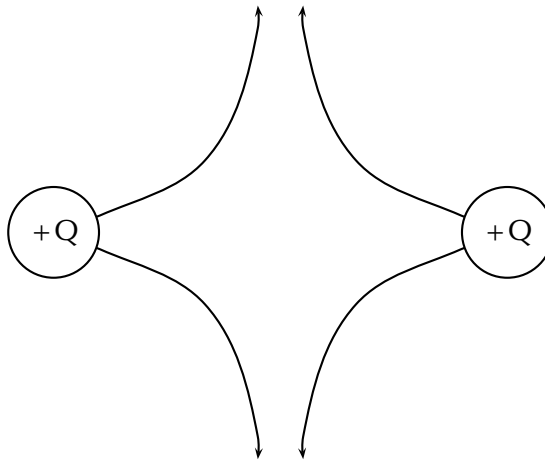
Kom ons beskou nou 'n posiewe toetslading wat naby aan Q_1 en bo die denkbeeldige lyn wat die middel van die twee ladings verbind, geplaas word. Weereens kan ons die kragte wat op die toetslading uitgeoefen word as gevolg van Q_1 en Q_2 teken en hulle bymekaartel om die resulterende krag (in rooi) te bepaal. Dit vertel ons wat die rigting van die elektriese veld op elke punt is. Die elektriese veld (swart lyn) is tangensiaal op die resulterende kragte.



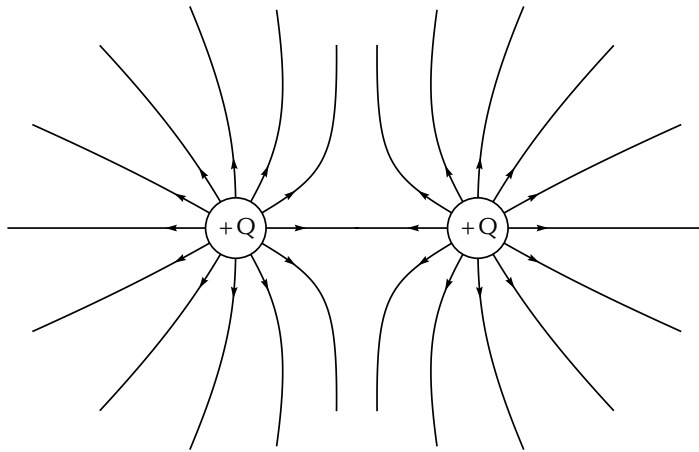
As ons 'n toetslading in dieselfde relatiewe posisies maar *onder* die denkbeeldige lyn wat die middelpunt van die twee ladings verbind, plaas, kan ons in die diagram hieronder sien dat die resulterende kragte refleksies van die kragte daarbo is. Dus is die elektriese veld slegs 'n refleksie van die veldlyn daarbo.



Aangesien Q_2 dieselfde lading het as Q_1 sal die kragte by dieselfde relatiewe punte naby aan Q_2 dieselfde groottes, maar in teenoorgestelde rigtings, hê. Met ander woorde, hulle is ook refleksies. Ons kan dus maklik die volgende twee veldlyne as volg teken:

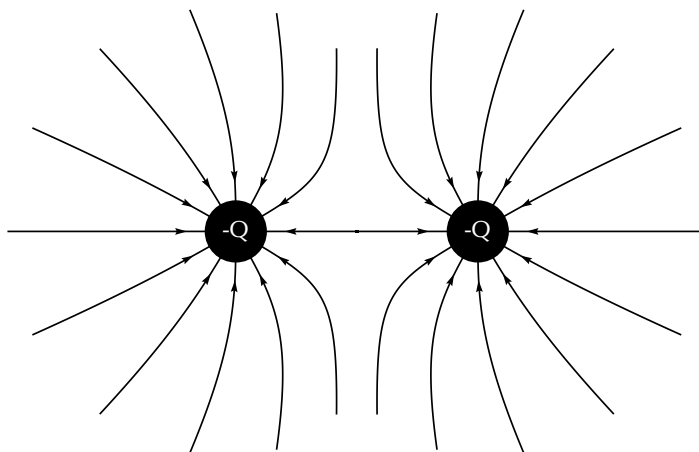


Deur 'n aantal moontlike posisies vir die toetslading te werk, kan ons wys dat die elektriese veld voorgestel kan word deur:



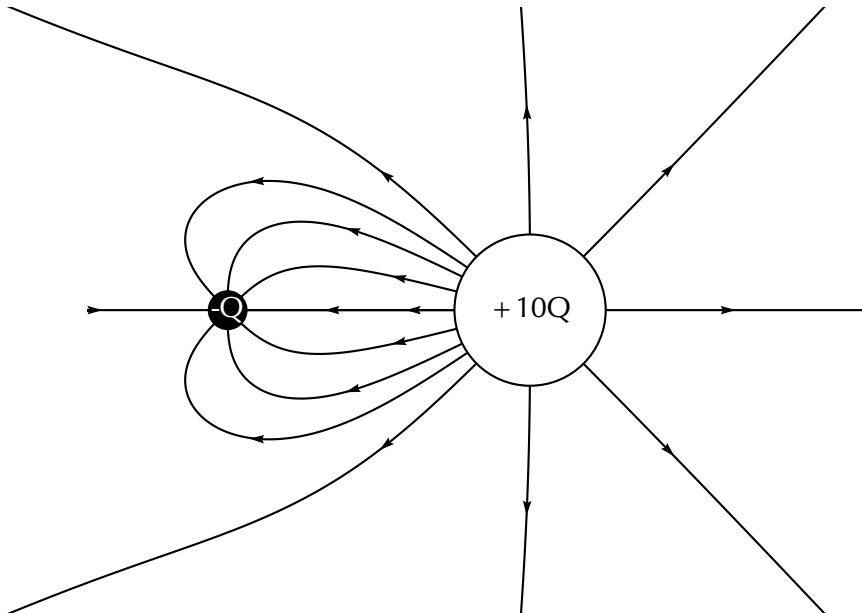
Elektriese veld rondom twee gelyksoortige ladings (beide negatief)

Ons kan die feit gebruik dat die rigting van die kragte vir 'n toetslading omkeer wanneer die teken van die lading wat dit beïnvloed, omgekeer word. As ons na die geval waar beide ladings negatief is verander, kry ons die volgende resultaat:



Ladings van verskillende groottes

Wanneer hul groottes nie gelyk is nie sal die groter lading die rigting van die veldlyne meer beïnvloed as wanneer hulle gelyk was. Hier is byvoorbeeld 'n konfigurasie waar die positiewe lading baie groter as die negatiewe lading is. Jy kan sien dat die veldlyne meer soortgelyk lyk aan dié van 'n geïsoleerde lading by groter afstande as in die vorige voorbeeld. Dit is omdat die groter lading 'n sterker veld laat ontstaan en dus 'n groter relatiewe bydrae maak tot die krag op 'n toetslading as wat die kleiner lading maak.



Elektriese veldsterkte

ESE5P

In die vorige afdelings het ons bestudeer hoe ons die elektriese velde rondom 'n lading of kombinasie van ladings kan voorstel deur middel van elektriese veldlyne. In hierdie voorstelling sien ons dat die elektriese veldsterkte voorgestel word deur hoe naby die veldlyne aan mekaar is. Benewens die tekeninge van die elektriese veld, wil ons ook daartoe in staat wees om te kwantifiseer ('n getal te kry) hoe sterk 'n elektriese veld is en wat sy rigting by enige punt in die ruimte is.

'n Klein toetslading q geplaas naby 'n lading Q sal 'n krag ondervind as gevolg van die elektriese veld rondom Q . Die grootte van die krag word deur Coulomb se wet beskryf en hang af van die grootte van die lading Q en die afstand van die toetslading vanaf Q . Hoe nader die toetslading q aan die lading Q is, hoe groter is die krag wat die lading sal ondervind. Verder, by punte nader aan die lading Q sal sy elektriese veld sterker wees. Ons definieer die elektriese veld by 'n punt as die krag per eenheid lading.

DEFINISIE: Elektriese veld

Die grootte van die elektriese veld, E , by 'n punt kan gekwantifiseer word as die krag per eenheid van lading. Ons kan dit skryf as:

$$E = \frac{F}{q}$$

waar F die Coulomb-krag is wat 'n lading op 'n toetslading, q , uitoefen. Die eenhede vir elektriese veldsterkte is newton per coulomb: $\text{N}\cdot\text{C}^{-1}$.

Aangesien die krag F 'n vektor is en q 'n skalaar is, is die elektriese veld E ook 'n vektor; dit het 'n grootte en 'n rigting by enige punt.

Gegewe die definisie van 'n elektriese veld hierbo en deur die uitdrukking van Coulomb se wet te vervang in F

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{q} \\ &= \frac{kQq}{r^2 q} \\ E &= \frac{kQ}{r^2} \end{aligned}$$

kan ons sien dat die elektriese veld E slegs afhanklik is van die lading Q en nie die grootte van die toetslading nie.

As die elektriese veld bekend is word die elektrostatiese krag op enige lading q wat in die veld geplaas word, eenvoudig verkry deur herrangskikking van die definisie-vergelyking:

$$F = qE.$$

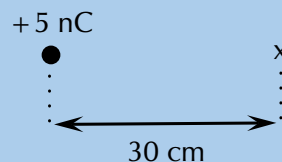
► Sien video: [2793](http://www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

► Sien simulatie: [2794](http://www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

Uitgewerkte voorbeeld 5: Elektriese veld

VRAAG

Bereken die sterkte van die elektriese veld 30 cm van 'n 5 nC lading.



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat nodig word

Ons het nodig om die elektriese veld te bereken op 'n afstand vanaf 'n gegewe lading.

Stap 2: Bepaal wat gegee word

Ons is die grootte van die lading en die afstand vanaf die lading gegee.

Stap 3: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons maak gebruik van die vergelyking: $E = k\frac{Q}{r^2}$.

Stap 4: Los die probleem op

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{kQ}{r^2} \\
 &= \frac{(9,0 \times 10^9)(5 \times 10^{-9})}{0,3^2} \\
 &= 4,99 \times 10^2 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 6: Elektriese veld

VRAAG

Twee ladings van $Q_1 = +3\text{nC}$ en $Q_2 = -4\text{nC}$ is geskei deur 'n afstand van 50 cm. Wat is die elektriese veldsterkte by 'n punt wat 20 cm vanaf Q_1 en 30 cm vanaf Q_2 lê? Die punt lê tussen Q_1 en Q_2 .



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat nodig word

Ons het nodig om die elektriese veld op 'n afstand vanaf twee gegewe ladings te bereken.

Stap 2: Bepaal wat gegee word

Ons is die grootte van die ladings en die afstande vanaf die ladings gegee.

Stap 3: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons maak gebruik van die vergelyking: $E = k \frac{Q}{r^2}$.

Ons het nodig om die elektriese veld vir elke lading afsonderlik te bereken en dan hulle bymekaar te tel om die resulterende veld te bepaal.

Stap 4: Los die probleem op

Ons los eers op vir Q_1 :

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{kQ}{r^2} \\
 &= \frac{(9,0 \times 10^9)(3 \times 10^{-9})}{0,2^2} \\
 &= 6,74 \times 10^2 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Dan vir Q_2 :

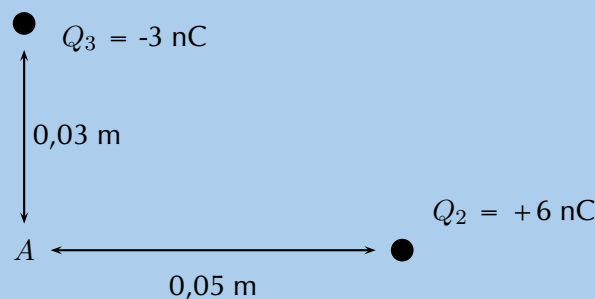
$$\begin{aligned}
 E &= \frac{kQ}{r^2} \\
 &= \frac{(9,0 \times 10^9)(4 \times 10^{-9})}{0,3^2} \\
 &= 3,99 \times 10^2 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Ons moet die twee elektriese velde bymekaar tel omdat beide in dieselfde rigting is. Die veld is weg vanaf Q_1 en na Q_2 . Dus, $E_{\text{totaal}} = 6,74 \times 10^2 + 3,99 \times 10^2 = 1,08 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$

Uitgewerkte voorbeeld 7: Twee-dimensionele elektriese velde

VRAAG

Twee puntladings vorm 'n reghoekige driehoek met die punt A by die oorsprong. Hulle ladings is $Q_2 = 6 \times 10^{-9} \text{ C} = 6 \text{ nC}$ en $Q_3 = -3 \times 10^{-9} \text{ C} = -3 \text{ nC}$. Die afstand tussen A en Q_2 is $5 \times 10^{-2} \text{ m}$, en die afstand tussen A en Q_3 is $3 \times 10^{-2} \text{ m}$. Wat is die netto elektriese veld gemeet by A vanaf die twee ladings as hulle gerangskik is soos getoon?



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat benodig word

Daar word van ons vereis om die netto elektriese veld by A te bereken. Hierdie veld is die som van die twee elektriese velde - die veld van Q_2 by A en vanaf Q_3 by A .

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

- Ons moet die twee velde by A bereken deur gebruik te maak van $E = k \frac{Q}{r^2}$ vir die grootte en die bepaling van die rigting vanuit die tekens van die ladings.
- Ons moet die twee velde bymekaar tel deur gebruik te maak van ons reëls vir die bymekaar tel van vektorhoeveelhede, omdat die elektriese veld 'n vektor is.

Stap 3: Bepaal wat word gegee

Al die ladings en afstande is vir ons gegee.

Stap 4: Bereken die groottes van die velde.

Die grootte van die elektriese veld van Q_2 by A , wat ons E_2 sal noem, is:

$$\begin{aligned}
 E_2 &= k \frac{Q_2}{r^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(6 \times 10^{-9})}{(5 \times 10^{-2})^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(6 \times 10^{-9})}{(25 \times 10^{-4})} \\
 &= 2,158 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Die grootte van die elektriese veld van Q_3 by A , wat ons E_3 sal noem, is:

$$\begin{aligned}
 E_3 &= k \frac{Q_3}{r^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(3 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} \\
 &= (9,0 \times 10^9) \frac{(3 \times 10^{-9})}{(9 \times 10^{-4})} \\
 &= 2,997 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}
 \end{aligned}$$

Stap 5: Vektorsom van elektriese velde

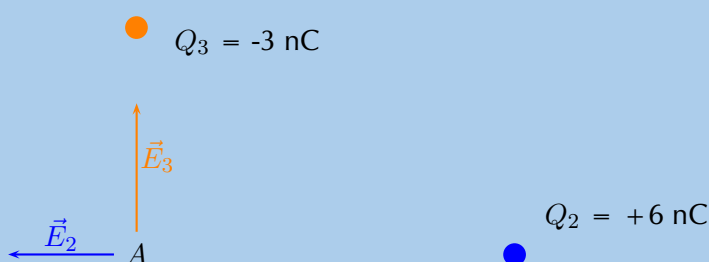
Ons sal presies **dieselfde prosedure** as voorheen gebruik. Bepaal die vektore op 'n Cartesiese vlak, ontbind hulle in komponente in die x - en y -rigtings en vind die som van die komponente in elke rigting om die komponente van die resultant te kry.

Ons kies die positiewe rigting as regs (die positiewe x -rigting) en opwaarts (die positiewe y -rigting). Ons ken die elektriese veld groottes, maar ons moet die ladings gebruik om die rigting te bepaal. Dan kan ons die diagram gebruik om die rigtings te bepaal.

Die krag tussen 'n positiewe toetslading en Q_2 is afstotend (soortgelyke ladings). Dit bedoel dat die elektriese veld na links is, of in die negatiewe x -rigting.

Die krag tussen 'n positiewe toetslading en Q_3 is aantrekkend (ongelyksoortige ladings) en die elektriese veld sal in die positiewe y -rigting wees.

Ons kan die diagram oorteken om die velde te illustreer en so seker te maak dat ons die situasie kan visualiseer:



Stap 6: Resultante krag

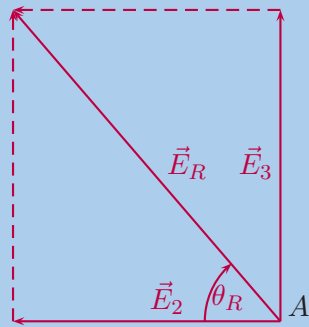
Die grootte van die resultante krag wat op Q_1 inwerk kan bereken word deur Pythagoras se stelling te gebruik omdat daar slegs twee kragte is en hulle in die x - en y -rigtings werk:

$$E_R^2 = E_2^2 + E_3^2 \text{ Pythagoras se stelling}$$

$$E_R = \sqrt{(2,158 \times 10^4)^2 + (2,997 \times 10^4)^2}$$

$$E_R = 3,693 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$$

en die hoek, θ_R wat met die x -as gemaak word kan deur trigonometrie gevind word.



$$\tan(\theta_R) = \frac{\text{y-komponent}}{\text{x-komponent}}$$

$$\tan(\theta_R) = \frac{2,997 \times 10^4}{2,158 \times 10^4}$$

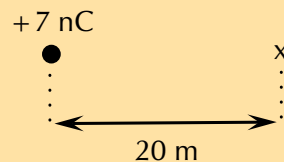
$$\theta_R = \tan^{-1}\left(\frac{2,997 \times 10^4}{2,158 \times 10^4}\right)$$

$$\theta_R = 54,24^\circ$$

Die finale resultante elektriese veld by A is $3,693 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ teen 'n hoek van $54,24^\circ$ met die negatiewe x -as of $125,76^\circ$ met die positiewe x -as.

Oefening 9 – 2: Elektriese velde

1. Bereken die sterkte van die elektriese veld 20 m van 'n 7 nC lading.



2. Twee ladings van $Q_1 = -6 \text{ pC}$ en $Q_2 = -8 \text{ pC}$ is geskei deur 'n afstand van 3 km. Wat is die elektriese veldsterkte by 'n punt wat 2 km vanaf Q_1 en 1 km vanaf Q_2 lê? Die punt lê tussen Q_1 en Q_2 .



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2795
2. 2796



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

🔗 Sien aanbieding: 2797 op www.everythingscience.co.za

- Voorwerpe kan **positief**- of **negatiefgelaai** wees of **neutraal** wees.
- Coulomb se wet beskryf die elektrostatische krag tussen twee puntladings en kan as volg gestel word: Die grootte van die elektrostatische krag tussen twee puntladings is direk eweredig aan die produk van die groottes van die ladings en omgekeerd eweredig aan die vierkant van die afstand tussen hulle.

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

- 'n Elektriese veld is die gebied in die ruimte waarin 'n elektriese lading 'n krag sal ondervind. Die rigting van die krag by 'n punt in die ruimte is die rigting waarin 'n positiewe toetslading sal beweeg as dit op daardie punt geplaas word.
- Ons kan die elektriese veld voorstel deur elektriese veldlyne te gebruik. Volgens konvensie wys elektriese veldlyne weg van positiewe ladings (gelyksoortige ladings stoot mekaar af) en na negatiewe ladings (ongelyksoortige ladings trek mekaar aan).
- Die grootte van die elektriese veld, E by 'n punt kan gekwantifiseer word as die krag per eenheid van lading. Ons kan dit skryf as $E = \frac{F}{q}$, waar F die Coulomb-krag is wat 'n lading op 'n toetslading, q , uitoefen. Die eenhede van elektriese veld is newtons per coulomb: $\text{N}\cdot\text{C}^{-1}$
- Die elektriese veld as gevolg van 'n puntlading Q is gedefinieer as die krag per eenheid lading:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$$

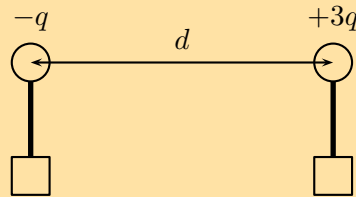
- Die elektrostatische krag is aantrekkend vir soortgelyke ladings en afstotend vir teenoorgestelde ladings.

Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Afstand (r)	meter	m
Elektriese veld (E)	newtons per coulomb	$\text{N}\cdot\text{C}^{-1}$
Krag (F)	newtons	N
Lading (q)	coulomb	C

Oefening 9 – 3:

1. Twee ladings van $+3 \text{ nC}$ en -5 nC is 40 cm weg van mekaar. Wat is die elektrostatische krag tussen die twee ladings?
2. Twee geïsoleerde metaalsfere met ladings van $+6 \text{ nC}$ en -10 nC is 20 mm weg van mekaar.
 - a) Wat is die elektrostatische krag tussen die sfere?
 - b) Die twee sfere word bymekaar gebring tot hulle raak en dan 60 mm van mekaar verwyder. Wat is die nuwe ladings van die sfere?

- c) Wat is die nuwe elektrostatiese krag tussen die sfere by hierdie afstand?
3. Die elektrostatiese krag tussen twee gelaai sferes van $+3 \text{ nC}$ en $+4 \text{ nC}$, onderskeidelik, is $0,4 \text{ N}$. Wat is die afstand tussen die sfere?
4. Teken die elektriese veldpatroon tussen hulle.
- a) twee gelyke, positiewe puntladings.
b) twee gelyke, negatiewe puntladings.
5. Twee klein, identiese metaalsfere op geïsoleerde staanders het ladings van $-q$ en $+3q$, onderskeidelik. Wanneer die middelpunte van die sfere 'n afstand d van mekaar af is oefen die een 'n elektrostatiese krag met grootte F op die ander uit.

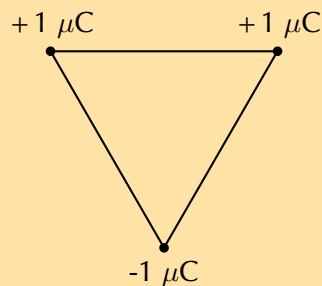


Die twee sfere word aanmekaar geraak en word dan weer dieselfde afstand d van mekaar af geneem. Wat sal nou die grootte van die elektrostatiese krag wees wat die een sfeer op die ander uitoefen?

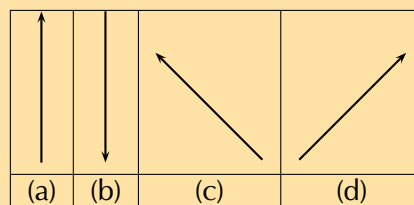
- a) $\frac{1}{4}F$
b) $\frac{1}{3}F$
c) $\frac{1}{2}F$
d) $3F$

[SC 2003/11]

6. Drie puntladings met groottes $+1 \text{ C}$, $+1 \text{ C}$ en -1 C , onderskeidelik, word op drie hoeke van 'n gelyksydige driehoek geplaas, soos hier gewys.



Watter vektor is die beste verteenwoordiging van die rigting van die resultante krag wat op die -1 C lading uitgeoefen word as gevolg van die kragte wat uitgeoefen word deur die ander twee ladings?



[SC 2003/11]

7. a) Skryf 'n stelling van Coulomb se wet.
b) Bereken die grootte van die krag wat deur 'n $+2 \text{ nC}$ puntlading uitgeoefen word op 'n ander puntlading van -3 nC , wat 60 mm van mekaar af is.
c) Skets die elektriese veld tussen twee puntladings van $+2 \text{ nC}$ en -3 nC , onderskeidelik, wat 60 mm van mekaar af is.

[IEB 2003/11 HG1 - Kragvelde]

8. Die elektriese veldsterkte 'n afstand x vanaf 'n puntlading is E . Wat is die grootte van die elektriese veldsterkte 'n afstand $2x$ vanaf die puntlading?
- a) $\frac{1}{4}E$
b) $\frac{1}{2}E$
c) $2E$
d) $4E$

[SC 2002/03 HG1]

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 2798 2. 2799 3. 279B 4a. 279C 4b. 279D 5. 279F
6. 279G 7. 279H 8. 279J



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Elektromagnetisme

10.1	<i>Inleiding</i>	350
10.2	<i>Magneetveld wat met 'n stroom geassosieer word</i>	350
10.3	<i>Faraday se wet vir elektromagnetiese induksie</i>	361
10.4	<i>Opsomming</i>	373

10.1 Inleiding

ESE5R

Elektromagnetisme beskryf die wisselwerking tussen ladings, strome en die elektriese en magnetiese velde wat hulle veroorsaak. 'n Elektriese stroom skep 'n magneetveld en 'n veranderende magneetveld sal die vloei van lading veroorsaak. Hierdie verwantskap tussen elektrisiteit en magnetisme is al omvattend bestudeer. Dit het gelei tot die uitvinding van vele toestelle wat baie nuttig is vir mense, byvoorbeeld selfone, mikrogolfoonde, radios, televisies en vele meer.

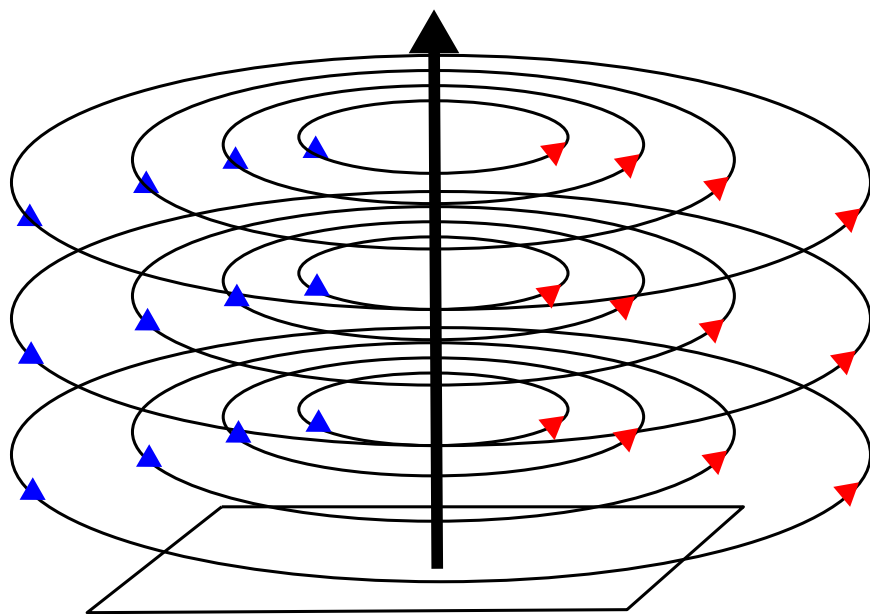
10.2 Magneetveld wat met 'n stroom geassosieer word

ESE5S

As jy 'n kompas hou naby 'n draad waardeur 'n stroom vloei, sal die naald van die kompas afwyk.

Omdat kompasse met 'n magneetveldlyn langs wys moet daar 'n magneetveld naby die stroomdraende draad wees.

Die magneetveld wat deur 'n elektriese stroom opgewek word is altyd loodreg aan die vloeirigting van die stroom georiënteer. Hieronder is 'n skets van hoe die magneetveld om 'n draad lyk wanneer 'n stroom deur die draad vloei. Ons gebruik $\vec{B}$ om 'n magneetveld aan te dui en pyle op veldlyne om die rigting van die magneetveld aan te dui. **Let op** dat indien daar geen stroom deur die draad vloei nie, sal daar geen magneetveld wees nie.

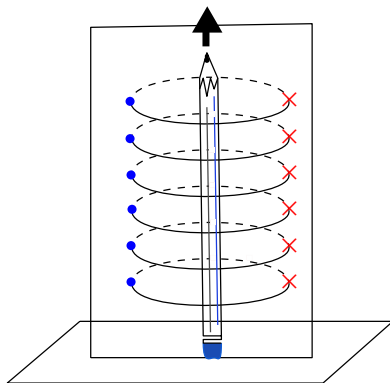


Die vloeirigting van die stroom in die geleier (draad) word deur die sentrale pyl aangedui. Die sirkels is veldlyne en hulle het ook rigtings wat aangedui word deur die pyle op die lyne. Soortgelyk aan die situasie met elektriese veldlyne, hoe meer lyne daar is in 'n gegewe area (of hoe nader hulle aanmekaar is), hoe sterker is die magneetveld.

Belangrik: al ons besprekings rakende veldrigtings werk met die aanname dat ons met konvensionele stroom werk.

Om jou te help om die situasie te visualiseer, laat 'n pen of potlood regop op 'n lessenaar staan. Die sirkels het as middelpunt die pen of potlood en sal in 'n vlak parallel aan die oppervlak van die lessenaar geteken word. Die punt van die pen of potlood sal die vloeirigting van die stroom aandui.

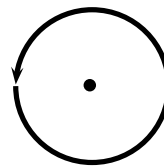
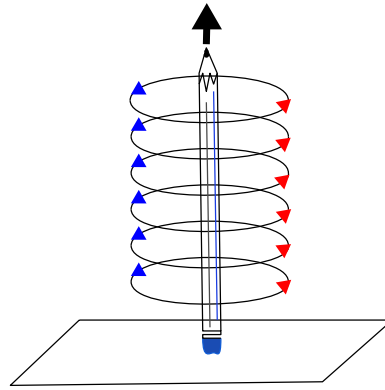
Jy kan die pen of potlood van bo af bekijk en dit sal soos 'n punt in die middel van die sirkels wees. Die rigting van die magnetiese veldlyne is anti-kloksgewys in hierdie situasie. Om dit makliker te maak om te sien wat gebeur gaan ons een stel sirkelvormige veldlyne teken, maar let daarop dat dit slegs ter illustrasie is.



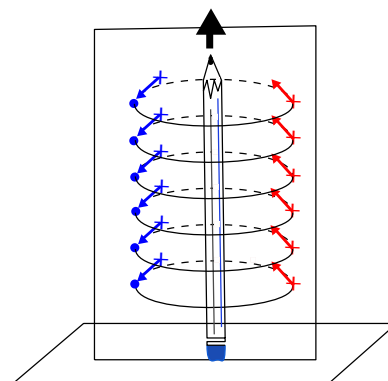
Wanneer ons die rigtings van magneetvelde en strome teken gebruik ons die simbole $\odot$ en $\otimes$. Die simbool $\odot$ verteenwoordig 'n pyl wat uit die papier uitkom en die simbool $\otimes$ verteenwoordig 'n pyl wat in die papier ingaan. Dit is maklik om die betekenisse van die simbole te onthou as jy dink aan 'n pyl met 'n skerp punt by die kop en vere by stert wat in die vorm van 'n kruis is.



Ons sal nou na drie voorbeelde van stroomdraende drade kyk. Vir elke voorbeeld sal ons die magneetveld bepaal en die magnetiese veldlyne om die geleier teken.



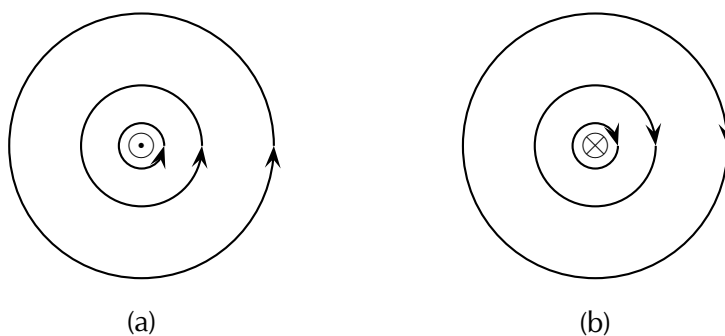
As jy 'n stuk papier agter die potlood sit en van die kant af daarna kyk, dan sal jy die sirkelvormige veldlyne van die kant af sien en is dit dus moeilik om te weet dat hulle sirkelvormig is. Hulle gaan deur die papier. Onthou dat veldlyne 'n rigting het, so as jy na die stuk papier van die kant af kyk, beteken dat dit dat die sirkels by die papier aan die een kant ingaan en van die papier uitkom aan die ander kant.



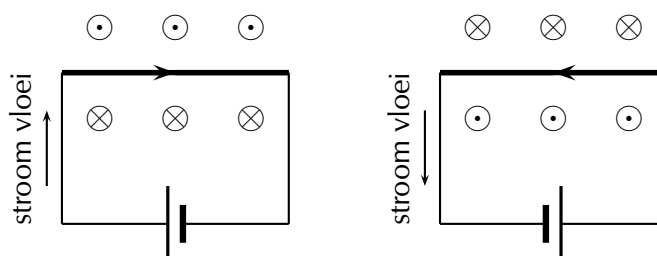
FEIT

Die Deense fisikus, Hans Christian Oersted, het eendag in die jaar 1820 'n lesing gegee oor hoe elektrisiteit en magnetisme moontlik verwant is aan mekaar en in die proses hierdie feit ongetwyfeld gedemonstreer met 'n eksperiment wat hy voor sy hele klas uitgevoer het. Oersted het 'n metaaldraad oor 'n kompas gehang en 'n stroom daardeur gestuur en kon so 'n definitiewe beweging van die kompasnaald as gevolg van die stroom voorbring. Wat as 'n raaiskoot begin het aan die begin van die klas, was as 'n feit bevestig teen die einde daarvan. Oersted moes natuurlik sy klasnotas hersien vir toekomstige klasse. Sy ontdekking het die weg van 'n nuwe veld van die wetenskap gebaan - elektromagnetisme.

Die rigting van die magneetveld om die stroomdraende geleier word in Figuur 10.1 gewys.



Figuur 10.1: Magneetveld om 'n geleier as jy na die geleier van een kant of kyk. (a) Stroom vloei uit die bladsy uit en die magneetveld is anti-kloksgewys. (b) Stroom vloei in die bladsy in en die magneetveld is kloksgewys.

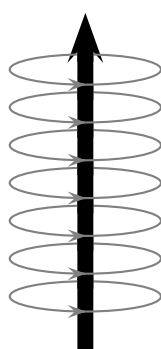


Figuur 10.2: Magneetvelde om 'n geleier wanneer van bo na die geleier gekyk word. (a) Stroom vloei kloksgewys. (b) Stroom vloei anti-kloksgewys.

Aktiwiteit: Rigting van 'n magneetveld

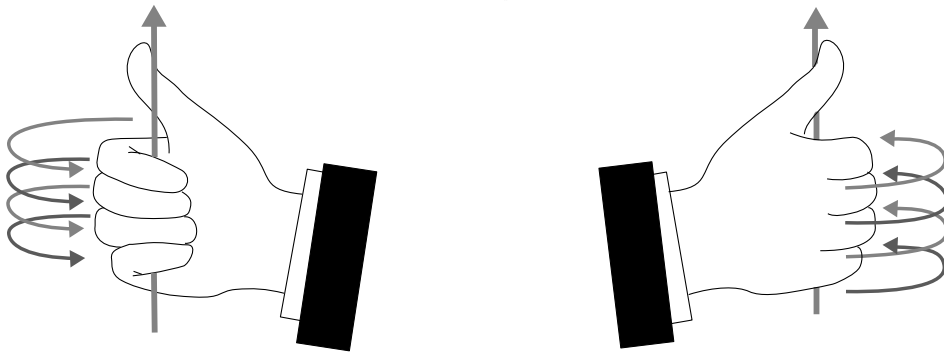
Deur die rigtings wat in Figuur 10.1 en Figuur 10.2 gegee word te gebruik, probeer om 'n reël te vind wat jou maklik sal wys wat die rigting van die magneetveld is.

Wenk: Gebruik jou vingers. Hou die draad in jou hande en probeer om 'n verwantskap te vind tussen die rigting waarin jou duim wys en die rigting waarin jou ander vingers krul.



Die magnetiese veld rondom 'n stroomdraende geleier.

Daar is 'n eenvoudige metode om die verhouding tussen die rigting waarin die stroom in 'n geleier vloei en die rigting van die magneetveld om dieselfde geleier te vind. Die metode word die *regterhandreël* genoem. Die regterhandreël stel eenvoudig dat die magneetveldlyne wat veroorsaak word deur 'n stroomdraende draad in dieselfde rigting as die gekrulde vingers van 'n persoon se regterhand (in die "duimgooi"-posisie) georiënteer sal wees as die duim wys in die rigting waarin die stroom vloei.



BELANGRIK!

Jou regter- en linkerhand is elk uniek op so 'n manier dat jy nie die een kan roteer om in dieselfde posisie as die ander te wees nie. Die regterhand-deel van die reël is noodsaaklik. Jy sal altyd die verkeerde antwoord kry as jy die verkeerde hand gebruik.

Aktiwiteit: Die regterhandreël

Gebruik die regterhandreël om die magneetveldrigtings te teken vir die volgende geleiers wat stroom dra in die rigtings wat deur die pyle aangedui word. Die eerste probleem is reeds vir jou opgelos.

1.		2.		3.		4.	
5.		6.		7.		8.	
9.		10.		11.		12.	

Aktiwiteit: Magnetiese veld om 'n stroomdraende geleier

Apparaat:

1. een 9 V battery met houer
2. twee verbindingsdrade met krokodilklampe
3. kompas
4. stophorlosie

Metode:

1. Verbind die drade aan die battery, maar los een end van elke draad onverbind sodat die stroombaan nie geslote is nie.
2. Maak seker dat jy die stroom tot 10 sekondes op 'n slag beperk (jy mag wonder hoekom - dit is omdat die draad baie min weerstand bied op sy eie, so die battery sal baie vinnig pap word). Ons doen dit om die batterylewe te spaar en om oorverhitting van die drade en batterykontakte te vermy.
3. Plaas die kompas naby aan die draad.
4. Sluit die stroombaan en let op wat met die kompas gebeur.
5. Keer die polariteit van die battery om en sluit die stroombaan. Let op wat met die kompas gebeur.

Gevolgtrekkings:

Gebruik jou waarnemings om die volgende vrae te beantwoord:

1. Wek 'n stroom wat deur 'n draad vloei 'n magnetiese veld op?
2. Is die magnetiese veld teenwoordig wanneer daar geen stroom deur die drade vloei nie?
3. Hang die rigting van die magneetveld wat deur 'n stroom opgewek word af van die rigting waarin die stroom vloei?
4. Hoe affekteer die rigting waarin die stroom vloei die magneetveld?

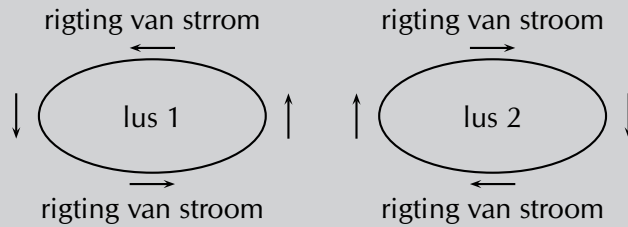
Magnetiese veld om 'n stroomdraende lus

ESE5V

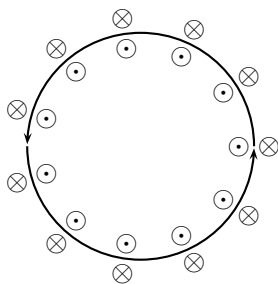
Tot dusver het ons slegs gekyk na reguit drade wat 'n stroom dra en die magneetvelde daarom. Ons gaan kyk na die magneetveld wat opgewek word deur 'n sirkelvormige draadlus wat 'n stroom dra omdat die veld baie nuttige eienskappe het - jy sal, byvoorbeeld sien dat ons daarmee 'n uniforme magneetveld kan opwek.

Aktiwiteit: Magneetveld om 'n lus- of sirkelvormige geleier

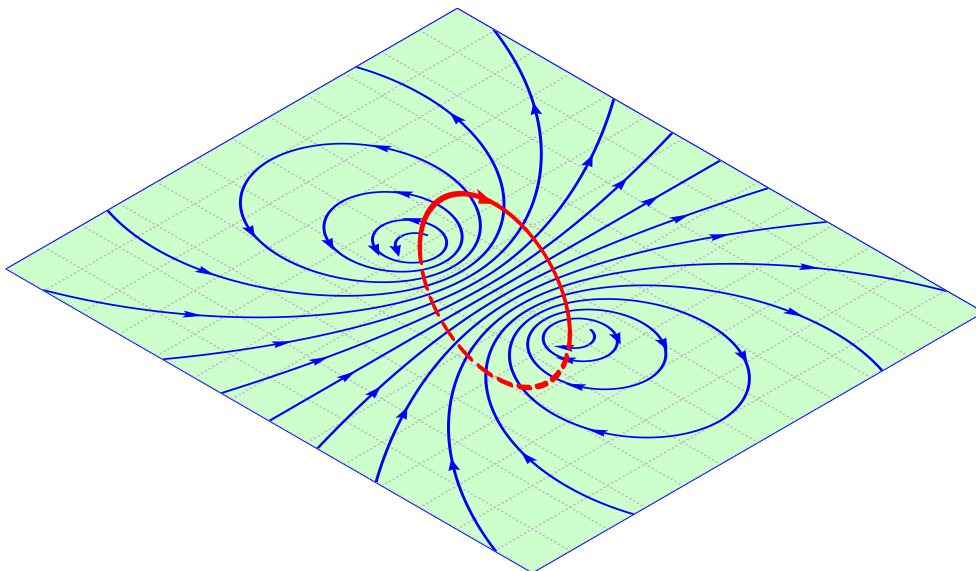
Verbeel jou jy het twee draadlusse wat albei 'n stroom dra (in teenoorgestelde rigtings) en parallel aan die bladsy van jou boek loop. Deur die regterhandreël te gebruik, teken hoe jy dink die magnetiese veld sal lyk by verskeie punte om die twee lusse. Lus 1 het 'n stroom wat in 'n anti-kloksgewyse rigting vloei en lus 2 het 'n stroom wat in 'n kloksgewyse rigting vloei.



As jy 'n lus maak van 'n stroomdraende geleier word die rigting van die magneetveld verkry deur die regterhandreël by verskillende punte van die lus toe te pas.

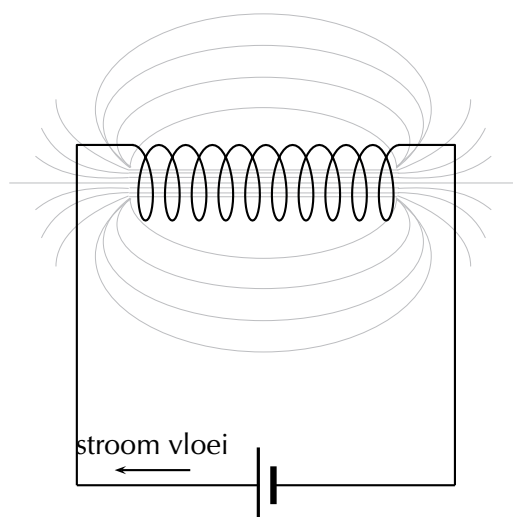


Die rigting van die magneetveld om 'n stroomdraende lus waar die stroom antikloksge-wys vloei soos getoon.

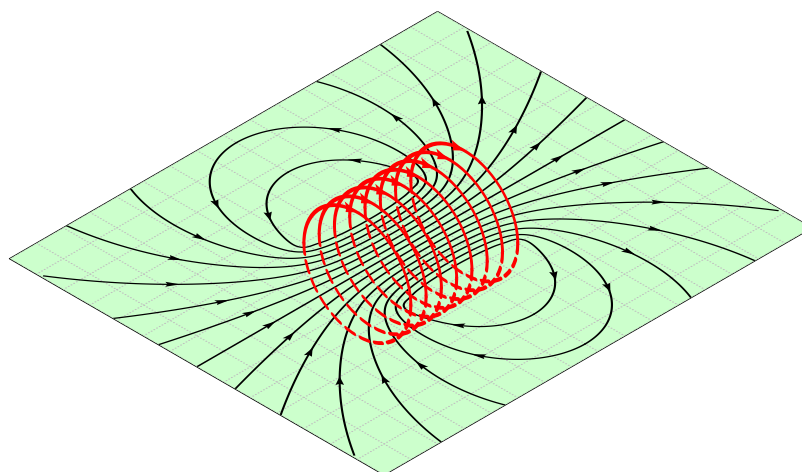


Let op dat daar 'n variasie op die regterhandreël is. As jy die vingers van jou regterhand die vloei- of rigting van die stroom in die lus laat volg, dan wys jou duim in die rigting waarin die veldlyne uitkom. Dit is soortgelyk aan die noordpool van 'n staafmagneet (waar die veldlyne uitkom) en wys jou watter kant van die lus die noordpool van 'n staafmagneet sal aantrek.

As ons nou nog 'n lus waardeur die stroom in dieselfde rigting vloei byvoeg, dan word die magneetveld van elke lus gekombineer om 'n sterker magneetveld te maak. 'n Klos van sulke lusse word 'n *solenoïed* genoem. 'n Solenoïed is 'n silindriese draadklos wat soos 'n magneet optree wanneer 'n elektriese stroom deur die draad vloei. Die magneetveldpatroon om 'n solenoïed is soortgelyk aan die magneetveldpatroon om 'n staafmagneet, soos dié waarvan jy in Graad 10 geleer het - dit het 'n definitiewe noord- en suidpool soos in Figuur 10.3 aangedui.



Figuur 10.3: Magneetveld om 'n solenoïed.

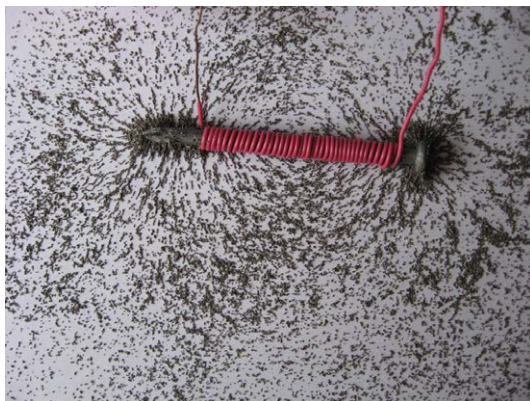


Elektromagnete

'n *Elektromagneet* is 'n stuk draad wat gemaak is om 'n magneetveld mee op te wek deur 'n stroom daardeur te stuur. Alhoewel alle stroomdraende geleiers magneetvelde opwek, word 'n elektromagneet gewoonlik op 'n spesifieke manier en vir 'n spesifieke doel gemaak om die sterkste moontlike magneetveld op te wek. Elektromagnete word alledaags in navorsing, industrie, medisyne en verbruikersprodukte gebruik. 'n

Voorbeeld van 'n algemene gebruik van 'n elektromagneet is in sekuriteitsdeure, b.v. winkeldeure wat outomaties oopmaak.

As 'n elektries-beheerbare magneet vorm elektromagnete deel van 'n groot verskeidenheid "elektromeganiese" toestelle: masjiene wat 'n meganiese krag uitoefen of beweging bewerkstellig deur elektriese krag. Die mees opvallende voorbeeld is moontlik die *elektriese motor*, wat verder bespreek sal word in Graad 12. Ander voorbeelde van gebruike van elektromagnete is elektriese klokkies, relê (relays), luidsprekers en hyskrane in afvalwerwe.



► Sien video: [279K op www.everythingscience.co.za](https://www.everythingscience.co.za)

Algemene eksperiment: Elektromagnete

Doel:

'n Magneetveld word opgewek as 'n elektriese stroom deur 'n draad vloei. 'n Enkele draad wek nie 'n sterk magneetveld op nie, maar 'n draad wat om 'n ysterkern gedraai word doen dit wel. Ons doel is om hierdie effek te ondersoek.

Apparaat:

- 'n battery en houer
- 'n lengte draad
- 'n kompas
- 'n paar spykers

Metode:

1. As jy nog nie die vorige eksperiment in hierdie hoofstuk gedoen het nie, doen dit nou.
2. Draai die draad om 'n reeks windings te vorm en koppel dit dan aan die battery. Let op na die afwyking van die kompasnaald. Het die afwyking van die kompasnaald vergroot?
3. Herhaal die eksperiment met 'n verskillende aantal windings en windingsgrootte. Let op na wat met die afwyking van die kompasnaald gebeur.

4. Draai die draad om 'n ysterspyker en koppel die klos aan die battery. Let op na wat met die afwyking van die kompasnaald gebeur.

Gevolgtrekkings:

1. Beïnvloed die aantal windings die sterkte van die magneetveld?
2. Versterk of verswak die ysterspyker die magneetveld?

Gevallestudie: Oorhoofse kraglyne en die omgewing

Fisiese impak:

Kraglyne is 'n algemene verskynsyl oral in ons land. Hierdie lyne bring elektrisiteit van die kragstasies na ons huise en kantore. Maar hierdie kraglyne kan 'n negatiewe invloed op die omgewing hê. Een gevaar wat dit inhou is dat voëls daarin kan vasvlieg. Natuurbewaarder Jessica Shaw het die laaste aantal jare bedreiging bestudeer. Trouens in die Karoo, hou kraglyne die primêre bedreiging in vir Suid-Afrika se nasionale voël, die bloukraanvoël.



“Ons is baie gelukkig in Suid-Afrika om 'n groot verskeidenheid voëlspesies te hê wat groot voëls soos kraanvoëls, ooievaars en wildepoue insluit. Ongelukkig is daar baie kraglyne wat op twee maniere 'n invloed op die voëls kan hê. Hulle kan doodgeskok word as hulle op sekere kragmaste sit, hulle kan ook doodgaan as hulle in die drade vasvlieg of as hulle val nadat hulle in die drade vasgevlieg het.

Hierdie ongelukke gebeur omdat groot voëls soms te swaar is om die kragdrade te vermy as hulle dit eers op die laaste oomblik sien. Nog redes waarom voëls in die drade mag vasvlieg is slegte weer, wanneer hulle in swerms vlieg of die gebrek aan ervaring van jonger voëls.

Oor die laaste paar jaar het ons die ernstige invloed wat botsings met kragdrade op bloukraanvoëls en Ludwig se wildepoue het, bestudeer. Hierdie is twee van ons endemiese spesies, wat beteken dat hulle slegs in Suidelike Afrika gevind word. Hulle is altwee baie groot voëls wat 'n lank lewe en het en stadig voortplant. Dit is daarom

moontlik dat die voëlbevolkings nie van 'n hoë sterftesyfer mag herstel nie. Ons het al onderdeur kragdrade in die Overberg en die Karoo geloop en gery en al die dooie voëls getel. Die data wys dat duisende van hierdie voëls elke jaar doodgaan as gevolg van botsings; Ludwig se poue is nou 'n bedreigde spesie as gevolg van die hoë vlak van onnatuurlike sterftes. Ons kyk ook na maniere om die probleem te verminder en werk al vir 'n tyd lank saam met Eskom om alternatiewe toestelle om lyne mee te merk, te toets. Wanneer merkers aan die kragdrade gehang word sou die voëls die drade dalk van verder weg kon sien, wat hulle genoeg tyd sal gee om 'n botsing te vermy.”

Invloed van velde:

Die feit dat 'n veld om 'n kragdraad vorm beteken dat hulle moontlik oor 'n groot afstand 'n invloed kan hê. Dit word al 'n tyd lank bestudeer en is steeds 'n onderwerp vir hewige debat. Toe hierdie stuk geskryf is, het die Wêreldgesondheidsorganisasie riglyne neergelê vir menslike blootstelling aan elektriese- en magneetvelde wat aandui het dat daar geen duidelike verband tussen blootstelling van die publiek aan elektriese- en magneetvelde van kragdrade en gesondheidsprobleme is nie, omdat hulle almal uiterse lae frekwensies velde is.

Die geraas wat kragdrade maak kan ook inmeng met radiokommunikasie en uitsendings. Die kragdrade of geassosieerde hardeware genereer ongewenste radioseine wat die gewenste radioseine oorheers of daarmee kompeteer. Die geraas van die kragdrade kan 'n invloed hê op die kwaliteit van radio- en televisie-ontvangs. Ontwrigting van radiokommunikasie, soos amateurradio, kan ook plaasvind. Verlies aan kritiese kommunikasie van polisie, brandweer, militêre en soortgelyke gebruikers van die radiospektrum kan meer ernstige gevolge hê.

Groepbespreking:

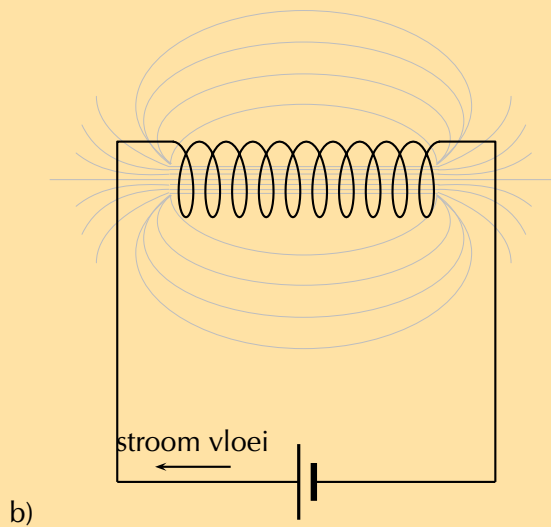
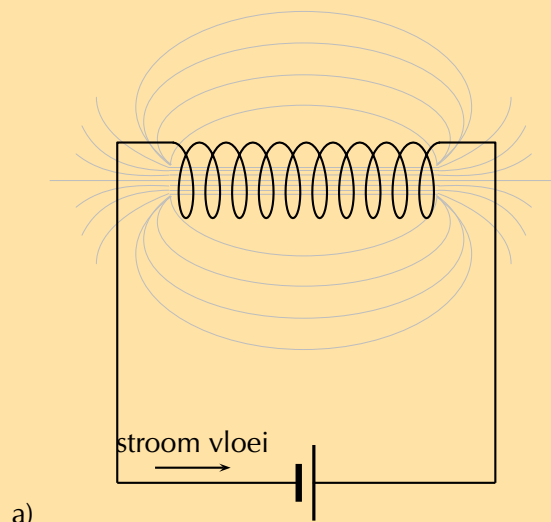
- Bespreek die inligting hierbo.
- Bespreek ander maniere waarop kragdrade die omgewing beïnvloed.

FEIT

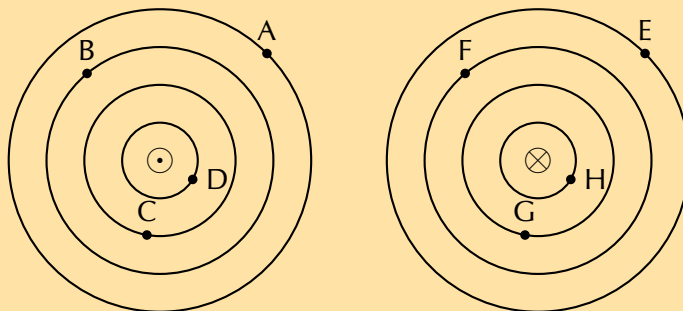
Wanneer weerlig 'n skip of vliegtuig tref kan dit skade aanrig of die magnetiese kompas affekteer. Daar is voorvalle opgeteken van weerligslae wat die polariteit van kompasse so verander het dat die naald na suid in plaas van noord wys.

Oefening 10 – 1: Magneetvelde

1. Gee bewyse vir die bestaan van 'n magneetveld naby 'n stroomdraende draad.
2. Beskryf hoe jy jou regterhand sal gebruik om te bepaal in watter rigting 'n magneetveld om 'n stroomdraende geleier beweeg.
3. Gebruik die regterhandreël om die rigting van die magneetveld in die volgende situasies te bepaal:



4. Gebruik die regterhandreël om die rigting van die magneetvelde by elke 'n punt gemerk A-H in die volgende diagram te bepaal.



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 279M 2. 279N 3a. 279P 3b. 279Q 4. 279R



www.everythingscience.co.za

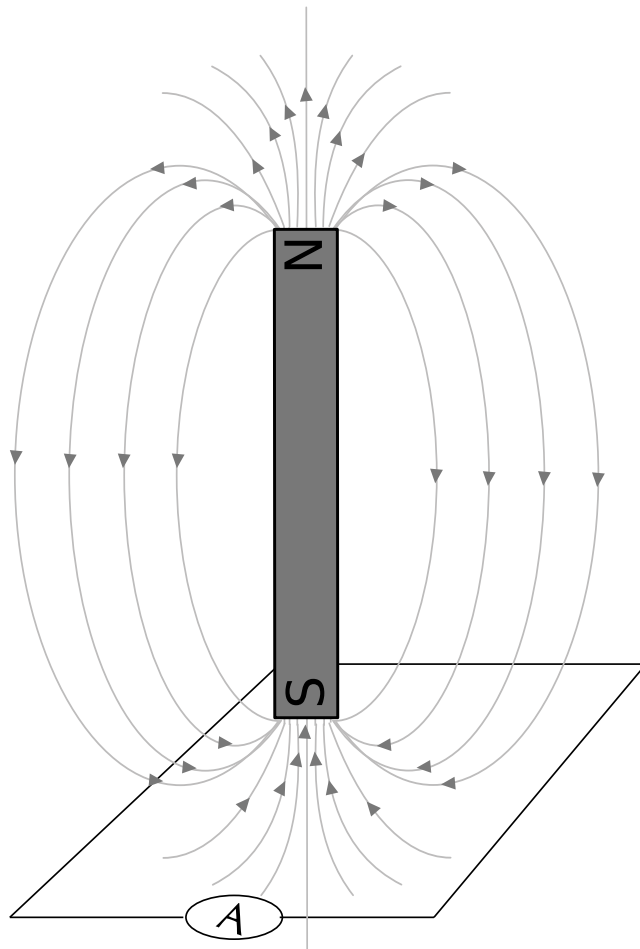


m.everythingscience.co.za

Alhoewel Oersted se verrassende ontdekking van elektromagnetisme die weg gebaan het vir meer praktiese toepassings van elektrisiteit, was dit Michael Faraday wat die sleutel tot die praktiese opwekking van elektrisiteit **elektromagnetiese induksie** verskaf het.

Faraday het ontdek dat wanneer hy 'n staafmagneet naby 'n draad beweeg, 'n spanning (potensiaalverskil) oor die draad ontstaan. As die magneet stilgehou word word geen spanning opgewek nie, die spanning bestaan slegs terwyl die magneet beweeg. Ons noem hierdie spanning die geïnduserte emk (elektromagnetiese krag) ($\mathcal{E}$).

'n Stroombaanlus wat aan 'n sensitiewe ammeter gekoppel is sal 'n stroom registreer as dit opgestel word soos in die diagram en die magneet op en af beweeg word.



Magnetiese vloed

Voordat ons aanbeweeg na die definisie van Faraday se wet vir magnetiese induksie en voorbeelde, kyk ons eers na magnetiese vloed. 'n Lus met oppervlak A in die teenwoordigheid van 'n uniforme magneetveld, $\vec{B}$, word die magnetiese vloed (ϕ) gedefinieer as:

$$\phi = BA \cos \theta$$

Waar:

θ = die hoek tussen die magneetveld, B , en die normaal van die oppervlak van die lus, A

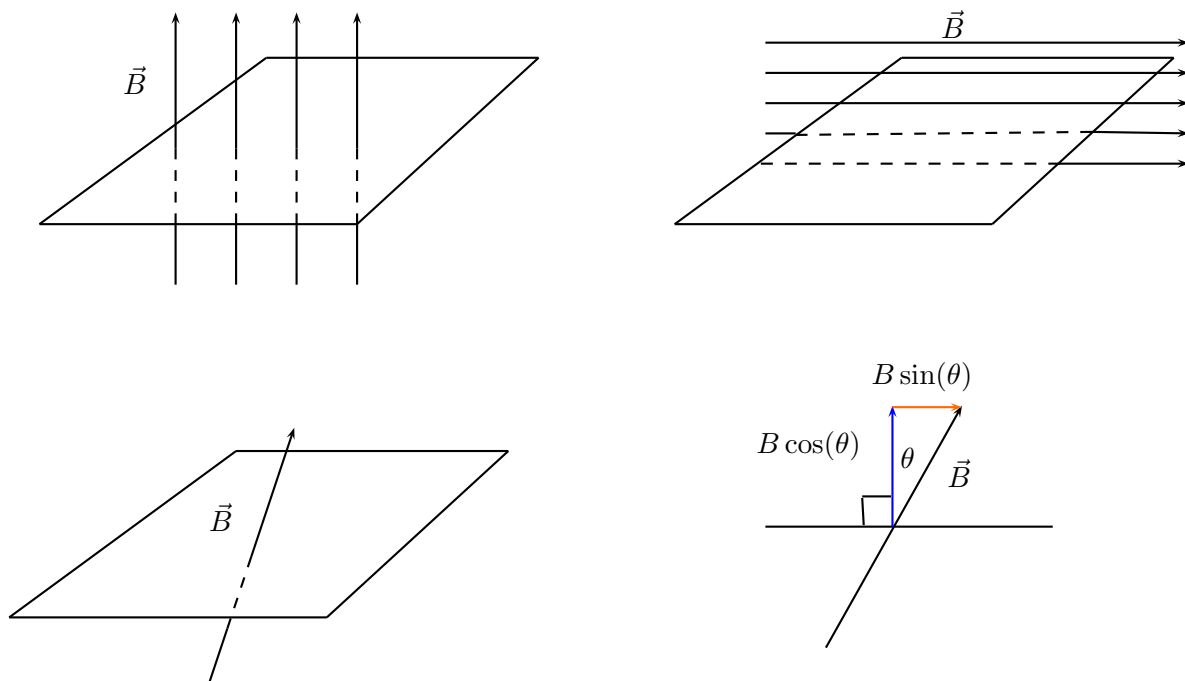
A = die area (oppervlak) van die lus

B = die magnetiese veld

Die S.I. eenheid van magnetiese vloed is die weber (Wb).

Jy mag dalk wonder waarom die hoek θ ingesluit word. Die magnetiese vloed hang af van die magneetveld wat deur die oppervlak beweeg. Ons weet dat 'n veld parallel aan die oppervlak nie 'n stroom kan veroorsaak nie, omdat dit nie deur die oppervlak beweeg nie. As die magneetveld nie loodreg tot die oppervlak is nie, is daar 'n komponent wat loodreg is en 'n komponent wat parallel met die oppervlak is. Die parallelle komponent kan nie tot die vloed bydra nie, slegs die vertikale komponent kan bydra.

In hierdie diagram wys ons dat 'n magneetveld met 'n hoek wat nie loodreg is nie, in komponente ontbind kan word. Die komponente loodreg tot die oppervlak het 'n grootte $B \cos(\theta)$ waar θ die hoek tussen die normaal en die magneetveld is.



DEFINISIE: Faraday se wet

Die emk, $\mathcal{E}$, wat rondom 'n geleidende lus opgewek word, is direk eweredig aan die tempo van verandering van die magnetiese vloed, ϕ , deur die area, A , van die lus. Dit kan wiskundig as volg uitgedruk word:

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

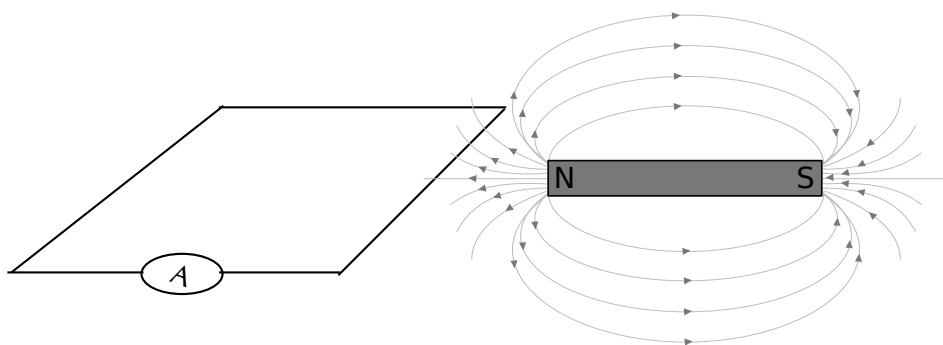
waar $\phi = B \cdot A$ en B die veldlyne (sterkte) van die magneetveld is. N is die aantal stroombaanlusse. 'n Magneetveld word in die eenheid tesla (T) gemeet. Die minusteken dui die rigting aan en dat die geïnduseerde emk neig om die lading in die magnetiese vloed teen te werk. Die minusteken kan ignoreer word wanneer groottes bereken word.

Faraday se wet stel dat daar 'n verband is tussen emk en die tempo van die verandering van vloed, wat die produk van die magneetveld en die deursnee area waardeur die veldlyne beweeg is.

BELANGRIK!

Dit is nie die oppervlak van die draad self nie, maar die oppervlak wat die draad omring. Dit beteken dat as jy die draad in 'n sirkel buig, die oppervlak wat ons in 'n vloed-berekening gebruik die buite-oppervlak van die sirkel is, nie van die draad nie.

In hierdie illustrasies, waar die magneet op dieselfde vlak as die stroombaanlus is, sal daar nie 'n stroom wees nie, selfs as die magneet nader en verder weg beweeg word. Dit is omdat die magneetveldlyne nie deur die oppervlak wat omsluit word beweeg nie, maar parallel daarmee. Die magneetveldlyne moet deur die area beweeg wat deur die stroombaanlus omsluit word om emk te induseer.



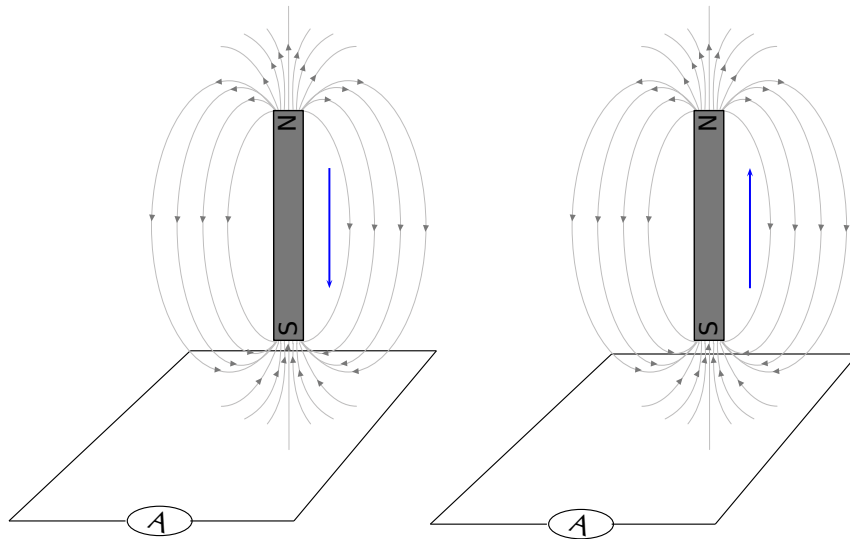
Rigting van geïnduseerde stroom

ESE62

Die belangrikste ding om te onthou is dat die geïnduseerde stroom watter verandering ookal plaasvind, teëwerk.

In die eerste illustrasie (links) beweeg die suidpool van 'n magneet nader na die stroombaan. Die grootte van die magneetveld word groter. Die geïnduseerde emk sal reageer deur die veld in die rigting van die pool wat sterker word te probeer teëstaan. Die veld is 'n vektor, daarom vloei die stroom in 'n rigting wat sal veroorsaak dat die veld wat ontstaan as gevolg van die stroom neig om die magneetvelde teen te werk. Die resultante veld word dus dieselfde gehou.

Om die verandering van die suidpool wat van bo af nader kom teen te staan, moet die stroom veldlyne genereer (opwek) wat wegbeweeg van die pool wat nader beweeg. Die geïnduseerde magneetveld moet daarom veldlyne hê wat aan die binnekant van die lus afloop. Dit word veroorsaak deur die stroomrigting wat deur pyltjies aan die bokant van die stroombaanlus aangedui word. Toets dit deur die regterhandreël te gebruik. Hou jou regterduim in die rigting van een van die pyle en let op watter velde afwaarts draai in die area wat met die lus omring is in.



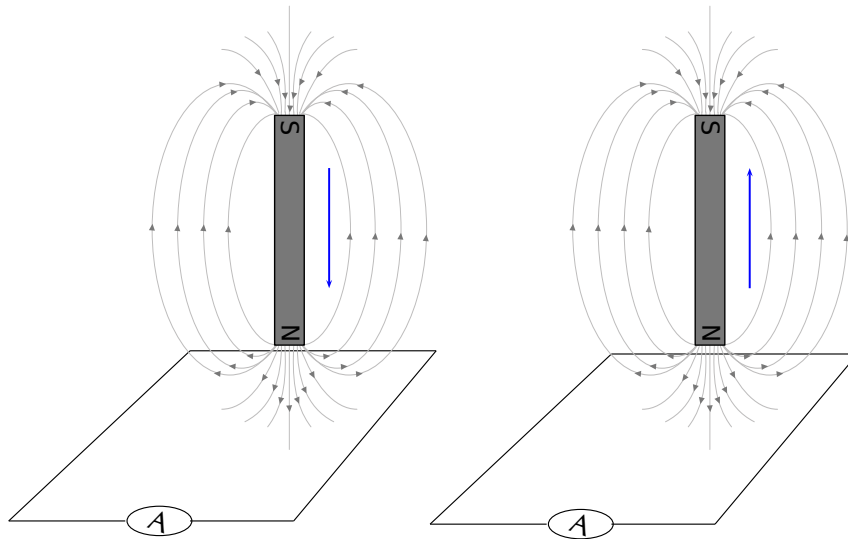
In die tweede diagram beweeg die suidpool weg. Dit beteken dat die magneetveld swakker raak. Die geïnduseerde lading sal reageer deur 'n magneetveld op te stel wat by die bestaande een van die magneet getel word om 'n verlaging in sterkte teen te werk.

Nog 'n manier om dieselfde kenmerke te verstaan is deur net die pole te gebruik. Om 'n suidpool wat nader beweeg te opponeer (teë te werk) word 'n stroom geïnduseer aan die kant waar die suidpool nader beweeg, wat net soos 'n suidpool lyk. Gelyksoortige pole stoot mekaar af. Jy kan so daaraan dink: die stroom stel nog 'n suidpool op om die suidpool wat naderkom weg te stoot. In die tweede illustrasie is die stroom so opgestel dat die noordpool 'n suidpool aantrek om te keer dat dit weg beweeg.

Ons kan ook 'n variasie van die regterhandreël gebruik waar jy jou vingers in die rigting van die geïnduseerde stroom wys sodat jou duim in die rigting van die veldlyne (of noordpool) wys.

Ons kan al hierdie gevalle van 'n noordpool wat nader aan of verder weg van die stroombaan beweeg toets. In die eerste geval waar die noordpool nader kom, sal die stroom verandering teë gewerk word deur 'n veld in die teenoorgestelde rigting van die magneetveld wat sterker raak, op te stel. Gebruik die regterhandreël om te bevestig dat die pyle 'n veld met veldlyne wat opwaarts krul in die omringde area opstel wat die veldlyne wat afwaarts van die noordpool van die magneet krul, uitkanselleer.

Gelyksoortige pole stoot mekaar af, alternatiewelik kan jy toets dat die vingers van jou regterhand in die rigting van die stroom wys en jou duim daarom opwaarts wys en 'n noordpool aandui.



In die tweede diagram waar die noordpool wegbeweeg is die situasie omgekeerd.

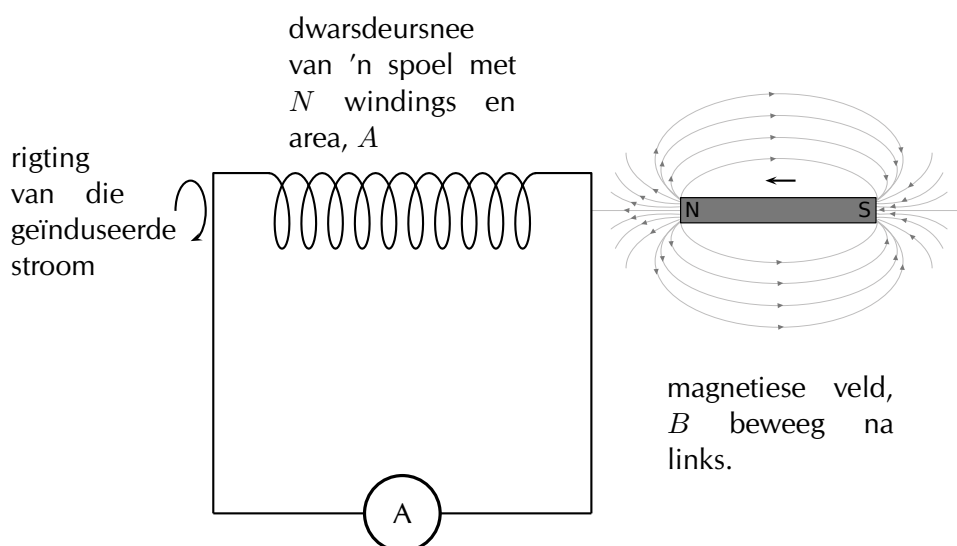
Rigting van 'n geïndusseeerde stroom in 'n solenoïed

ESE63

Die benadering om na die rigting van stroom in 'n solenoïed te kyk, is dieselfde as die benadering wat hierbo beskryf is. Die enigste verskil is dat daar in 'n solenoïed 'n aantal lusse draad is; die grootte van die geïnduseerde emk sal dus verskillend wees. Die magnetiese vloed sal bereken word deur die buite-oppervlak van die solenoïed met die hoeveelheid lusse te vermenigvuldig.

Onthou ons kan die rigting van strome en geassosieerde magneetvelde vind deur slegs die regterhandreël te gebruik. Wanneer die vingers van die regterhand in die rigting van die magneetveld wys, wys die duim in die rigting van die stroom. Wanneer die duim in die rigting van die magneetveld wys, wys die vingers in die rigting van die stroom.

Die rigting van die stroom sal van so 'n aard wees dat dit die verandering teëwerk. Ons sal 'n samestelling soos in die skets gebruik om die toets te doen:



In die geval waar 'n noordpool nader aan die solenoïed gebring word, sal die stroom

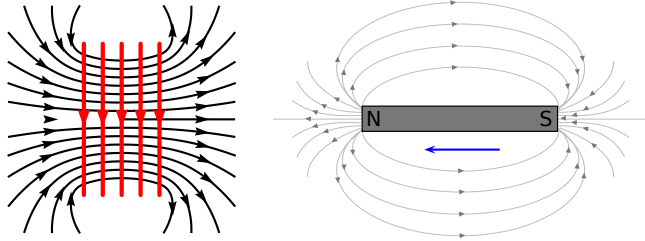
WENK

'n Maklike manier om 'n magneetveld van veranderende intensiteit te veroorsaak is om 'n permanente magneet langs 'n draad of 'n rol draad te hou. Die magneetveld vermeerder of verminder in intensiteit *loodreg* tot die draad (die magneetvelde sny dus oor die geleier) andersins sal geen stroomspanning induseer word nie.

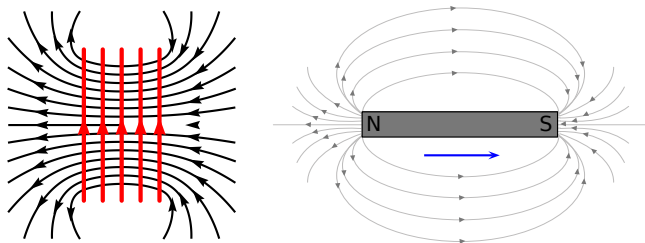
WENK

Die geïnduseerde stroom genereer 'n magneetveld. Die geïnduseerde magneetveld is in 'n rigting wat neig om die verandering in die magneetveld in die lus draad uit te skakel. Jy kan dus die regterhandreël gebruik om die rigting van die geïnduseerde stroom te vind deur te onthou dat die geïnduseerde magneetveld in die teenoorgestelde rigting van die verandering in die magneetveld beweeg.

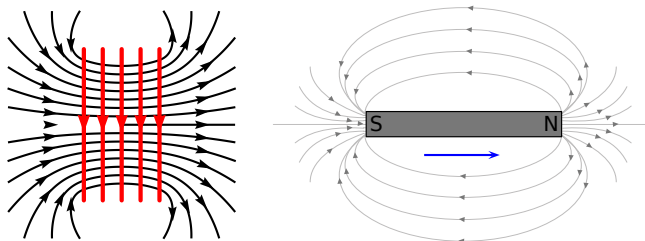
so vloei dat 'n noordpool aan die kant van die solenoïed wat naaste aan die magneet wat nader beweeg is, gevorm word om dit af te stoot (verifieer deur die regterhandreël te gebruik).



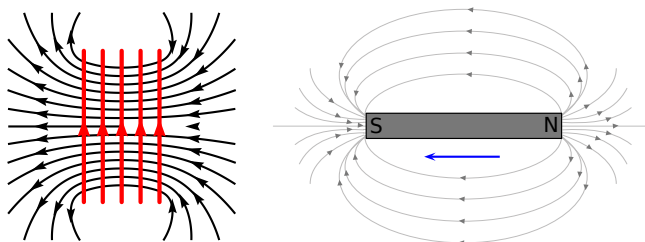
In die geval waar die noordpool weg van die solenoïed beweeg, sal die stroom so vloei dat dit 'n suidpool aan die kant van die solenoïed naaste aan die magneet wat wegbeweeg skep om dit aan te trek.



In die geval waar 'n suidpool weg beweeg van die solenoïed sal die stroom so vloei dat 'n noordpool aan die kant van die solenoïed naaste aan die magneet wat wegbeweeg geskep word om dit aan te trek.



In die geval waar 'n suidpool nader aan die solenoïed gebring word sal die stroom so vloei dat 'n suidpool aan die kant van die solenoïed naaste aan die aankomende magneet gevorm word om dit weg te stoot.



Induksie

Elektromagnetiese induksie word prakties toegepas in die konstruksie van elektriese opwekkers wat meganiese krag gebruik om 'n magneetveld verby rolle draad te beweeg om stroomspanning te genereer. Dit is egter nie die enigste praktiese toepassing van die beginsel nie.

Jy sal onthou dat die magneetveld wat deur 'n stroomdraende draad ontstaan, altyd loodreg tot die draad is en dat die vloedintensiteit van die magneetveld verander afhangend van die hoeveelheid stroom wat daardeur beweeg. Ons kan daarom sien dat 'n draad in staat is om 'n stroomspanning *langs sy eie lengte* te induseer as die stroom verander. Die effek word *self-induksie* genoem. Self-induksie is wanneer 'n veranderende magneetveld geskep word deur verandering in stroom wat deur 'n draad beweeg, wat 'n stroomspanning langs die lengte van dieselfde draad veroorsaak.

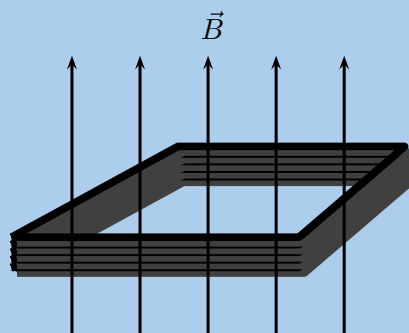
As die magnetiese vloed verbeter word deur 'n draad in die vorm van 'n winding te buig, en/of die winding om 'n stof met hoë permeabiliteit te draai, sal die effek van self-geïnduseerde stroomspanning baie groter wees. 'n Toestel wat opgestel is om voordeel uit die effek te trek word 'n *induktor* genoem.

Onthou dat die geïnduseerde lading 'n magneetveld wat die verandering in die magnetiese vloed teenstaan sal skep. Dit word Lenz se wet genoem.

Uitgewerkte voorbeeld 1: Faraday se wet

VRAAG

Oorweeg 'n plat vierkantige winding met 5 draaie. Die winding is 0,50 m aan elke kant en het 'n magneetveld van 0,5 T wat daardeur beweeg. Die vlak van die winding is loodreg tot die magneetveld: die veld beweeg uit die bladsy uit. Gebruik Faraday se wet om die geïnduseerde emk te bereken as die magneetveld uniform vergroot word van 0,5 T tot 1 T in 10 s. Bepaal die rigting van die geïnduseerde stroom.



OPLOSSING

Stap 1: Identifiseer wat verwag word

Ons moet Faraday se wet gebruik om geïnduseerde emk te bereken.

Stap 2: Skryf Faraday se wet neer

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Ons weet dat die magneetveld 'n regte hoek met die oppervlak vorm en so in lyn is met die normaal. Dit beteken dat ons nie bekommerd hoef te wees oor die hoek wat die veld met die normaal en $\phi = BA$ vorm nie. Die aanvangsgrootte van die magneetveld B_i word gegee as die finale grootte van die veld, B_f . Ons wil bepaal hoe groot die emk is en kan daarom die minusteken ignoreer.

Die oppervlak A , is die oppervlak van die vierkantige winding.

Stap 3: Los die probleem op

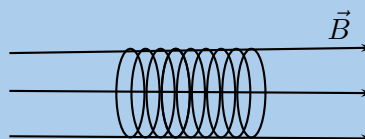
$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= N \frac{\phi_f - \phi_i}{\Delta t} \\ &= N \frac{B_f A - B_i A}{\Delta t} \\ &= N \frac{A(B_f - B_i)}{\Delta t} \\ &= (5) \frac{(0,50)^2 (1 - 0,50)}{10} \\ &= (5) \frac{(0,50)^2 (1 - 0,50)}{10} \\ &= 0,0625 \text{ V}\end{aligned}$$

Die geïnduseerde stroom is anti-kloksgewys as dit vanaf die rigting van die vergrotende magneetveld beskou word.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Faraday se wet

VRAAG

Oorweeg 'n solenoïed wat 9 draaie het met 'n onbekende radius, r . Die solenoïd word aan 'n magneetveld van 0,12 T blootgestel. Die as van die solenoïed is parallel aan die magneetveld. Wanneer die veld uniform omgeskakel word na 12 T oor 'n tydperk van 2 minute, word 'n emk met 'n grootte van $-0,3 \text{ V}$ geïnduseer. Bepaal die radius van die solenoïed.



OPLOSSING

Stap 1: Identifiseer wat verwag word

Ons moet die radius van die solenoïed bepaal. Ons weet dat die verband tussen die geïnduseerde emk en die veld deur Faraday se wet beheer word, dit sluit die geometrie van die solenoïed in. Ons kan die verband gebruik om die radius te bepaal.

Stap 2: Skryf Faraday se wet neer

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Ons weet dat die magneetveld regte hoeke met die oppervlak vorm en daarom in lyn is met die normaal. Dit beteken dat ons nie oor die hoek wat die veld met die normaal en $\phi = BA$ vorm hoef te bekommer nie. Die aanvangsgrootte van die magneetveld, B_i , word gegee as die finale grootte van die veld, B_f . Ons kan die minusteken weglaat aangesien ons slegs met die grootte van die emk werk.

Die oppervlak, A , is die buite-oppervlak van die solenoïed wat πr^2 is.

Stap 3: Los die probleem op

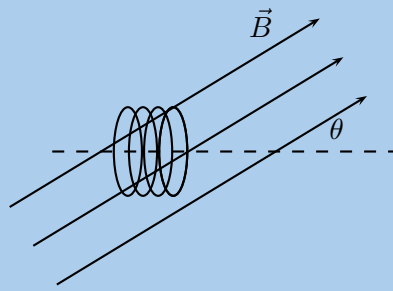
$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= N \frac{\phi_f - \phi_i}{\Delta t} \\ &= N \frac{B_f A - B_i A}{\Delta t} \\ &= N \frac{A(B_f - B_i)}{\Delta t} \\ (0,30) &= (9) \frac{(\pi r^2)(12 - 0,12)}{120} \\ r^2 &= \frac{(0,30)(120)}{(9)\pi(12 - 0,12)} \\ r^2 &= 0,107175 \\ r &= 0,32 \text{ m}\end{aligned}$$

Die solenoïed het 'n radius van 0,32 m.

Uitgewerkte voorbeeld 3: Faraday se wet

VRAAG

Oorweeg 'n sirkelvormige winding met 4 draaie met 'n radius van 3×10^{-2} m. Die solenoïed word aan 'n variërende magneetveld onderwerp wat uniform van 0,4 T tot 3,4 T teen 'n interval van 27 s verander. Dis as van die solenoïed vorm 'n hoek van 35° met die magneetveld. Vind die geïnduseerde emk.



OPLOSSING

Stap 1: Identifiseer wat verwag word

Ons moet Faraday se wet gebruik om geïnduseerde emk te bereken.

Stap 2: Skryf Faraday se wet neer

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Ons weet dat die magneetveld 'n hoek met die normaal vorm. Dit beteken dat ons die hoek wat dit met die normaal vorm en $\phi = BA \cos(\theta)$ moet verduidelik. Die aanvangsgrootte van die magneetveld, B_i , word as die finale grootte van die veld gegee, B_f . Ons wil die grootte van die emk bepaal en kan daarom die minusteken ignoreer.

Die oppervlakte, A , sal πr^2 wees.

Stap 3: Los die probleem op.

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \\ &= N \frac{\phi_f - \phi_i}{\Delta t} \\ &= N \frac{B_f A \cos(\theta) - B_i A \cos(\theta)}{\Delta t} \\ &= N \frac{A \cos(\theta) (B_f - B_i)}{\Delta t} \\ &= (4) \frac{(\pi(0,03)^2 \cos(35))(3,4 - 0,4)}{27} \\ &= 1,03 \times 10^{-3} \text{ V} \end{aligned}$$

Die geïnduseerde stroom is anti-kloksgewys as dit vanaf die rigting van die vergrotende magneetveld beskou word.

🕒 Sien simulatie: [279S](https://www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

Toepassings in die alledagse lewe

Die volgende toestelle gebruik Faraday se wet om te werk

- induksie stowe
- bandspelers
- metaalverklikkers
- transformators

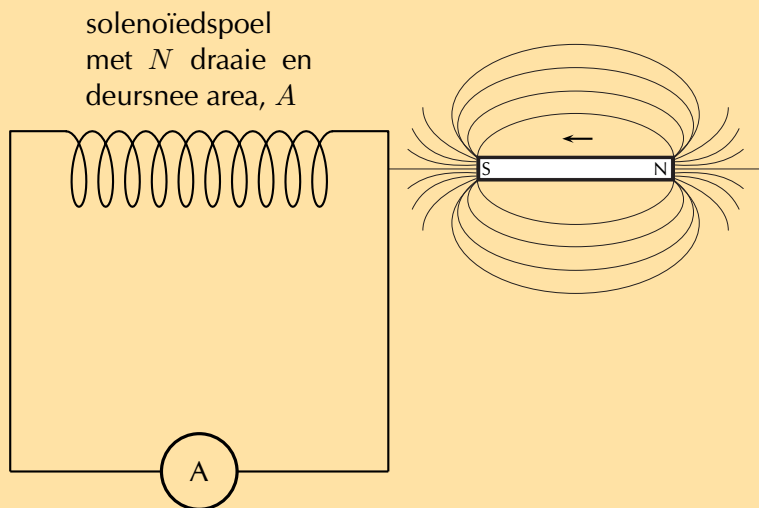
Projek: Toepassings van Faraday se wet

Kies een van die volgende toestelle en doen navorsing aanlyn of in die biblioteek oor hoe hierdie toestel werk. Jy moet na Faraday se wet verwys in jou verduideliking.

- induksie stowe
- bandspelers
- metaalverklikkers
- transformators

Oefening 10 – 2: Faraday se wet

1. Gee Faraday se wet van elektromagnetiese induksie in woorde asook die wiskundige verhouding.
2. Verduidelik wat gebeur wanneer 'n staafmagneet in 'n solenoïed gestoot word of uitgetrek word indien die solenoïed aan 'n ammeter gekonnekteer is. Teken prente om jou verduideliking te ondersteun.
3. Verduidelik hoekom die magnetiese vloed nul kan wees wanneer die magneetveld nie zero is nie.
4. Gebruik die regterhandreël om die rigting van die geïnduseerde stroom in die solenoïed hieronder te bepaal.



5. Oorweeg 'n sirkelvormige lus met 5 draaie wat 'n radius van $1,73\text{ m}$ het. Die spoel is blootgestel aan 'n magneetveld wat uniform verander van $2,18\text{ T}$ na $12,7\text{ T}$ in 'n 3 minute interval. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 27° met die magneetveld. Vind die geïnduseerde emk.
6. Oorweeg 'n solenoïedspoel met 11 draaie, wat 'n radius van $13,8 \times 10^{-2}\text{ m}$ het. Die solenoïed het 'n varieërbare magneetveld wat uniform verander van $5,34\text{ T}$ na $2,7\text{ T}$ in 'n tydinterval van 12 s . Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 13° met die magneetveld.
 - a) Vind die geïnduseerde emk.
 - b) Indien die hoek verander na $67,4^\circ$, wat sal die radius moet wees sodat die emk dieselfde bly?
7. Oorweeg 'n solenoïed met 5 draaie en 'n radius van $11 \times 10^{-2}\text{ m}$. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 23° met die magneetveld.
 - a) Vind die verandering in vloed indien die emk 12 V is oor 'n tydperk van 12 s .
 - b) Indien die hoek verander na 45° , wat moet die tydinterval dan wees sodat die geïnduseerde emk dieselfde bly?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 279T 2. 279V 3. 279W 4. 279X 5. 279Y 6. 279Z
7. 27B2



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

🔗 Sien aanbieding: 27B3 op www.everythingscience.co.za

- Elektromagnetisme is die bestudering van die eienskappe en verwantskappe tussen elektriese strome en magnetisme.
- 'n Stroomdraende geleier veroorsaak 'n magneetveld om 'n geleier.
- Die rigting van 'n magneetveld word gevind deur die gebruik van die regterhandreël.
- Elektromagnete is tydelike magnete wat gevorm word deur stroomdraende geleiers.
- Magnetiese vloed is die produk van die komponent van magnetiese vloeddigtheid loodreg op die lus en die oppervlakte van die lus, $\phi = BA \cos(\theta)$.
- Elektromagnetiese induksie vind plaas wanneer 'n veranderende magneetveld 'n spanning in 'n stroomdraende geleier veroorsaak.
- Die grootte van die geïnduseerde emk word deur Faraday se wet van elektromagnetiese induksie gegee: $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Geïnduseerde emk ($\mathcal{E}$)	volt	V
Magnetiese veld (B)	tesla	T
Magnetiese vloed (ϕ)	weber	Wb
Tyd (t)	sekonde	s

Oefening 10 – 3:

1. Wat het Hans Oersted oor die verhouding tussen elektrisiteit en magnetisme ontdek?
2. Lys twee gebruike van elektromagnetisme.
3. a) 'n Uniforme magnetiese veld van 0,35 T bestaan in die vertikale posisie. 'n Stukkie karton met 'n oppervlakarea van 0,35 m² word horisontaal neergesit binne-in die veld. Wat is die magnetiese vloed deur die karton?
b) Die een kant word dan gelig sodat 'n skuinsvlak van 17° met die positiewe x -rigting vorm. Wat is die magnetiese vloed deur die karton? Wat sal die geïnduseerde emk wees indien die veld nul is na 3 s? Hoekom?
4. 'n Uniforme magneetveld van 5 T bestaan in die vertikale rigting. Wat is die magneetvloed deur die horisontale oppervlakarea 0,68 m²? Wat is die vloed indien die magneetveld verander om in die positiewe x -rigting te wees?
5. 'n Uniforme magneetveld van 5 T bestaan in die vertikale rigting. Wat is die magnetiese vloed deur die horisontale radius 0,68 m?

6. Oorweeg 'n vierkantige spoel met 3 lusse met 'n lengte van 1,56 m. Die spoel word blootgestel aan 'n magneetveld wat uniform verander van 4,38 T na 0,35 T in 'n tydsinterval van 3 minute. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 197° met die magneetveld. Vind die geïnduseerde emk.
7. Oorweeg 'n solenoïedspoel met 13 lusse met 'n radius van $6,8 \times 10^{-2}$ m. Die spoel word blootgestel aan 'n magneetveld wat uniform verander van -5 T na 1,8 T in 'n tydsinterval van 18 s. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 88° met die magneetveld.
 - a) Vind die geïnduseerde emk.
 - b) Indien die hoek verander na 39° , wat sal die radius moet wees sodat die emk dieselfde bly?
8. Oorweeg 'n solenoïed met 5 draaie en 'n radius van $4,3 \times 10^{-1}$ mm. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 11° met die magneetveld.
 - a) Vind die verandering in vloed indien die emk 0,12 V is oor 'n tydperk van 0,5 s.
9. Oorweeg 'n reghoekige spoel met 'n area van $1,73 \text{ m}^2$. Die spoel word blootgestel aan 'n magneetveld wat uniform verander van 2 T na 10 T in 'n tydsinterval van 3 ms. Die as van die solenoïed maak 'n hoek van 55° met die magneetveld. Vind die geïnduseerde emk.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27B4 2. 27B5 3. 27B6 4. 27B7 5. 27B8 6. 27B9
 7. 27BB 8. 27BC 9. 27BD



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Elektriese stroombane

11.1	<i>Inleiding</i>	376
11.2	<i>Ohm se wet</i>	376
11.3	<i>Drywing en energie</i>	403
11.4	<i>Opsomming</i>	417

11.1 Inleiding

ESE65

Die studie van elektriese stroombane is noodsaaklik om tegnologie wat elektrisiteit in die werklike lewe gebruik, te verstaan. Ons is afhanklik van elektrisiteit en elektriese toestelle om baie dinge in ons daaglikse lewens moontlik te maak. Wanneer daar 'n kragonderbreking is kom ons duidelik agter dat ons nie die ketel kan gebruik om tee of koffie te maak nie, ons kan nie die stoof of oond gebruik om aandete voor te berei nie, ons kan ook nie die selfoon se battery herlaai, TV kyk of elektriese ligte gebruik nie.

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Eenhede en eenheidsomskakeling — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskaplike vaardighede
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Grafieke — Wiskunde, Graad 10, Funksies en grafieke

11.2 Ohm se wet

ESE66

Drie fundamentele eenhede in elektriese stroombane is: **stroom**, **spanning (potensiaalverskil)** en **weerstand**. Om saam te vat:

1. Elektriese stroom, I , word gedefinieer as die tempo waarteen lading deur die stroombaan vloei.
2. Potensiaalverskil of spanning, V , is die hoeveelheid energie per eenheidslading wat benodig word om daardie lading tussen twee punte in die stroombaan te beweeg.
3. Weerstand, R , is 'n aanduiding van hoe 'moeilik' dit is om stroom deur 'n stroombaanelement te stoot.

Ons gaan nou kyk hoe hierdie drie eenhede verwant aan mekaar is in elektriese stroombane.

'n Belangrike verwantskap tussen stroom, spanning (potensiaalverskil) en weerstand in 'n stroombaan is deur Georg Simon Ohm ontdek. Dit word **Ohm se wet** genoem.

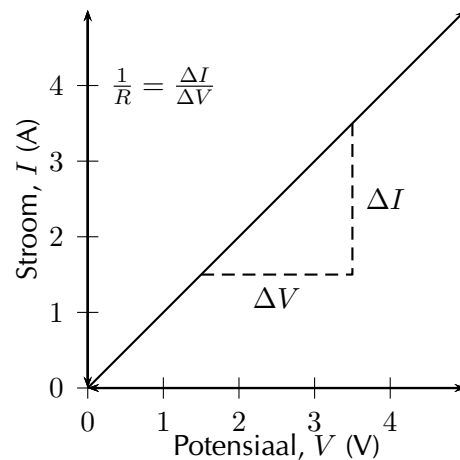
DEFINISIE: *Ohm se wet*

Die hoeveelheid elektriese stroom wat deur 'n metaalgeleier, by 'n konstante temperatuur, in 'n stroombaan vloei is direk eweredig aan die potensiaalverskil oor die geleier en word beskryf as

$$I = \frac{V}{R}$$

waar I die stroom is deur die geleier, V die potensiaalverskil oor die ente van die geleier en R die weerstand van die geleier. Met ander woorde, by 'n konstante temperatuur is die weerstand van 'n geleier konstant, ongeag die spanning (potensiaalverskil) aangewend oor die geleier of die stroom wat daardeur vloei.

Volgens Ohm se wet is die grootte van die stroom wat deur 'n geleier wat by 'n konstante temperatuur gehou word vloei, direk eweredig aan die potensiaalverskil oor die ente van die geleier. Dit beteken dat, indien ons 'n grafiek trek met potensiaalverskil op die x-as en stroom op die y-as, ons 'n reguitlyngrafiek sal kry.



Die gradiënt van die reguitlyngrafiek is as volg verwant aan die weerstand van die geleier:

$$\frac{I}{V} = \frac{1}{R}$$

As dit herrangskik word in terme van die konstante weerstand volg dit dat

$$R = \frac{V}{I}$$

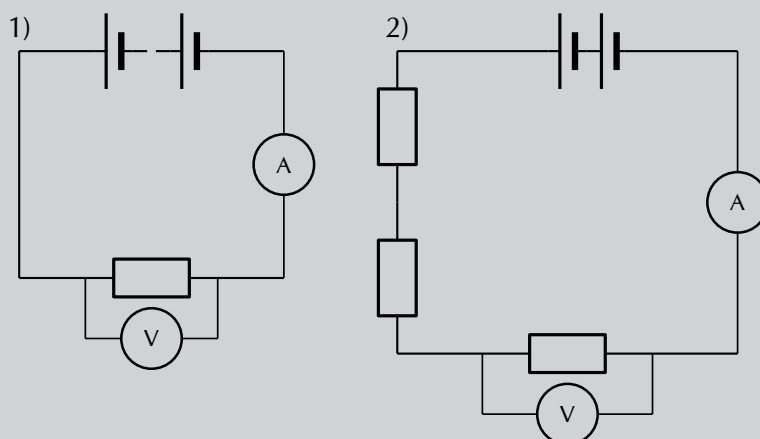
Algemene eksperiment: Ohm se wet

Doel:

Om die verwantskap tussen die stroom wat deur 'n geleier vloei en die potensiaalverskil (spanning) oor die ente van die geleier te bepaal.

Apparaat:

4 selle, 4 resistors, 'n ammeter, 'n voltmeter, verbindingsdrade



Metode:

Hierdie eksperiment het twee dele. In die eerste gedeelte sal ons die toegepaste spanning (potensiaalverskil) verander en die gevolglike (gelewerde) stroom wat deur die stroombaan vloei meet. In die tweede gedeelte sal ons die stroom verander en die gevolglike spanning oor die ente van die resistor meet. Nadat beide stappe metings verkry is sal ons die verwantskap tussen die stroom deur die geleier en die spanning oor die geleier bestudeer.

1. Verandering van spanning

- Stel die stroombaan op soos stroomdiagram 1. Begin met slegs een sel.
- Teken die volgende tabel in jou eksperimente-boek.

Aantal selle	Voltmeterlesing, V (V)	Stroom, I (A)
1		
2		
3		
4		

- Vra jou onderwyser om die stroombaan na te gaan voordat jy die stroom aanskakel.
- Meet die potensiaalverskil (spanning) oor die resistor deur die voltmeterlesing te gebruik en die stroom in die stroombaan deur die ammeterlesing te gebruik.
- Voeg nog een 1,5 V sel by die bestaande stroombaan en herhaal jou metings.
- Herhaal totdat jy vier selle ingeskakel het en die tabel voltooi is.

2. Verandering van stroom

- Stel die stroombaan op volgens stroombaandiagram 2. Begin met slegs een resistor in die stroombaan.
- Teken die volgende tabel in jou eksperimente-boek.

Voltmeterlesing, V (V)	Stroom, I (A)

- Vra jou onderwyser om die stroombaan na te gaan voordat jy die stroom aanskakel.
- Meet die stroom en meet die potensiaalverskil (spanning) oor een resistor.
- Voeg nou nog 'n resistor in serie in die stroombaan en meet weer die stroom en potensiaalverskil oor die oorspronklike resistor. Voeg resistors by totdat jy vier in serie het, maar onthou om elke keer slegs die potensiaalverskil oor die ente van die oorspronklike resistor te meet. Vul die waardes van jou metings in op die tabel.

Ontleding (analise) en resultate:

- Gebruik die data wat jy in die eerste tabel aangeteken het en trek 'n grafiek van stroom teenoor potensiaalverskil. Aangesien potensiaalverskil die veranderlike is wat ons gereguleer het, is dit die onafhanklike veranderlike en word dit op die x -as aangebring. Die stroom is die afhanklike veranderlike en moet op die y -as uitgestip word.

2. Gebruik die data wat jy in die tweede tabel aangeteken het en trek 'n grafiek van potensiaalverskil teenoor stroom. In hierdie geval is die onafhanklike veranderlike die stroom. Dit moet dus op die x -as uitgestip word. Die afhanklike veranderlike is die potensiaalverskil. Dit moet op die y -as uitgestip word.

Gevolgtrekkings:

1. Bestudeer die grafiek wat jy van die eerste tabel se inligting getrek het. Wat gebeur met die stroom deur die resistor wanneer die potensiaalverskil oor die resistor verhoog word? Het dit toegeneem of afgeneem?
2. Bestudeer die grafiek wat jy van die tweede tabel se inligting getrek het. Wat gebeur met die potensiaalverskil oor die resistor wanneer die stroom deur die resistor verhoog? Het dit toegeneem of afgeneem?
3. Bevestig jou resultate Ohm se wet? Verduidelik.

Vrae en bespreking:

1. Bereken die gradiënt vir elkeen van jou grafieke en gebruik dit om die weerstand van die oorspronklike resistor te bereken. Kry jy dieselfde waarde vir elke grafiek se berekening?
2. Hoe sal jy te werk gaan om die weerstand van 'n onbekende resistor te bepaal deur slegs 'n energiebron, 'n voltmeter en 'n bekende resistor (R_0) te gebruik?

► Sien simulatie: 27BF op www.everythingscience.co.za

Oefening 11 – 1: Ohm se wet

1. Gebruik die data in die onderstaande tabel om die volgende vrae te beantwoord.

Voltmeterlesing, V (V)	Stroom, I (A)
3,0	0,4
6,0	0,8
9,0	1,2
12,0	1,6

- a) Teken 'n grafiek van potensiaalverskil (spanning) op die x -as en stroom op die y -as.
- b) Watter tipe grafiek word verkry (reguitlyn, parabool, ander kurwe)?
- c) Bereken die gradiënt van die grafiek.
- d) Bevestig jou resultate Ohm se wet? Verduidelik.
- e) Hoe sal jy te werk gaan om die weerstand van 'n onbekende resistor te bepaal deur slegs 'n energiebron, 'n voltmeter en 'n bekende resistor, R_0 , te gebruik?

1. 27BG



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Ohmiese en nie-ohmiese geleiers

ESE67

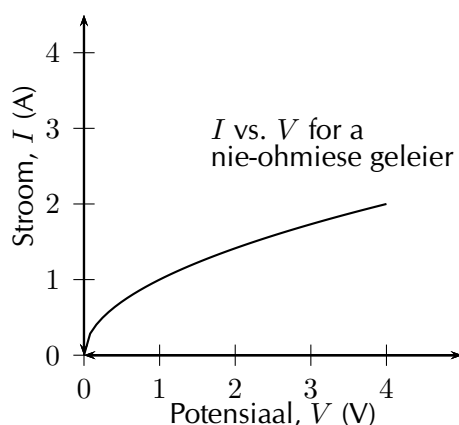
Geleiers wat Ohm se wet gehoorsaam het 'n konstante weerstand wanneer die spanning oor hulle of die stroom deur hulle verhoog word. Hierdie geleiers word *ohmiese* geleiers genoem. 'n Grafiek van stroom teenoor potensiaalverskil oor hierdie geleiers sal 'n reguitlyn wees. Voorbeelde van ohmiese geleiers sluit in stroombaan resistors en nichroomdraad.

Soos jy gesien het word *konstante temperatuur* vermeld wanneer ons van Ohm se wet praat. Dit is omdat die weerstand van sekere geleiers verander wanneer hulle temperatuur verander. Hierdie tipe geleiers word *nie-ohmiese* geleiers genoem, omdat hulle nie Ohm se wet gehoorsaam nie. 'n Gloeilamp is 'n algemene voorbeeld van 'n nie-ohmiese geleier. Ander voorbeelde van nie-ohmiese geleiers is diodes en transistors.

Die weerstand van 'n gloeilamp se filament (gloeidraad) neem dramatiese toe soos dit van kamertemperatuur tot gebruikstemperatuur verwarm. As ons die leweringsspanning in 'n stroombaan wat 'n gloeilamp in het verhoog, sal die gevolglike verhoogde stroom veroorsaak dat die filament warm word. Hierdie verhoging in temperatuur verhoog die filament se weerstand. Dit lei tot 'n effektiewe beperking op die verhoging in stroom. In hierdie geval volg potensiaalverskil en stroom nie Ohm se wet nie.

Die verskynsel dat weerstand verander met verandering in temperatuur is waar vir amper alle metale, waarvan die meeste drade gemaak word. Vir die meeste van die gebruike is die verandering in weerstand klein genoeg om geïgnoreer te word. In die geval van metaal gloeidrade waar die temperatuur baie toeneem (tot omtrent 1000 °C beginnende by kamertemperatuur) is die verandering redelik groot.

Oor die algemeen sal die grafiek van spanning teenoor stroom vir nie-ohmiese geleiers nie 'n reguitlyn wees nie. Dit dui aan dat die weerstand nie vir al die waardes van spanning en stroom konstant bly nie.

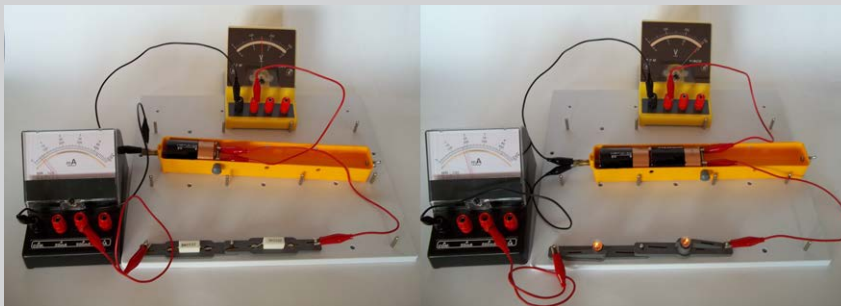
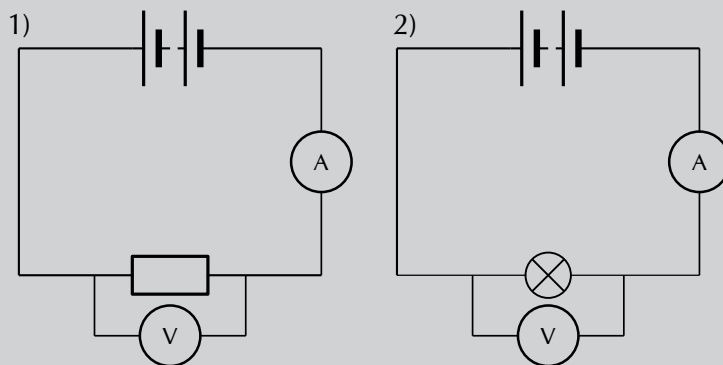


Doel:

Om te bepaal of twee stroombaanelemente ('n resistor en 'n gloeilamp) Ohm se wet gehoorsaam.

Apparaat:

4 selle, 'n resistor, 'n gloeilamp, verbindingsdrade, 'n voltmeter, 'n ammeter



Metode:

Die twee stroombane wat in die bostaande diagramme getoon word is dieselfde, behalwe dat daar by die eerste een 'n resistor is en by die tweede een 'n gloeilamp. Stel beide stroombane op. Begin met een sel. Vir elke stroombaan:

1. Gebruik die voltmeter om die potensiaalverskil oor die stroombaanelement (die resistor of die gloeilamp) te meet.
2. Gebruik die ammeter en meet die stroom in die stroombaan.
3. Voeg nog 'n sel by en herhaal die metings totdat jy 4 selle in jou stroombaan het.

Resultate:

Teken twee tabelle soortgelyk aan die gegewe in jou boek. Jy behoort een tabel te hê vir die metings van die eerste stroombaan met die resistor en 'n volgende een vir die metings van die tweede stroombaan met die gloeilamp.

Aantal selle	Voltmeterlesing, V (V)	Stroom, I (A)
1		
2		
3		
4		

Analise:

Gebruik die data in jou tabelle en teken twee grafieke van I (y -as) vs. V (x -as), een vir die resistor en een vir die gloeilamp.

Vrae en bespreking:

Bestudeer sorgvuldig jou grafieke en beantwoord die volgende vrae:

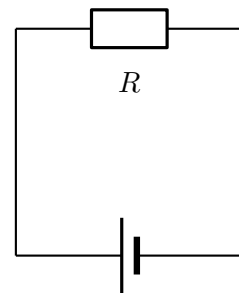
1. Hoe behoort die grafiek van I vs. V te lyk vir 'n geleier wat Ohm se wet gehoorsaam?
2. Lyk enige of albei jou grafieke so?
3. Watter afleiding kan jy maak oor of die resistor en/of die gloeilamp Ohm se wet gehoorsaam?
4. Is die gloeilamp 'n ohmiese of 'n nie-ohmiese geleier?

Toepassing van Ohm se wet

ESE68

Ons is nou gereed om te sien hoe Ohm se wet gebruik kan word om stroombane te analiseer.

Beskou 'n stroombaan met 'n sel en 'n ohmiese resistor, R . Indien die resistor 'n weerstand van $5\ \Omega$ het en die potensiaalverskil oor die resistor is 5 V , dan kan ons Ohm se wet gebruik om die stroom wat deur die resistor vloei te bereken. Ons eerste taak is om die stroombaandigram te teken. Wanneer ons enige probleem oor elektriese stroombane oplos is dit baie belangrik om 'n diagram van die stroombaan te teken voordat enige berekeninge gemaak word. Die stroombaandigram vir hierdie probleem lyk as volg:



Die vergelyking vir Ohm se wet is:

$$R = \frac{V}{I}$$

Dit kan herrangskik word tot:

$$I = \frac{V}{R}$$

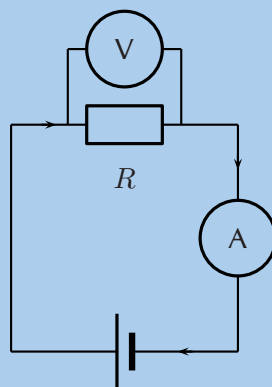
Die stroom wat deur die resistor vloei is:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{V}{R} \\
 &= \frac{5 \text{ V}}{5 \Omega} \\
 &= 1 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 1: Ohm se wet

VRAAG

Bestudeer die stroombaandiagram hieronder:



Die weerstand van die resistor is 10Ω en die stroom wat deur die resistor vloei is 4 A . Wat is die potensiaalverskil (spanning) oor die resistor?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal hoe om die probleem te benader

Die weerstand van die resistor en die stroom wat daardeur vloei is vir ons gegee; ons word gevra om die spanning oor die resistor te bereken. Ons kan Ohm se wet toepas deur

$$R = \frac{V}{I}$$

te gebruik.

Stap 2: Los die probleem op

Herrangskik die vergelyking hierbo en vervang die waardes wat bekend is vir R en I om die probleem op te los vir V .

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{V}{I} \\
 R \times I &= \frac{V}{I} \times I \\
 V &= I \times R \\
 &= 10 \times 4 \\
 &= 40 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Stap 3: Skryf die finale antwoord

Die potensiaalverskil (spanning) oor die resistor is 40 V.

Oefening 11 – 2: Ohm se wet

1. Bereken die weerstand van 'n resistor met 'n potensiaalverskil van 8 V oor die resistor wanneer 'n stroom van 2 A daardeur vloei. Teken die stroombaandiagram voordat die berekening gedoen word.
2. Watter stroom sal deur 'n resistor van $6\ \Omega$ vloei as daar 'n potensiaalverskil van 18 V oor sy ente is? Teken die stroombaandiagram voordat die berekening gedoen word.
3. Wat is die spanning oor 'n $10\ \Omega$ resistor as 'n stroom van 1,5 A daardeur vloei? Teken die stroombaandiagram voordat die berekening gedoen word.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27BH 2. 27BJ 3. 27BK



www.everythingscience.co.za

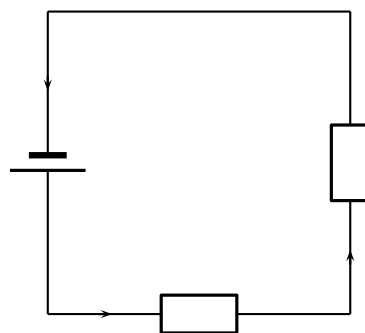


m.everythingscience.co.za

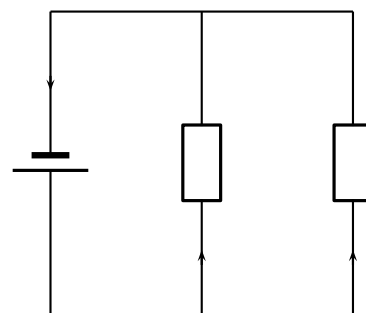
Hersiening van resistors in series en parallel

ESE69

In Graad 10 het jy van resistors geleer en jy het kennis gemaak met resistors wat in serie en in parallel geskakel word. In 'n seriestroombaan is daar slegs een pad waarlangs die stroom vloei. In 'n parallelle stroombaan is daar veelvuldige paaie waarlangs die stroom kan vloei.



seriestroombaan
een stroom pad



parallelle stroombaan
veelvuldige stroom paaie

Wanneer daar meer as een resistor in 'n stroombaan is, is ons gewoonlik in staat om die totaal vir die gesamentlike weerstand van al die resistors te bereken. Dit staan

bekend as die *ekwivalente weerstand*.

Ekwivalente weerstand vir resistors in serie verbind

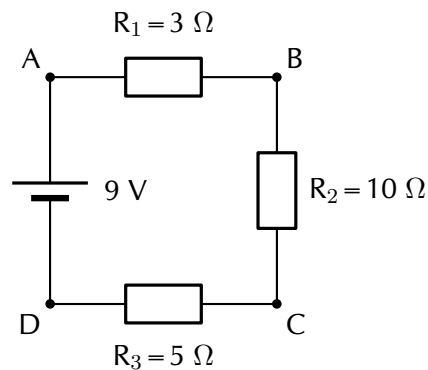
In 'n stroombaan waar die resistors in serie verbind is, is die ekwivalente weerstand eenvoudig die som van die weerstande van al die resistors.

DEFINISIE: *Ekwivalente weerstand in 'n serie stroombaan*

Vir n resistors in serie is die ekwivalente weerstand:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Kom ons pas dit in die volgende stroombaan toe.



Die resistors is in serie, dus:

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 3\ \Omega + 10\ \Omega + 5\ \Omega \\ &= 18\ \Omega \end{aligned}$$

► Sien simulasie: [27BM](#) op www.everythingscience.co.za

► Sien video: [27BN](#) op www.everythingscience.co.za

Ekwivalente weerstand vir resistors wat parallel verbind is

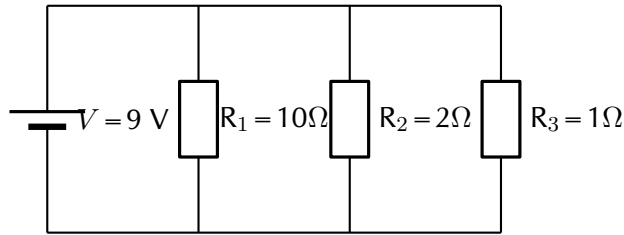
In 'n stroombaan waar die resistors parallel verbind is word die ekwivalente weerstand gegee deur die volgende definisie.

DEFINISIE: *Ekwivalente weerstand in 'n parallelstroombaan*

Vir n resistors in parallel is die ekwivalente weerstand:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Kom laat ons hierdie vergelyking in die volgende stroombaan toepas.



Wat is die totale (ekwivalente) weerstand in hierdie stroombaan?

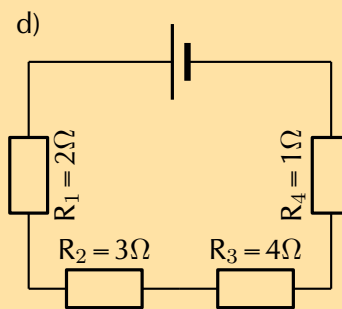
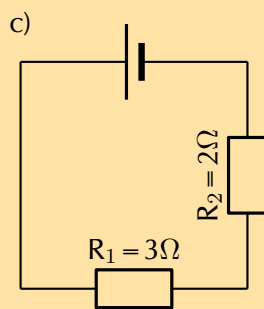
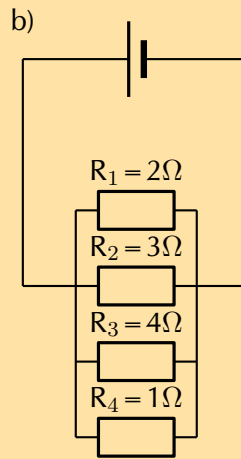
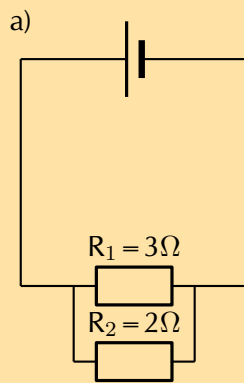
$$\begin{aligned}\frac{1}{R_p} &= \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \\ &= \left(\frac{1}{10\ \Omega} + \frac{1}{2\ \Omega} + \frac{1}{1\ \Omega} \right) \\ &= \left(\frac{1\ \Omega + 5\ \Omega + 10\ \Omega}{10\ \Omega} \right) \\ &= \left(\frac{16\ \Omega}{10\ \Omega} \right) \\ R_p &= 0,625\ \Omega\end{aligned}$$

► Sien video: [27BP](#) op www.everythingscience.co.za

► Sien video: [27BQ](#) op www.everythingscience.co.za

Oefening 11 – 3: Serie en parallelle weerstand

1. Twee $10\text{ k}\Omega$ resistors is in serie verbind. Bereken die ekwivalente weerstand.
2. Twee resistors is in serie verbind. Die ekwivalente weerstand is $100\ \Omega$. Indien een resistor $10\ \Omega$ is, bereken die waarde van die tweede resistor.
3. Twee $10\text{ k}\Omega$ resistors is in parallel verbind. Bereken die ekwivalente weerstand.
4. Twee resistors is in parallel verbind. Die ekwivalente weerstand is $3,75\ \Omega$. As een resistor 'n weerstand van $10\ \Omega$ het, wat is die weerstand van die tweede resistor?
5. Bereken die ekwivalente weerstand in elk van die volgende stroombane:



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27BR 2. 27BS 3. 27BT 4. 27BV 5. 27BW



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

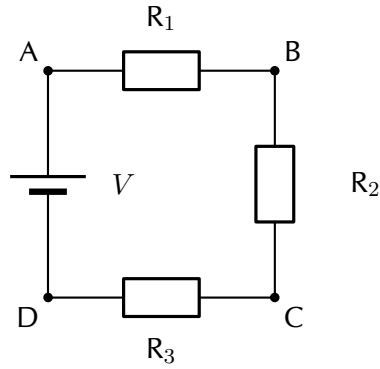
Toepassing van Ohm se wet in serie- en parallelstroombane

ESE6B

Deur die definisies vir ekwivalente weerstand vir resistors in serie of in parallel toe te pas, kan ons stroombane wat so opgestel is analiseer.

Seriestroombane

Beskou 'n stroombaan bestaande uit drie resistors en 'n enkele sel in serie verbind.



Die eerste beginsel om te verstaan oor seriestroombane is dat die hoeveelheid stroom wat deur elke komponent in die stroombaan vloei dieselfde is. Dit is omdat daar in 'n seriestroombaan slegs een baan/pad vir die elektrone is om te vloei. Deur te kyk na hoe die battery gekoppel is kan 'n mens die rigting waarin die stroom vloei bepaal. Ons weet die stroom vloei volgens konvensie van positief na negatief. Die konvensionele stroom in hierdie stroombaan vloei kloksgewys, van punt A na B na C na D en terug na A.

Ons weet dat die stroom in 'n seriestroombaan dieselfde is deur al die komponente. Ons kan dit dus as volg skryf:

$$I = I_1 = I_2 = I_3.$$

Ons weet ook dat die totale potensiaalverskil (spanning) van die stroombaan gelyk behoort te wees aan die som van die potensiaalverskil oor al drie resistors. Ons kan dit as volg skryf:

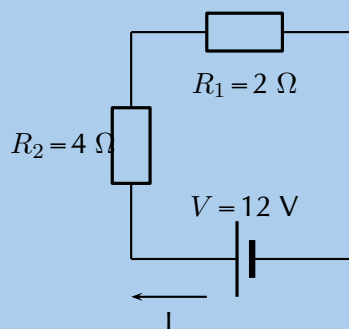
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Deur hierdie inligting te gebruik en met wat ons reeds weet oor die berekening van die ekwivalente weerstand van resistors, kan ons sekere stroombaanprobleme nou benader.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Ohm se wet, seriestroombaan

VRAAG

Bereken die stroom (I) in hierdie stroombaan as beide resistors ohmies van aard is.



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat verlang word

Daar word van ons verwag om die stroom wat in die stroombaan vloei te bereken.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Aangesien die resistors ohmies van aard is, kan ons Ohm se wet gebruik. Daar is egter twee resistors in die stroombaan; ons sal die totale weerstand moet bepaal.

Stap 3: Bepaal die totale weerstand in die stroombaan

Aangesien die resistors in serie verbind is, is die totale (ekwivalente) weerstand R :

$$R = R_1 + R_2$$

Dus,

$$\begin{aligned} R &= 2 + 4 \\ &= 6 \, \Omega \end{aligned}$$

Stap 4: Pas Ohm se wet toe

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} \\ R \times \frac{I}{R} &= \frac{V}{I} \times \frac{I}{R} \\ I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{12}{6} \\ &= 2 \, \text{A} \end{aligned}$$

Stap 5: Skryf die finale antwoord

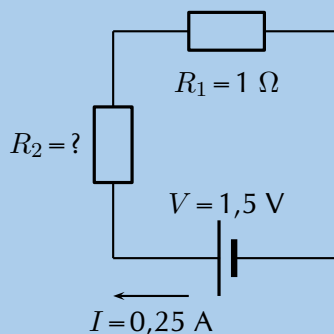
'n Stroom van 2 A vloei in die stroombaan.

Uitgewerkte voorbeeld 3: Ohm se wet, seriestroombaan

VRAAG

Twee ohmiese resistors (R_1 en R_2) word in serie gekoppel met 'n sel. Vind die weerstand van (R_2), gegewe dat die stroom deur R_1 en R_2 0,25 A is en dat die spanning oor die sel 1,5 V is. $R_1 = 1 \, \Omega$.

Stap 1: Teken die stroombaan en vul al die bekende waardes in.



Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan Ohm se wet gebruik om die totale weerstand R in die stroombaan te bepaal en dan die onbekende weerstand bereken deur gebruik te maak van:

$$R = R_1 + R_2$$

omdat dit 'n seriestroombaan is.

Stap 3: Bepaal die totale weerstand

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{1,5}{0,25} \\ &= 6 \Omega \end{aligned}$$

Stap 4: Bepaal die onbekende weerstand

Ons weet dat:

$$R = 6 \Omega$$

en dat

$$R_1 = 1 \Omega$$

Aangesien

$$R = R_1 + R_2$$

$$R_2 = R - R_1$$

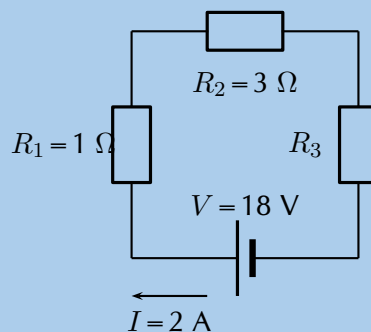
Dus,

$$R_2 = 5 \Omega$$

VRAAG

Vir die volgende stroombaan, bereken:

1. die spanningsval V_1 , V_2 en V_3 oor die R_1 , R_2 , en R_3 resistors
2. die weerstand van R_3 .



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal hoe om die probleem te benader

Die potensiaalverskil oor die sel en die stroom in die stroombaan is vir ons gegee, sowel as die weerstand van twee van die drie resistors. Ons kan Ohm se wet gebruik om die spanningsval oor die bekende resistors te bereken. Aangesien die resistors in 'n seriestroombaan is, is die potensiaalverskil (spanning) $V = V_1 + V_2 + V_3$ en ons kan V_3 bereken. Nou kan ons hierdie inligting gebruik om die potensiaalverskil oor die onbekende resistor R_3 te bepaal.

Stap 2: Bereken die spanningsval oor R_1

Gebruik Ohm se wet:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{V_1}{I} \\
 I \cdot R_1 &= I \cdot \frac{V_1}{I} \\
 V_1 &= I \cdot R_1 \\
 &= 2 \cdot 1 \\
 V_1 &= 2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die spanningsval oor R_2

Gebruik weer Ohm se wet:

$$\begin{aligned}R_2 &= \frac{V_2}{I} \\I \cdot R_2 &= I \cdot \frac{V_2}{I} \\V_2 &= I \cdot R_2 \\&= 2 \cdot 3 \\V_2 &= 6 \text{ V}\end{aligned}$$

Stap 4: Bereken die spanningsval oor R_3

Omdat die spanningsval oor al die resistors tesame dieselfde moet wees as die spanningsval oor die sel in 'n seriestroombaan, kan ons V_3 vind deur:

$$\begin{aligned}V &= V_1 + V_2 + V_3 \\V_3 &= V - V_1 - V_2 \\&= 18 - 2 - 6 \\V_3 &= 10 \text{ V}\end{aligned}$$

Stap 5: Bepaal die weerstand van R_3

Ons weet wat die potensiaalverskil oor R_3 en wat die stroom daardeur is, dus kan ons Ohm se wet gebruik om die waarde van die weerstand te bereken:

$$\begin{aligned}R_3 &= \frac{V_3}{I} \\&= \frac{10}{2} \\R_3 &= 5\Omega\end{aligned}$$

Stap 6: Skryf die finale antwoord

$$V_1 = 2 \text{ V}$$

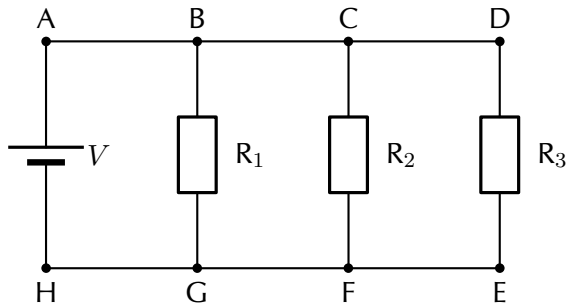
$$V_2 = 6 \text{ V}$$

$$V_3 = 10 \text{ V}$$

$$R_1 = 5\Omega$$

Parallele stroombane

Beskou 'n stroombaan bestaande uit 'n enkele sel en drie resistors wat in parallel verbind is.



Die eerste beginsel om oor parallelle stroombane te verstaan is dat die potensiaalverskil oor al die komponente in die stroombaan dieselfde is. Dit is omdat daar slegs twee stelle elektris-gemeenskaplike punte in 'n parallelle stroombaan is, en die potensiaalverskil wat tussen stelle met gemeenskaplike punte gemeet word moet altyd op enige gegewe tydstep dieselfde wees. Dus, vir die stroombaan getoon, is die volgende waar:

$$V = V_1 = V_2 = V_3.$$

Die tweede beginsel vir 'n parallelle stroombaan is dat die stroom deur elk van die resistors moet optel tot die totale stroom in die stroombaan.

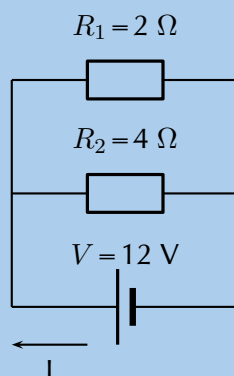
$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Deur hierdie beginsels te gebruik en met ons kennis van hoe om die ekwivalente weerstand oor parallelle resistors te bereken, kan ons nou stroombaanprobleme oor parallelle resistors aanpak.

Uitgewerkte voorbeeld 5: Ohm se wet, parallelle stroombaan

VRAAG

Bereken die stroom (I) in hierdie stroombaan as beide resistors ohmies van aard is.



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat verlang word

Daar word van ons verwag om die stroom wat in die stroombaan vloei te bereken.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Aangesien die resistors ohmies van aard is, kan ons Ohm se wet gebruik. Daar is egter twee resistors in die stroombaan; ons sal die totale weerstand moet bepaal.

Stap 3: Vind die ekwivalent weerstand vir die stroombaan

Omdat die resistors in parallel gekoppel is, is die totale (ekwivalente) weerstand R is

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ &= \frac{2+1}{4} \\ &= \frac{3}{4}\end{aligned}$$

Daarom, $R = 1,33\Omega$

Stap 4: Pas Ohm se wet toe

$$\begin{aligned}R &= \frac{V}{I} \\ R \cdot \frac{I}{R} &= \frac{V}{I} \cdot \frac{I}{R} \\ I &= \frac{V}{R} \\ I &= V \cdot \frac{1}{R} \\ &= (12) \left(\frac{3}{4} \right) \\ &= 9 \text{ A}\end{aligned}$$

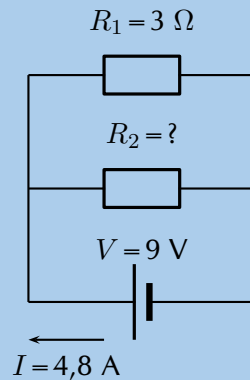
Stap 5: Skryf die finale antwoord

Die stroom wat in die stroombaan vloei is 9 A.

Uitgewerkte voorbeeld 6: Ohm se wet, parallele stroombaan

VRAAG

Twee ohmiese resistors (R_1 en R_2) is in parallel verbind met 'n sel. Bepaal die weerstand van R_2 as dit gegee is dat die stroom wat deur die sel vloei 4,8 A is en dat die potensiaalverskil oor die sel 9 V is.



OPLOSSING

Stap 1: Bepaal wat verlang word

Ons moet die weerstand van R_2 bereken.

Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Aangesien die resistors ohmies is en die potensiaalverskil oor die sel en die stroom deur die sel gegee is, kan ons Ohm se wet gebruik om die ekwivalente weerstand in die stroombaan te bepaal.

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{9}{4,8} \\ &= 1,875 \Omega \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken die waarde vir R_2

Aangesien ons die grootte van die ekwivalente weerstand en die weerstand van R_1 weet, kan ons die vergelyking vir resistors in parallel gebruik om die weerstand van R_2 te bepaal.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Herrangskik en los op vir R_2 :

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{R} - \frac{1}{R_1} \\ &= \frac{1}{1,875} - \frac{1}{3} \\ &= 0,2 \\ R_2 &= \frac{1}{0,2} \\ &= 5 \Omega \end{aligned}$$

Stap 4: Skryf die finale antwoord

Die weerstand R_2 is $5\ \Omega$.

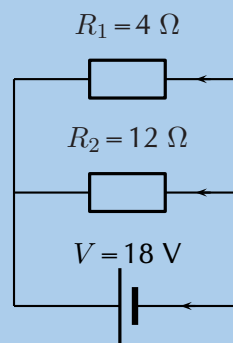
Uitgewerkte voorbeeld 7: Ohm se wet, parallelle stroombaan

VRAAG

'n 18 volt sel is gekoppel aan twee parallelle resistors van onderskeidelik $4\ \Omega$ en $12\ \Omega$. Bereken die stroom deur die sel en deur elkeen van die resistors.

OPLOSSING

Stap 1: Teken eers die stroombaan voordat enige berekenings gedoen word



Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons moet die stroom deur die sel en elk van die parallelle resistors bepaal. Die potensiaalverskil oor die sel en die weerstand van die resistors is vir ons gegee, dus kan ons Ohm se wet gebruik om die stroom te bereken.

Stap 3: Bereken die stroom deur die sel

Om die stroom deur die sel te bereken moet ons eers die ekwivalente weerstand van die res van die stroombaan bepaal. Die resistors is in parallel daarom geld:

$$\begin{aligned}\frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \\ &= \frac{3+1}{12} \\ &= \frac{4}{12} \\ R &= \frac{12}{4} = 3\ \Omega\end{aligned}$$

Gebruik nou Ohm se wet om die stroom deur die sel te bepaal.

$$\begin{aligned}R &= \frac{V}{I} \\I &= \frac{V}{R} \\&= \frac{18}{3} \\I &= 6 \text{ A}\end{aligned}$$

Stap 4: Bepaal nou die stroom deur een van die parallelle resistors

Ons weet dat die potensiaalverskil oor die sel dieselfde as die potensiaalverskil oor elk van die parallelle resistors is vir 'n suiwer parallelle stroombaan. Vir hierdie stroombaan geld:

$$V = V_1 = V_2 = 18 \text{ V}$$

Kom ons begin deur die stroom deur R_1 te bereken deur Ohm se wet te gebruik:

$$\begin{aligned}R_1 &= \frac{V_1}{I_1} \\I_1 &= \frac{V_1}{R_1} \\&= \frac{18}{4} \\I_1 &= 4,5 \text{ A}\end{aligned}$$

Stap 5: Bereken die stroom deur die ander parallelle resistor

Ons kan weer Ohm se wet gebruik om die stroom te bepaal in R_2 :

$$\begin{aligned}R_2 &= \frac{V_2}{I_2} \\I_2 &= \frac{V_2}{R_2} \\&= \frac{18}{12} \\I_2 &= 1,5 \text{ A}\end{aligned}$$

'n Alternatiewe metode vir die berekening van I_2 sou wees om die beginsel te gebruik dat die som van die stroom wat deur elk van die parallelle resistors vloei gelyk is aan die stroom wat deur die sel vloei:

$$\begin{aligned}I &= I_1 + I_2 \\I_2 &= I - I_1 \\&= 6 - 4,5 \\I_2 &= 1,5 \text{ A}\end{aligned}$$

Stap 6: Skryf die finale antwoord

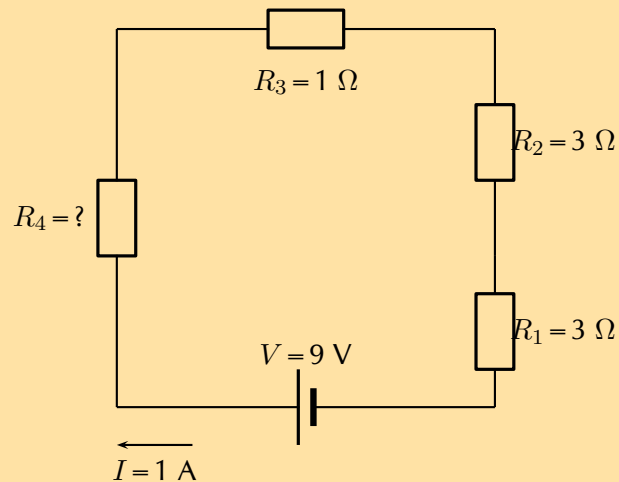
Die stroom deur die sel is 6 A.

Die stroom deur die $4\ \Omega$ resistor is 4,5 A.

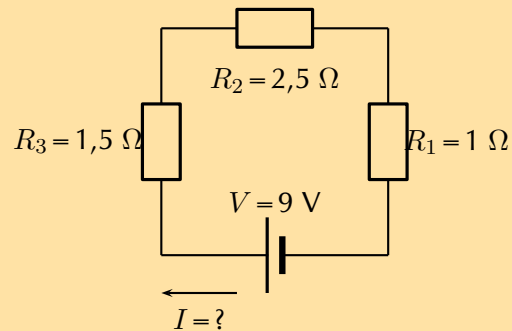
Die stroom deur die $12\ \Omega$ resistor is 1,5 A.

Oefening 11 – 4: Ohm se wet in serie en parallelle stroombane

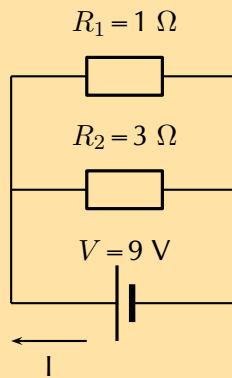
1. Bereken die waarde van die onbekende resistor in die stroombaan:



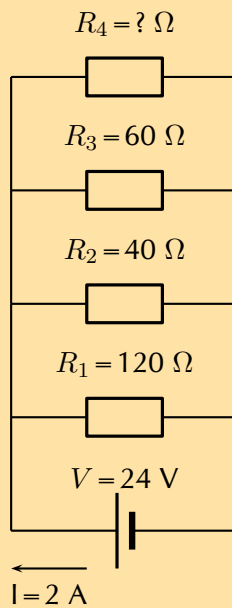
2. Bereken die waarde van die stroom in die volgende stroombaan:



3. Drie resistors met weerstande van onderskeidelik $1\ \Omega$, $5\ \Omega$ en $10\ \Omega$ is in serie verbind met 'n 12 V battery. Bereken die grootte van die stroom in die stroombaan.
4. Bereken die stroom wat deur die sel vloeï indien beide resistors ohmies van aard is.



5. Bereken die waarde van die onbekende resistor R_4 in die stroombaan:



6. Drie resistors met weerstande van onderskeidelik $1\ \Omega$, $5\ \Omega$ en $10\ \Omega$ is in parallel verbind met 'n $20\ \text{V}$ battery. Al die resistors is ohmies van aard. Bereken:

- die grootte van die stroom deur die sel
- die grootte van die stroom deur elk van die drie resistors.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

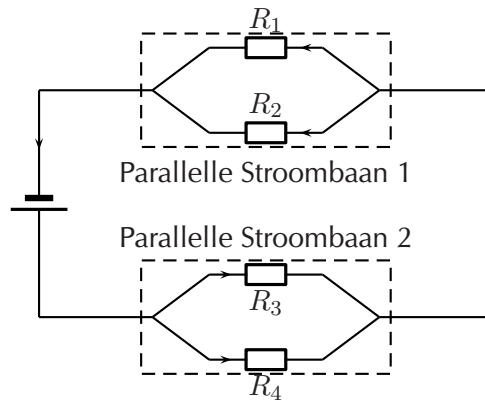
1. 27BX 2. 27BY 3. 27BZ 4. 27C2 5. 27C3 6. 27C4



www.everythingscience.co.za



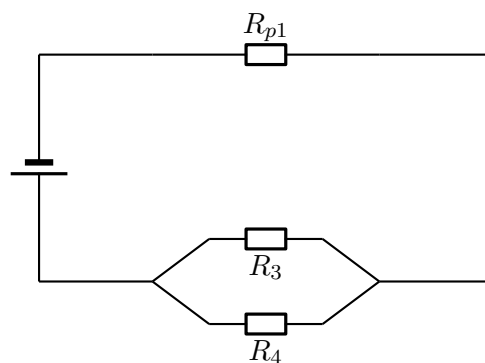
m.everythingscience.co.za



Figuur 11.1: 'n Voorbeeld van 'n serie-parallelnetwerk. Die omraamde gedeeltes dui die parallelle gedeeltes van die stroombaan aan.

Dit is redelik eenvoudig om met hierdie soort stroombane te werk, omdat jy reeds alles wat jy oor serie- en parallelle stroombane geleer het, gebruik. Die enigste verskil is dat jy dit in stappe doen. In figuur 11.1 bestaan die stroombaan uit 2 parallelle gedeeltes wat in serie is met 'n sel. Om die ekwivalente weerstand vir die stroombaan uit te werk, begin jy deur die totale weerstand vir elk van die parallelle gedeeltes te bereken. Tel dan die waardes van die berekende weerstande bymekaar in serie. Indien al die resistors in Figuur 11.1 'n weerstand van $10\ \Omega$ het, kan ons die ekwivalente weerstand van die hele stroombaan bereken.

Ons begin deur die totale weerstand te bereken van *Parallele stroombaan 1*.



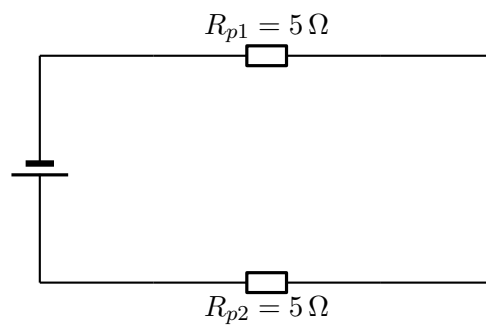
Die waarde van R_{p1} is:

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{p1}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ R_{p1} &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1+1}{10} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{2}{10} \right)^{-1} \\ &= 5\ \Omega\end{aligned}$$

Op soortgelyke wyse kan ons die totale weerstand bereken van *Parallele stroombaan* 2:

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{p2}} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ R_{p2} &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1+1}{10} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{2}{10} \right)^{-1} \\ &= 5 \Omega\end{aligned}$$

Behandel nou die stroombaan soos 'n eenvoudige seriestroombaan:



Die ekwivalente weerstand is dus:

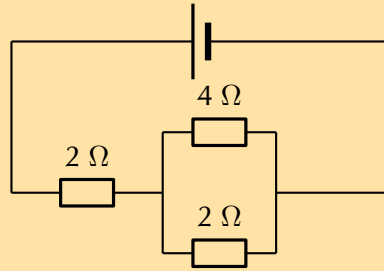
$$\begin{aligned}R &= R_{p1} + R_{p2} \\ &= 5 + 5 \\ &= 10 \Omega\end{aligned}$$

Die ekwivalente weerstand van die stroombaan in figuur 11.1 is 10Ω .

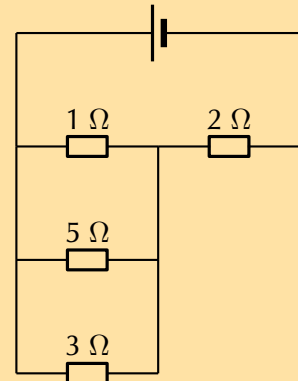
Oefening 11 – 5: Serie- en parallelnetwerke

1. Bepaal die ekwivalente weerstand vir die volgende stroombane:

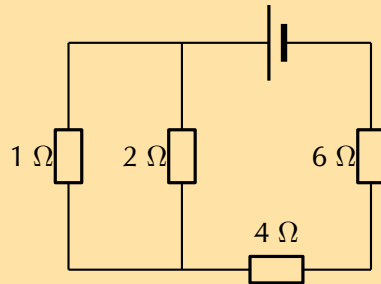
a)



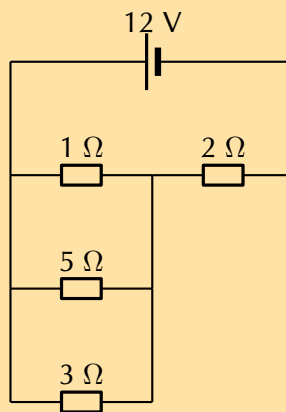
c)



b)



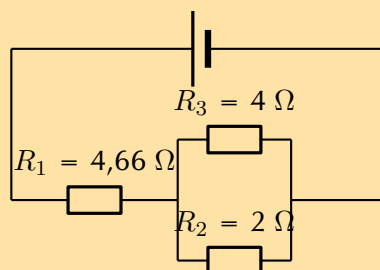
2. Bestudeer die stroombaan hieronder:



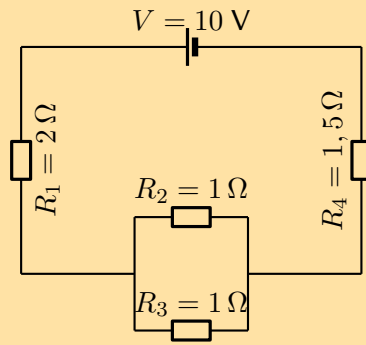
As die potensiaalverskil oor die sel 12 V is, bereken:

- die stroom I deur die sel.
- die stroom deur die $5\ \Omega$ resistor.

3. As die stroom wat deur die sel vloei 2 A en al die resistors is ohmies, bereken onderskeidelik die spanning of potensiaalverskil oor die sel en oor elk van die resistors, R_1 , R_2 , en R_3 .



4. Vir die volgende stroombaan, bereken:



- die stroom deur die sel
- die spanningsval oor R_4
- die stroom deur R_2

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. 27C5 1b. 27C6 1c. 27C7 2. 27C8 3. 27C9 4. 27CB



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

FEIT

Dit was James Prescott Joule, nie Georg Simon Ohm nie, wat eerste die wiskundige verwantskap tussen drywing omgesit en stroom deur 'n weerstand ontdek het. Hierdie ontdekking is in 1841 gepubliseer in die vorm van die vergelyking: $P = I^2 R$ en staan bekend as Joule se wet. Hierdie drywingsvergelykings berekeninge rakende potensiaalverskil, stroom en weerstand word so algemeen met Ohm se wet geassosieer dat Ohm dikwels die krediet vir hulle gekry.

11.3 Drywing en energie

ESE6D

Elektriese drywing

ESE6F

'n Bron van energie word benodig om 'n elektriese stroom in 'n volledige stroombaan te laat vloei. Hierdie energie word verskaf deur batterye in die stroombane wat jy bestudeer het. Die batterye sit chemiese potensiële energie om in elektriese energie. Die energie word gebruik om arbeid te verrig op die elektrone in die stroombaan.

Drywing meet hoe vinnig *arbeid* verrig word. Drywing is die **tempo** waarteen die arbeid verrig word, arbeid verrig per tydeenheid. Arbeid word gemeet in joules (J) en tyd in sekondes (s). Drywing sal dus wees $\frac{J}{s}$, wat watt (W) genoem word.

In elektriese stroombane is drywing 'n funksie van beide spanning en stroom en ons praat van die drywing *omgesit* in 'n stroombaanelement:

DEFINISIE: Elektriese drywing

Elektriese drywing is die tempo waarteen elektriese energie in 'n elektriese stroombaan omgesit word. Dit word bereken as:

$$P = I \cdot V$$

Drywing (P) is presies gelyk aan stroom (I) vermenigvuldig met potensiaalverskil (V); daar is geen bykomende eweredigheidskonstante nie. Die eenheid waarin drywing gemeet word is die watt (afgekort W).

Ekwivalente vorme

Ons kan Ohm se wet gebruik om aan te toon dat $P = VI$ ekwivalent is aan $P = I^2R$ en $P = \frac{V^2}{R}$.

Deur $V = I \cdot R$ te gebruik kan ons wys dat: Deur $I = \frac{V}{R}$ te gebruik kan ons wys dat:

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= (I \cdot R) \cdot I \text{ Ohm se wet} \\&= I^2 R\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= V \cdot I \\&= V \cdot \frac{V}{R} \text{ Ohm se wet} \\&= \frac{V^2}{R}\end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 8: Elektriese drywing

VRAAG

'n Stroombaanelement het 'n potensiaalverskil van 5 V en 'n weerstand van 2 Ω . Wat is die drywing opgesit deur die element?

OPLOSSING

Stap 1: Skryf neer wat vir jou gegee is en wat jy moet bepaal

$$\begin{aligned}V &= 5 \text{ V} \\R &= 2 \Omega \\P &=?\end{aligned}$$

Stap 2: Skryf 'n vergelyking vir drywing neer

Die vergelyking vir drywing is:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Stap 3: Los die probleem op

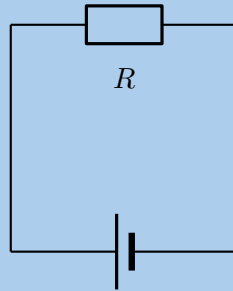
$$\begin{aligned}P &= \frac{V^2}{R} \\&= \frac{(5)^2}{(2)} \\&= 12,5 \text{ W}\end{aligned}$$

Die drywing is 12,5 W.

Uitgewerkte voorbeeld 9: Elektriese drywing

VRAAG

Bestudeer die stroombaandiagram hieronder:



Die weerstand van 'n resistor is $15\ \Omega$ en die stroom deur die resistor is $4\ \text{A}$. Wat is die drywing vir die resistor?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal hoe om die probleem te benader

Die weerstand van die resistor en die stroom wat daardeur vloei is vir ons gegee en ons word gevra om die drywing te bereken. Ons kan bewys dat:

$$P = I^2 R$$

Stap 2: Los die probleem op

Ons vervang eenvoudig die bekende waardes vir R en I om vir P op te los.

$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= (4)^2 \times 15 \\ &= 240\ \text{W} \end{aligned}$$

Stap 3: Skryf die finale antwoord

Die drywing vir die resistor is $240\ \text{W}$.

Uitgewerkte voorbeeld 10: Drywing in 'n seriestroombaan

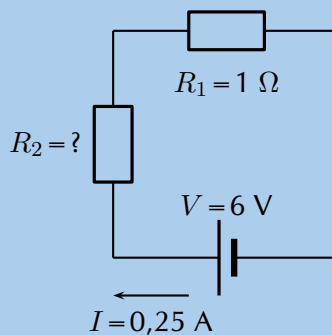
VRAAG

Twee ohmiese resistors (R_1 en R_2) is in serie verbind met 'n sel. Bepaal die weerstand van R_2 , as die stroom wat deur R_1 en R_2 vloei $0,25\ \text{A}$ is met die potensiaalverskil van

6 V oor die sel. $R_1 = 1 \Omega$.

OPLOSSING

Stap 1: Teken die stroombaan en vul al die bekende waardes in



Stap 2: Bepaal hoe om die probleem te benader

Ons kan Ohm se wet gebruik om die totale weerstand R in die stroombaan te bepaal en dan die onbekende weerstand bereken deur gebruik te maak van

$$R = R_1 + R_2$$

omdat dit 'n seriestroombaan is.

Stap 3: Bepaal die totale weerstand

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{6}{0,25} \\ &= 24 \Omega \end{aligned}$$

Stap 4: Bepaal die onbekende weerstand

Ons weet dat

$$R = 24 \Omega$$

en dat

$$R_1 = 1 \Omega$$

Aangesien

$$R = R_1 + R_2$$

$$R_2 = R - R_1$$

Dus,

$$R = 23 \, \Omega$$

Stap 5: Los die probleem op

Nou dat die weerstand en die stroom bekend is, kan ons die drywing bepaal:

$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= (0,25)^2 (23) \\ &= 1,44 \, \text{W} \end{aligned}$$

Stap 6: Skryf die finale antwoord

Die drywing vir die resistor R_2 is 1,44 W.

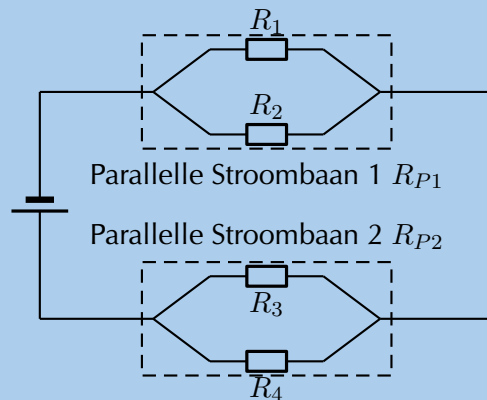
WENK

Neem kennis dat ons dieselfde stroombane in ons voorbeelde gebruik terwyl ons ons kennis oor elektriese stroombane verbreed. Dit is om te beklemtoon dat jy al die beginsels kan kombineer wanneer jy besig is met stroombane.

Uitgewerkte voorbeeld 11: Drywing in serie- en parallele netwerke van resistors

VRAAG

Beskou die volgende stroombaan:



Die stroom wat die battery verlaat is 1,07 A, die totale drywing wat in die stroombaan omgesit word is 6,42 W, die verhouding van die totale weerstand van die twee parallele netwerke $R_{P1} : R_{P2}$ is 1:2, die verhouding $R_1 : R_2$ is 3:5 en $R_3 = 7 \, \Omega$.

Bepaal die:

1. potensiaalverskil van die battery,
2. die drywing wat omgesit word in R_{P1} en R_{P2} , en
3. die waarde van elke resistor en die drywing wat in elk van hulle omgesit word.

OPLOSSING

Stap 1: Wat word benodig

In hierdie vraag word verskeie waardes aan jou gegee en jy moet die drywing wat omgesit word na elke resistor en elke kombinasie van resistors, bereken. Neem kennis dat die inligting wat gegee is meestal vir die hele stroombaan geld. Dit is 'n wenk dat jy met die hele stroombaan begin en dan na meer spesifieke stroomelemente werk.

Stap 2: Bereken die potensiaalverskil van die battery

Eerstens fokus ons op die battery. Die drywing vir die hele stroombaan en die stroom wat die battery verlaat, word gegee. Ons weet dat die potensiaalverskil oor die battery die potensiaalverskil oor die hele stroom is.

Ons kan die verhouding $P = VI$ vir die hele stroombaan gebruik omdat die potensiaalverskil dieselfde is as die potensiaalverskil oor die battery:

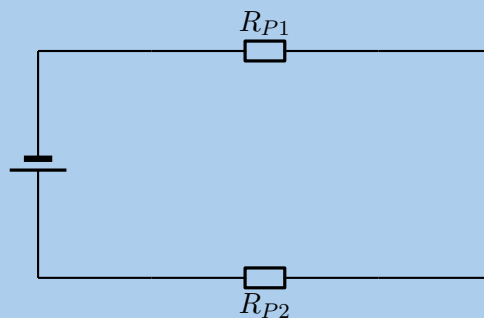
$$\begin{aligned}P &= VI \\V &= \frac{P}{I} \\&= \frac{6,42}{1,07} \\&= 6,00 \text{ V}\end{aligned}$$

Die spanning oor die battery is 6,00 V.

Stap 3: Drywing omgesit in R_{P1} en R_{P2}

Onthou ons doen ons berekeninge gebaseer op hele stroombaan se inligting en werk dan na individuele stroomelemente. Dit is verskillend van hoe jy hierdie stroombaan vroeër gebruik het.

Ons hanteer die parallelle netwerke soos ekwivalente resistors sodat die stroombaan waarmee ons huidiglik besig is, as volg lyk:



Ons weet dat die stroom deur die twee stroomelemente dieselfde is omdat dit 'n se-riestroombaan is en daarom sal die weerstand vir die totale stroom $R_T = R_{P1} + R_{P2}$ wees. Ons kan Ohm se wet gebruik om die totale weerstand vir die hele stroombaan

te bereken as

$$\begin{aligned}V_{battery} &= IR_T \\R_T &= \frac{V_{battery}}{I} \\&= \frac{6,00}{1,07} \\&= 5,61 \, \Omega\end{aligned}$$

Ons weet dat die verhouding tussen $R_{P1} : R_{P2}$ 1:2 is wat beteken dat ons weet

$$\begin{aligned}R_{P1} &= \frac{1}{2}R_{P2} \text{ en} \\R_T &= R_{P1} + R_{P2} \\&= \frac{1}{2}R_{P2} + R_{P2} \\&= \frac{3}{2}R_{P2} \\(5,61) &= \frac{3}{2}R_{P2} \\R_{P2} &= \frac{2}{3}(5,61) \\R_{P2} &= 3,74 \, \Omega\end{aligned}$$

en daarom:

$$\begin{aligned}R_{P1} &= \frac{1}{2}R_{P2} \\&= \frac{1}{2}(3,74) \\&= 1,87 \, \Omega\end{aligned}$$

Noudat ons die totale weerstand van elk van die parallelle kombinasies bereken het kan ons die drywing wat in elk omgesit word bereken:

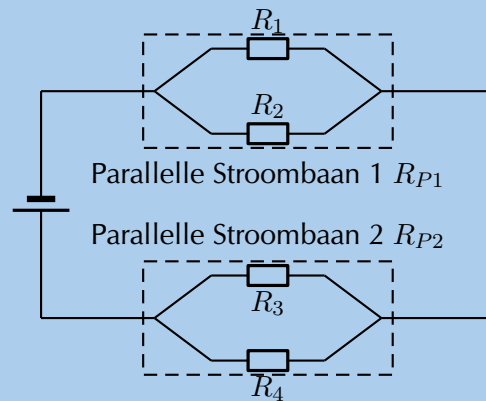
$$\begin{aligned}P_{P1} &= I^2 R_{P1} \\&= (1,07)^2(1,87) \\&= 2,14 \, \text{W}\end{aligned}$$

en

$$\begin{aligned}P_{P2} &= I^2 R_{P2} \\&= (1,07)^2(3,74) \\&= 4,28 \, \text{W}\end{aligned}$$

Stap 4: Parallelle netwerk 1 berekeninge

Nou kan ons begin om die uiteengesette berekeninge vir die eerste stel parallelle resistors te bereken.



Ons weet dat die verhouding tussen $R_1 : R_2$ 3:5 is wat beteken dat ons weet $R_1 = \frac{3}{5}R_2$. Ons weet ook dat die totale weerstand vir die twee parallele resistors in hierdie netwerk $1,87 \Omega$ is. Ons gebruik die verhouding tussen die waardes van die twee resistors asook die formule vir die totale weerstand ($\frac{1}{R_{PT}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$) om die resistor waardes te verkry:

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{P1}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_{P1}} &= \frac{5}{3R_2} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_{P1}} &= \frac{1}{R_2} \left(\frac{5}{3} + 1 \right) \\ \frac{1}{R_{P1}} &= \frac{1}{R_2} \left(\frac{5}{3} + \frac{3}{3} \right) \\ \frac{1}{R_{P1}} &= \frac{1}{R_2} \frac{8}{3} \\ R_2 &= R_{P1} \frac{8}{3} \\ &= (1,87) \frac{8}{3} \\ &= 4,99 \Omega\end{aligned}$$

Ons kan ook R_1 bereken:

$$\begin{aligned}R_1 &= \frac{3}{5}R_2 \\ &= \frac{3}{5}(4,99) \\ &= 2,99 \Omega\end{aligned}$$

Om die drywing te bereken benodig ons die weerstand wat ons bereken het asook die spanning of die stroom. Die twee resistors is in parallel geskakel dus is die spanning oor hulle dieselfde en dieselfde as die spanning oor die parallele netwerk. Ons gebruik Ohm se wet om die spanning te bereken oor die parallele resistors omdat ons die totale weerstand en stroom weet:

$$\begin{aligned}V &= IR \\ &= (1,07)(1,87) \\ &= 2,00 \text{ V}\end{aligned}$$

Ons het nou die inligting om die drywing deur elke resistor te bereken:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{V^2}{R_1} \\
 &= \frac{(2,00)^2}{2,99} \\
 &= 1,34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \frac{V^2}{R_2} \\
 &= \frac{(2,00)^2}{4,99} \\
 &= 0,80 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Stap 5: Parallele netwerk 2 berekeninge

Nou kan ons begin om die breedvoerige berekeninge vir die tweede stel parallelle resistors te doen.

Ons word gegee $R_3 = 7,00 \Omega$ en ons weet wat R_{P2} is, daarom bereken ons dan R_4 vanaf:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{R_{P2}} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\
 \frac{1}{3,74} &= \frac{1}{7,00} + \frac{1}{R_4} \\
 R_4 &= 8,03 \Omega
 \end{aligned}$$

Ons kan die spanning oor die tweede parallelle netwerk bereken deur die spanning oor die eerste parallelle netwerk van die battery se spanning af te trek, $V_{P2} = 6,00 - 2,00 = 4,00 \text{ V}$.

Ons kan nou die drywing omgesit in elke resistor bereken:

$$\begin{aligned}
 P_3 &= \frac{V^2}{R_3} \\
 &= \frac{(4,00)^2}{7,00} \\
 &= 2,29 \text{ W}
 \end{aligned}$$

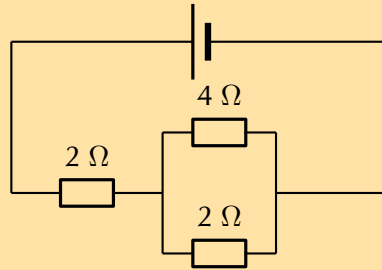
$$\begin{aligned}
 P_4 &= \frac{V^2}{R_2} \\
 &= \frac{(4,00)^2}{8,03} \\
 &= 1,99 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Oefening 11 – 6:

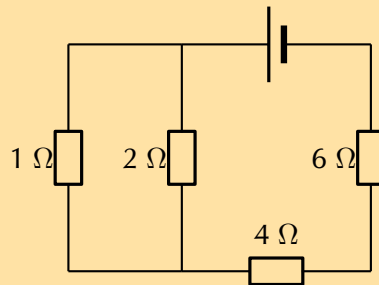
1. Wat is die drywing van 'n $1,00 \times 10^8 \text{ V}$ weerligstraal met 'n stroom van $2,00 \times 10^4 \text{ A}$?
2. Hoeveel watt gebruik 'n flits wat $6,00 \times 10^2 \text{ C}$ deurlaat in $0,50 \text{ h}$ as die potensiaalverskil $3,00 \text{ V}$ is?
3. Bereken die drywing wat omgesit word in elk van die volgende verlengingskoorde:
 - a) 'n verlengingskoord wat 'n weerstand van $0,06 \Omega$ het en waardeur 'n stroom van $5,00 \text{ A}$ vloei
 - b) 'n goedkoper koord wat uit 'n dunner draad bestaan en 'n weerstand van $0,30 \Omega$, het en waardeur 'n stroom van $5,00 \text{ A}$ vloei

4. Bereken die drywing wat omgesit word in elke resistor in die volgende stroombaan indien die batterye 6 V is:

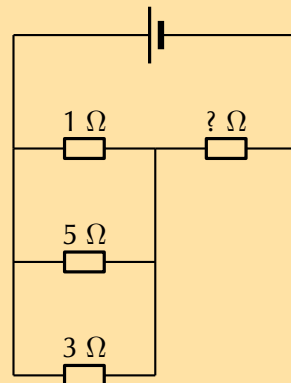
a)



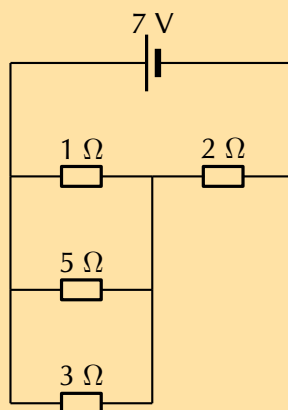
b)



c) Bepaal ook die waarde van die onbekende resistor indien die totale omgesette drywing 9,8 W is.



5. Bestudeer die stroombaan hieronder:

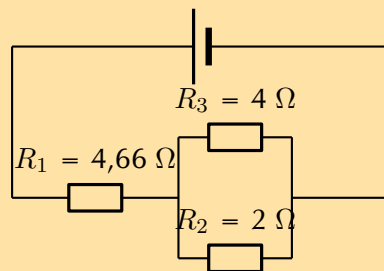


As die potensiaalverskil oor die sel 7 V is, bereken:

a) die stroom I deur die sel.

- b) die stroom deur die $5\ \Omega$ resistor
 c) die drywing omgesit in die $5\ \Omega$ resistor

6. Indien die stroom wat deur die sel vloei 2 A is en alle resistors is ohmies, bereken die drywingsomsetting in elk van die resistors R_1 , R_2 , en R_3 onderskeidelik.



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27CC 2. 27CD 3. 27CF 4a. 27CG 4b. 27CH 4c. 27CJ
 5. 27CK 6. 27CM



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Elektriese energie

ESE6G

Wanneer drywing omgesit word in 'n toestel is daar 'n omskakeling van energie van een soort na 'n ander. 'n Resistor kan byvoorbeeld baie warm word, wat aandui dat die energie omgesit is na hitte-energie toe. Drywing is die tempo waarteen arbeid gedoen is; die tempo waarteen energie omskakel is. As ons die totale hoeveelheid energie wil uitwerk moet ons die tempo van energie omskakeling vermenigvuldig met die tydspan van die omskakeling.

Elektriese energie is drywing vermenigvuldig met tyd. Wiskundig skryf ons dit as:

$$E = P \times t$$

Energie word gemeet in joule (J) en tyd in sekondes (s).

Uitgewerkte voorbeeld 12: Elektriese energie

VRAAG

'n 30 W gloeilamp brand oornag vir 8 ure. Hoeveel energie word gebruik?

OPLOSSING

Stap 1: Wat word benodig

Ons moet die totale hoeveel elektriese energie wat omgesit word deur die gloeilamp bereken. Ons weet wat die verhouding tussen drywing en energie is en tyd is vir ons gegee. Tyd word nie in die korrekte eenhede gegee nie en daarom moet ons dit eers na die korrekte S.I. eenhede verwerk:

$$\begin{aligned}8 \text{ hr} &= 8 \times 3600 \text{ s} \\ &= 28\,800 \text{ s}\end{aligned}$$

Stap 2: Bereken die energie

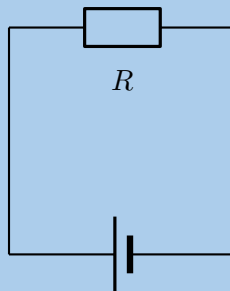
Ons weet dat:

$$\begin{aligned}E &= Pt \\ &= (30)(28\,800) \\ &= 864\,000 \text{ J}\end{aligned}$$

Uitgewerkte voorbeeld 13: Elektriese energie

VRAAG

Bestudeer die stroombaandiagram hieronder:



Die weerstand van die resistor is $27 \, \Omega$, die stroom wat deur die resistor vloei is $3,3 \text{ A}$. Hoeveel drywing is beskikbaar vir die resistor en hoeveel energie word omgesit in 35 s ?

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal hoe om die probleem te benader

Die weerstand van die resistor en die stroom wat deurvloei word gegee vir ons. Ons moet die drywing bereken. Ons het bewys:

$$P = I^2 R$$

en ons weet

$$E = Pt$$

Stap 2: Los die probleem op

Ons vervang eenvoudig die bekende waardes vir R en I om vir P op te los.

$$\begin{aligned}P &= I^2 R \\&= (3,3)^2 \times 27 \\&= 294,03 \text{ W}\end{aligned}$$

Noudat ons die drywing bepaal het kan ons die energie bereken:

$$\begin{aligned}E &= Pt \\&= (294,03)(35) \\&= 10\,291,05 \text{ J}\end{aligned}$$

Stap 3: Skryf die finale antwoord

Die drywing van die resistor is 294,03 W en 10 291,05 J word omgesit.

Elektrisiteit word in eenhede van een kilowatt uur (kWh) verkoop. 'n Kilowatt uur is die gebruik van 1 kW vir 1 hr. Deur hierdie te gebruik kan jy presies uitwerk hoeveel elektrisiteit verskillende toestelle gebruik en hoeveel dit jou sal kos.

Uitgewerkte voorbeeld 14: Koste van elektrisiteit

VRAAG

Hoeveel sal dit jou kos om 'n 900 W mikrogolfoond vir 2,5 minutes te gebruik, indien die koste van elektrisiteit 61,6 c per kWh is?

OPLOSSING

Stap 1: Wat word benodig

Die besonderhede vir 'n toestel wat elektriese energie gebruik asook die elektrisiteitskoste, word aan ons verskaf. Ons word 'n spesifieke tyd gegee en ons moet die hoeveelheid energieverbruik asook die koste verbonde daaraan bereken.

Die hoeveelhede wat aan ons verskaf is is in verskillende eenhede. Ons moet ooreenstemmende eenhede gebruik om 'n verstaanbare antwoord te kry.

Die mikrogolf is in W maar ons kan dit herlei na kW $900 \text{ W} = 0,9 \text{ kW}$.

Tyd word gegee in minute maar wanneer daar met huishoudelike elektrisiteit gewerk word, word daar in ure gewerk. $2,5 \text{ minutes} = \frac{2,5}{60} = 4,17 \times 10^{-2} \text{ h}$.

Stap 2: Bereken verbruik

Die elektriese drywing is:

$$\begin{aligned} E &= Pt \\ &= (0,9)(4,17 \times 10^{-2}) \\ &= 3,75 \times 10^{-2} \text{ kWh} \end{aligned}$$

Stap 3: Bereken koste (C) van elektrisiteit

Die koste vir elektriese drywing is:

$$\begin{aligned} C &= E \times \text{prys} \\ &= (3,75 \times 10^{-2})(61,6) \\ &= 3,75 \times 10^{-2} \text{ kWh} \\ &= 2,31 \text{ c} \end{aligned}$$

Aktiwiteit: Elektrisiteitsverbruik

Die volgende tabel verskaf die koste van elektrisiteit vir verbruikers wat minder as 450 kWh op 'n gemiddelde basis per maand verbruik.

Eenhede (kWh)	Koste per eenheid (c)
0–150	61,60
150–350	81,04
350–600	107,43
> 600	118,06

Die volgende elektriese toestelle en die drywing wat hulle gebruik word word gegee.

Toestel	Drywingswaarde
Stoof	3600 W
Mikrogolf	1200 W
Wasmasjien	2200 W
Ketel	2200 W
Yskas	230 W
Broodrooster	750 W
Energiebesparende gloeilamp	40 W
Gloeilamp	120 W
Stofsuier	1600 W

Jy het maandeliks R 150,00 om op elektrisiteit te spandeer.

1. Onder watter verbruikersklas val jy?

2. Voltooi die volgende tabel.

Toestel	Koste vir 1 uur se verbruik
Stoof	
Mikrogolf	
Wasmasjien	
Ketel	
Yskas	
Broodrooster	
Energiebesparende gloeilamp	
Stofsuier	

3. Hoe lank kan jy elke toestel gebruik om te verseker dat jy minder as R 150,00 per maand spandeer? Veronderstel jy gebruik 'n maksimum van 20 energiebesparende gloeilampe in jou huis.

11.4 Opsomming

ESE6H

► Sien aanbieding: 27CN op www.everythingscience.co.za

- Ohm se wet sê dat die hoeveelheid stroom deur 'n geleier, teen konstante temperatuur, is eweredig aan die spanning oor die resistor. Wiskundig kan ons skryf $I = \frac{V}{R}$
- Ohmiese geleiers gehoorsaam Ohm se wet, maar nie-ohmiese geleiers doen dit nie.
- Ons gebruik Ohm se Wet om die weerstand van 'n resistor te bereken. $R = \frac{V}{I}$
- Die ekwivalente weerstand van resistors in serie (R_s) kan bereken word as volg: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$
- Die ekwivalente weerstand van resistors in parallel (R_p) kan bereken word as volg: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$
- Elektriese drywing is die tempo waarteen elektriese energie omgeskakel word in 'n elektriese stroombaan.
- Die elektriese drywing wat in 'n stroomelement of toestel omgesit word is $P = VI$ en kan geskryf word as $P = I^2R$ of $P = \frac{V^2}{R}$. Dit word in joule (J) gemeet.
- Die elektriese energie omgesit is $E = Pt$ en word gemeet in joule (J).
- Een kilowatt uur verwys na die gebruik van een kilowatt elektrisiteit vir een uur.

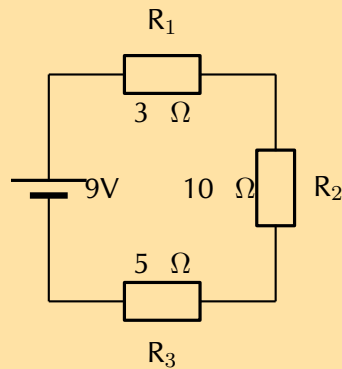
Fisiese Hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Drywing (P)	watts	W
Elektriese energie (E)	joules	J
Potensiaalverskil (V)	volt	V
Stroom (I)	ampere	A
Weerstand (R)	ohm	Ω

Oefening 11 – 7:

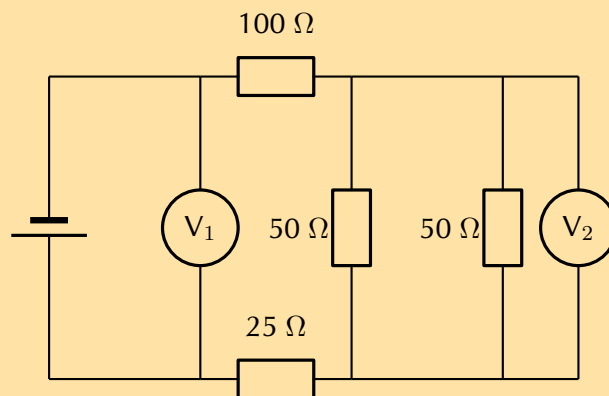
- Gee een word of term vir elkeen van die volgende definisies:
 - Die hoeveelheid energie per eenheidslading wat nodig is om daardie lading tussen twee punte in 'n stroombaan te laat beweeg.
 - Die tempo waarteen elektriese energie opgesit word in 'n elektriese stroombaan.
 - 'n Wet wat stel dat die grootte van 'n stroom deur 'n geleier by konstante temperatuur, eweredig is aan die potensiaalverskil oor die resistor.
- 'n $10\ \Omega$ resistor het 'n potensiaalverskil van $5\ \text{V}$ oor dit. Wat is die stroom deur die resistor?
 - $50\ \text{A}$
 - $5\ \text{A}$
 - $0,5\ \text{A}$
 - $7\ \text{A}$
- Drie resistors is in serie gekoppel. Die weerstande van die resistors is $10\ \Omega$, $4\ \Omega$ en $3\ \Omega$. Wat is die ekwivalente serie weerstand?
 - $1,5\ \Omega$
 - $17\ \Omega$
 - $0,68\ \Omega$
 - $8\ \Omega$
- Drie resistors is parallel gekoppel. Die weerstande van die resistors is $5\ \Omega$, $4\ \Omega$ en $2\ \Omega$. Wat is die ekwivalente parallelle weerstand?
 - $1,05\ \Omega$
 - $11\ \Omega$
 - $0,95\ \Omega$
 - $3\ \Omega$
- 'n Stroombaan sluit 'n $6\ \Omega$ resistor in. Die potensiaalverskil oor die resistor is $12\ \text{V}$. Hoeveel drywing word omgesit in die stroombaan?
 - $864\ \text{W}$
 - $3\ \text{W}$
 - $2\ \text{W}$

d) 24 W

6. Bereken die stroom wat deur die volgende stroombaan vloei en gebruik dan die stroom om die spanningsval oor elke resistor te bereken.



7. 'n Battery word gekoppel aan hierdie rangskikking van resistors. Die drywing wat omgesit word in die $100\ \Omega$ resistor is $0,81\ \text{W}$. Die weerstande van die voltmeters V_1 en V_2 is so hoog dat dit nie die stroom in die stroombaan affekteer nie.



- a) Bereken die stroom in die $100\ \Omega$ resistor.
b) Bereken die lesing op die voltmeter V_2 .
c) Bereken die lesing op die voltmeter V_1 .
8. 'n Kettel is gemerk 240 V; 1500 W.
- a) Bereken die weerstand van die ketel wanneer dit volgens die bogenoemde spesifikasies werk.
b) Indien dit die ketel 3 minutes neem om water te kook, bereken die hoeveelheid elektriese energie wat na die ketel oorgedra word.

[SC 2003/11]

9. Elektriese palings

Elektriese palings het 'n reeks selle van hul kop tot stert. Indien die selle deur 'n senu-impuls geaktiveer word vorm 'n potensiaalverskil vanaf die kop na die stert. 'n Gesonde paling kan 'n potensiaalverskil van 600 V produseer.

- a) Wat beteken "n potensiaalverskil van 600 V"?
b) Hoeveel energie word oorgedra wanneer 'n elektron deur 'n potensiaalverskil van 600 V beweeg?

[IEB 2001/11 HG1]

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27CP](#) 1b. [27CQ](#) 1c. [27CR](#) 2. [27CS](#) 3. [27CT](#) 4. [27CV](#)
5. [27CW](#) 6. [27CX](#) 7. [27CY](#) 8. [27CZ](#) 9. [27D2](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Energie en chemiese verandering

12.1	<i>Chemiese verandering tydens chemiese reaksies</i>	422
12.2	<i>Eksotermiese en endotermiese reaksies</i>	429
12.3	<i>Aktiveringsenergie en die geaktiveerde kompleks</i>	433
12.4	<i>Opsomming</i>	436

Jy het waarskynlik al gesien hoe 'n vuur brand of brandstof brand vir hitte, om te kook of vir lig. 'n Vuur aan die brand is een van die mees opvallende voorbeelde van 'n chemiese reaksie wat baie energie produseer.

Alle chemiese reaksies behels energieveranderinge. By sekere reaksies kan ons hierdie chemiese veranderinge waarneem en vasstel of die algehele energie van die sisteem verhoog of verlaag het. In sekere reaksies is dit sigbaar as 'n temperatuurverandering. In ander reaksies word die verandering as die reaksie begin lig vrystel of wanneer 'n reaksie slegs aan die gang kom as lig daarop skyn.



Die studie van energieverandering (veral hitte) in chemiese reaksies staan bekend as termodinamieka. Dit word soms termochemie genoem.

► Sien video: 27D3 op www.everythingscience.co.za

Sleutel Wiskunde Konsepte

- Grafieke — Wiskunde, Graad 10, Funksies en grafieke
- Vergelykings — Wiskunde, Graad 10, Vergelykings en ongelykhede
- Eenhede en eenheidomstakelings — Fisiese Wetenskappe, Graad 10, Wetenskapvaardighede

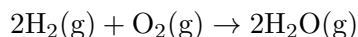
12.1 Chemiese verandering tydens chemiese reaksies

ESE6J

Wat veroorsaak die energieveranderinge in chemiese reaksies?

ESE6K

Tydens 'n chemiese reaksie word die bindings in die reagense *gebreek* terwyl nuwe bindings in die produk *gevorm* word. Die volgende voorbeeld verduidelik dit. Volgens die vergelyking reageer waterstof met suurstof om water te vorm,



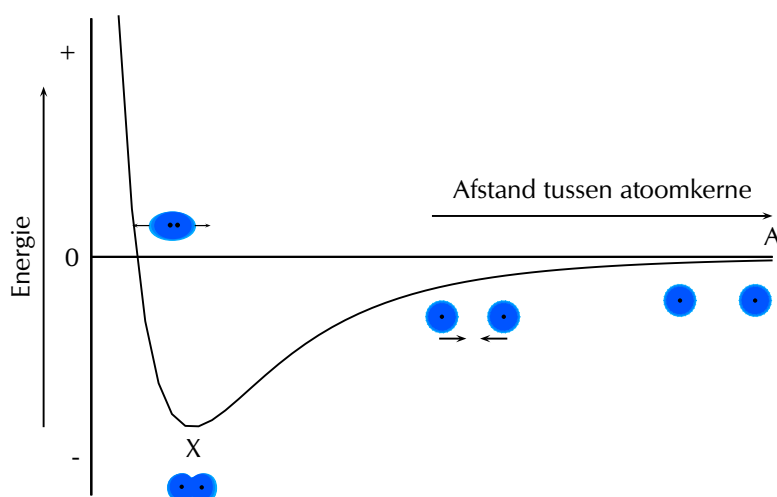
In hierdie reaksie word die bindings tussen die twee waterstofatome binne die H_2 molekule *gebreek*. Dieselfde gebeur met die bindings tussen die suurstofatome binne die O_2 molekule. Nuwe bindings word tussen die twee waterstofatome en die enkele suurstofatome *gevorm* om 'n nuwe produk te gee.

Om bindings te *gebreek*, moet energie *geabsorbeer* word. Wanneer nuwe bindings *vorm*, word energie *vrygestel*. Hierdie energie wat benodig word om bindings te breek, word **bindingsenergie** of **bindingsdissosiasie-energie** genoem. Bindingsenergie word in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ gemeet.

DEFINISIE: Bindingsenergie

Bindingsenergie is 'n maatstaaf van bandsterkte in 'n chemiese binding. Dit is die hoeveelheid energie (in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) wat nodig is om die chemiese binding tussen twee atome af te breek.

Toe ons verbindings (in hoofstuk 3) bespreek het, het ons die volgende energie-diagram gebruik.

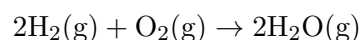


Figuur 12.1: Grafiek wat die veranderinge in energie tussen twee atome aandui soos die afstand verander.

Ons kan hierdie diagram gebruik om te verstaan waarom bindingsverbinding energie benodig en waarom bindingsvorming energie vrystel. Punt X op die diagram is die laagste energie. Wanneer 'n binding breek, beweeg die atome uitmekaar en die afstand tussen hulle verhoog (d.w.s. die atoom beweeg na regs op die x -as of van punt X na punt A). Wanneer dit gebeur, soos op die diagram aangedui, verhoog die energie (d.w.s. die energie by punt A is groter as die energie by punt X). Dus word energie benodig as 'n binding gebreek word.

Om 'n verbinding te vorm beweeg die atome nader aanmekaar en die afstand verminder (d.w.s. die atoom beweeg na links op die x -axis of van punt A na punt X). Wanneer ons na die diagram kyk, sien ons dat die energie verminder (d.w.s. die energie by punt X is minder as die energie by punt A). Dus word energie vrygestel wanneer 'n binding vorm.

Ons kyk na die voorbeeld waar waterstof met suurstof reageer om water te vorm:



Ons sien dat energie benodig word om bindings binne die waterstofmolekule en suurstofmolekule onderskeidelik te breek. Ons sien ook dat energie vrygestel word wanneer waterstof en suurstof die verbinding water vorm. Indien ons na die hele reaksie kyk en beide die bindingsbreking en die vorming van die binding in ag neem, verwys ons na die **entalpie** van die stelsel.

DEFINISIE: Entalpie

Entalpie is 'n maatstaf van die totale energie van 'n chemiese stelsel vir 'n gegewe druk en word deur die simbool H voorgestel.

Soos ons verder van eksotermiese en endotermiese reaksies leer, sal die konsep entalpie baie voorkom.

WENK

'n Chemiese stelsel is 'n geslote stelsel wat slegs die betrokke reagense en produkte in die reaksie bevat.

WENK

Δ word as delta geles en dit beteken verandering in. Jy mag hierdie simbool van Fisika onthou.

Eksotermiese en endotermiese reaksies

ESE6M

In sommige reaksies is die energie wat *geabsorbeer* moet word om die bindings in die reagentse te breek meer as die energie wat *vrygestel* moet word wanneer nuwe bindings binne die produkte gevorm word. Dit beteken dat in die algehele reaksie energie *vrygestel* as hitte of lig. Hierdie soort reaksie staan bekend as 'n **eksotermiese** reaksie.

DEFINISIE: *Eksotermiese reaksie*

'n Eksotermiese reaksie is 'n reaksie wat energie as hitte of lig vrystel.

Nog 'n manier om 'n eksotermiese reaksie te beskryf, is wanneer die energie van die produkte minder is as die energie van die reagentse, omdat energie vrygestel tydens die reaksie. Dit kan deur die volgende algemene formule voorgestel word:



In ander reaksies is die energie wat *geabsorbeer* moet word om die bindings in die reagentse te breek meer as die energie wat *vrygestel* wanneer die nuwe bindings van die produkte gevorm word. Dit beteken dat in die algehele reaksie, energie moet *geabsorbeer* van die omgewing. Hierdie tipe reaksie staan bekend as 'n **endotermiese** reaksie.

DEFINISIE: *Endotermiese reaksie*

'n Endotermiese reaksie is 'n reaksie wat energie in die vorm van lig of hitte absorbeer.

Nog 'n manier om 'n endotermiese reaksie te beskryf is dat die energie van die produkte meer is as die energie van die reagentse omdat energie tydens die reaksie geabsorbeer word. Ons kan dit met die volgende algemene formule voorstel:



Die verskil in energie (E) tussen die reagentse en die produkte staan bekend as **reaksiewarmte**. Dit word ook soms die **entalpieverandering** van die stelsel genoem en word deur ΔH verteenwoordig.

Formele eksperiment: Endotermiese en eksotermiese reaksies - deel 1**Apparaat en materiale:**

Jy benodig die volgende:

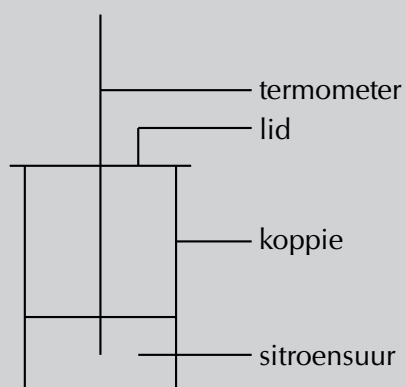
- sitroensuur
- natriumwaterstofkarbonaat
- 'n polistireenkoppie
- 'n deksel vir die koppie

- termometer
- glasstaffie
- skêr

Opmerking: sitroensuur word in sitrusvrugte soos suurlemoene gevind. Natriumwaterstofkarbonaat (koeksoda) is 'n bestanddeel wat dien as rysmiddel in die bak van koeke.

Metode:

1. Indien jou deksel nie 'n gaatjie vir 'n strooitjie het nie, maak 'n klein gaatjie in die deksel.
2. Giet sitroensuur ($C_6H_8O_7$) in 'n polistireenbeker, plaas die deksel op die houer en meet die temperatuur van die oplossing.
3. Roer die natriumwaterstofkarbonaat ($NaHCO_3$) in en plaas die deksel terug.
4. Neem onmiddellik 'n temperatuurlesing en daarna elke twee minute. Skryf jou resultate neer.



Die vergelyking vir die reaksie wat plaasvind is:



Resultate:

Tyd (min)	0	2	4	6
Temperatuur ($^{\circ}C$)				

Stip jou temperatuurlesings op 'n grafiek van tyd (x -axis) teenoor temperatuur (y -axis) aan.

Bespreking en gevolgtrekking:

- Wat gebeur met die temperatuur tydens hierdie reaksie?
- Is hierdie 'n eksotermiese of endotermiese reaksie? (Is energie opgeneem of afgegee? Het die temperatuur toeneem of afgeneem?)
- Waarom is dit belangrik om die beker met die deksel toe te hou?

Apparaat en materiale:

- asyn
- staalwol
- termometer
- polistireenbeker en plastiekdeksel (van die vorige eksperiment)

Metode:

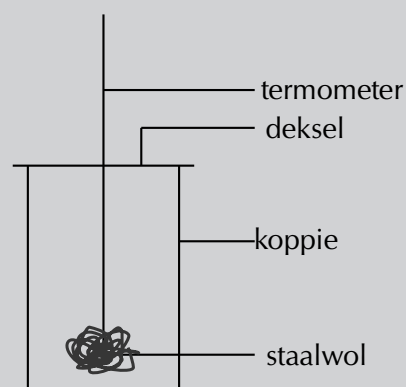
1. Plaas die deksel op die beker, druk die termometer deur die plastiekdeksel en meet die temperatuur van die leë beker. Jy moet die termometer vir ongeveer 5 minute in die leë beker laat ten einde 'n presiese lesing te kry.

2. Week 'n stukkies staalwol in asyn vir ongeveer 'n minuut. Die asyn verwyder die staalwol se beskermende laag en sodat die metaal aan suurstof blootgestel kan word.

3. Verwyder die termometer en haal die deksel af.

4. Haal die staalwol uit die asyn en druk die staalwol droog. Wikkel die staalwol rondom die kwikbol van die termometer en plaas dit (met die staalwol steeds rondom die termometer), binne-in die beker. Verseël die beker deur die deksel so terug te plaas dat die termometer deur die deksel steek.

5. Laat die staalwol in die beker vir ongeveer 5 minute en neem 'n temperatuurlesing. Skryf jou waarnemings neer.



Resultate:

Jy sal waarneem dat die temperatuur *toeneem* wanneer die staalwol rondom die termometer se bol gewikkel is.

Gevolgtrekking:

Die reaksie tussen suurstof en die blootgestelde metaal in die staalwol is **eksotermiese** wat beteken dat energie vrygestel word en dat die temperatuur toeneem.

Daar is baie voorbeelde van eksotermiese en endotermiese reaksies wat heeltyd rondom ons plaasvind. Die volgende is slegs 'n paar voorbeelde.

1. Endotermiese reaksies

• Fotosintese

Fotosintese is die chemiese reaksie wat in groen plante plaasvind. Dit gebruik energie van die son om koolstofdiksied en water na voedsel om te skakel wat die plant vir oorlewing nodig het. Ander organismes (soos die mens en ander diere), eet weer die plant sodat hulle ook kan oorlewe. Die vergelyking vir hierdie reaksie is:



Fotosintese is 'n endotermiese reaksie. Energie word in die vorm van sonlig tydens hierdie reaksie geabsorbeer.

• Die termiese ontbinding van kalksteen

Die ontbinding van kalksteen (kalsiumkarbonaat) na ongebluste kalk (kalsiumoksied) en koolsuurgas is baie belangrik vir die industrie. Ongebluste kalk kan gebruik word om staal van yster te vervaardig en grond te neutraliseer wat te suur is. Om ontbinding te bewerkstellig moet kalksteen in 'n brandoond by temperature hoër as 900 °C verhit word voordat ontbinding sal plaasvind. Die vergelyking vir die reaksie word hieronder vertoon:



2. Eksotermiese reaksies

• Verbrandingsreaksies

Die verbranding van brandstof is 'n voorbeeld van 'n verbrandingsreaksie. Ons as mense is baie afhanklik van hierdie proses vir ons behoefte aan energie. Die volgende vergelykings beskryf die verbranding van 'n koolwaterstof soos *petrol* (C_8H_{18}):

brandstof + suurstof → hitte + water + koolstofdiksied



Dit is hoekom ons brandstowwe (parafien, steenkool, propaan en butaan) vir energie verbrand. Die chemiese verandering wat tydens die reaksie plaasvind stel groot hoeveelhede energie vry wat ons vir dinge soos hitte en elektrisiteit gebruik. Jy moet daarop let dat *koolstofdiksied* tydens hierdie reaksie vrygestel word. Die chemiese reaksie wat plaasvind wanneer brandstowwe verbrand hou beide negatiewe en positiewe gevolge in. Alhoewel ons baat vind by hitte, lig en energie, het die koolstofdiksied wat vrygestel word 'n negatiewe impak op die omgewing.

• Respirasie

Respirasie is die chemiese reaksie wat in ons liggame plaasvind om energie in ons selle te produseer. Die vergelyking hieronder beskryf wat tydens hierdie reaksie plaasvind:



FEIT

Ligstokkies of glimstokkies word deur duikers, kampeersers en vir dekorasie en die aardigheid daarvan gebruik. Om 'n glimstokkie te aktiveer, buig jy die plastiekstokkie wat veroorsaak dat 'n glasstafie binne-in die stokkie breek. Dit veroorsaak dat chemikalieë wat binne-in die glasstafie is met chemikalieë wat binne die plastiekstokkie is, meng. Hierdie twee chemikalieë reageer en stel energie vry. Fluoreserende kleurstof, wat 'n ander deel van die glimstokkie uitmaak, skakel hierdie energie om na lig wat die glim veroorsaak. Dit staan as glimming of chemiluminesensie bekend.



In die bostaande reaksie reageer glukose ('n tipe koolhidraat in die voedsel wat ons eet), met suurstof wat in die lug is wat ons inasem. In die proses word koolsuurgas (wat ons uitasem), water en energie gevorm. Die energie wat geproduseer is laat ons selle toe om hulle funksies effektief uit te voer. Kan jy nou sien waarom jy voedsel moet inneem om energie te kry? Dit is nie die voedsel self wat jou van energie voorsien nie, maar die eksotermiese reaksie wat plaasvind wanneer verbindings in die voedsel met suurstof reageer wat jy ingasem het.

► Sien video: [27D4](#) op www.everythingscience.co.za

► Sien video: [27D5](#) op www.everythingscience.co.za

Oefening 12 – 1:

- Meld of energie opgeneem of vrygestel word tydens elk van die volgende situasies:
 - Die binding tussen waterstof en chloor in 'n waterstofchloried molekule breek.
 - Binding vind plaas tussen waterstof en fluoor om 'n waterstoffluoriedmolekule te vorm.
 - 'n Stikstofmolekule (N_2) word gevorm.
 - 'n Koolstofmonoksiedmolekule ontbind.
- Noem of die volgende beskrywings 'n endotermiese of 'n eksotermiese reaksie beskryf:
 - Reaktante reageer om produkte en energie te vorm.
 - Die energie wat geabsorbeer moet word om bindings in reagense te breek is meer as die energie wat vrygestel word wanneer die produkte gevorm word.
 - Dit blyk dat die energie van die produkte hoër is as die energie van die reagense vir hierdie tipe reaksie.
 - Hitte of lig moet vanuit die omgewing geabsorbeer word voordat hierdie tipe reaksie kan plaasvind.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27D6](#) 1b. [27D7](#) 1c. [27D8](#) 1d. [27D9](#) 2a. [27DB](#) 2b. [27DC](#)
2c. [27DD](#) 2d. [27DF](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Die reaksiewarmte

ESE6Q

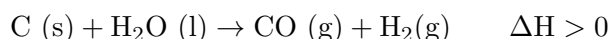
Die **reaksiewarmte** word deur die simbool ΔH verteenwoordig, waar:

$$\Delta H = E_{\text{produkte}} - E_{\text{reagense}}$$

- In 'n *eksotermiese* reaksie, is ΔH negatief, kleiner as nul, omdat die energie van die reagense hoër is as die energie van die produkte. Energie word tydens die reaksie vrygestel. Byvoorbeeld,



- In 'n *endotermiese* reaksie, is ΔH positief, groter as nul, omdat die energie van die reagense laer is as die energie van die produkte. Energie word tydens die reaksie geabsorbeer. Byvoorbeeld,



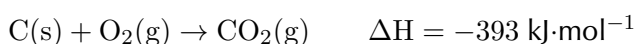
Van die inligting rakende eksotermiese en endotermiese reaksies word in Tabel 12.1 opgesom.

Tipe reaksie	Eksotermies	Endotermies
Energie geabsorbeer of vrygestel	Vrygestel	Geabsorbeer
Relatiewe energie van reagense en produkte	Energie van reagense is hoër as energie van produk	Energie van reagense is laer as as die energie van die produk
Teken van ΔH	Negatief (d.i. < 0)	Positief (d.i. > 0)

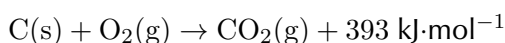
Tabel 12.1: 'n Vergelyking tussen eksotermiese en endotermiese reaksies

Skryf van vergelykings met gebruik van ΔH

Die reaksiewarmte kan op een van twee maniere vir 'n reaksie geskryf word. Vir 'n eksotermiese reaksie, $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$, sou ons kon skryf:



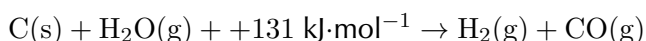
of



Vir 'n endotermiese reaksie, $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$, sou ons kon skryf:

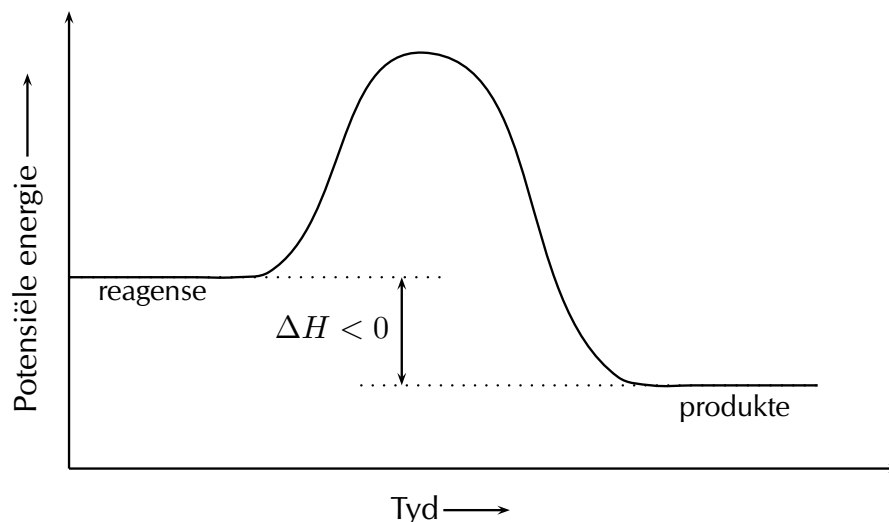


of

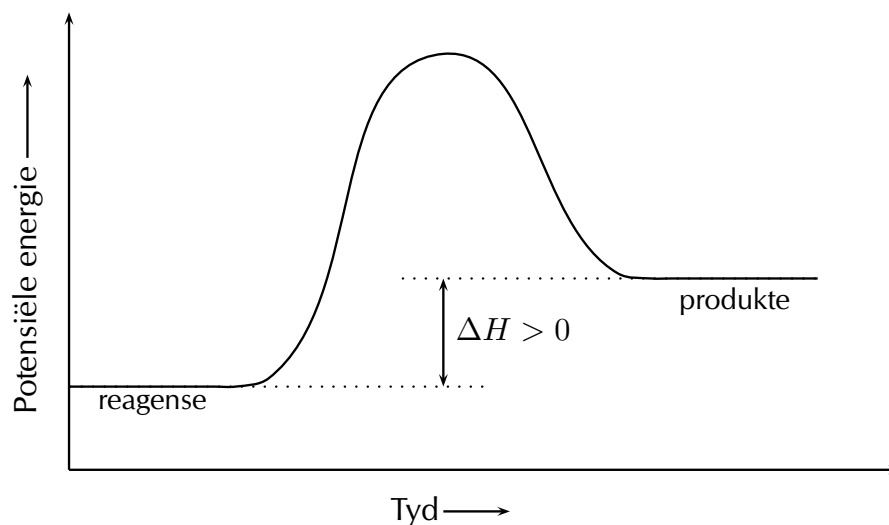


Die **eenhede** vir ΔH is $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Met ander woorde, die ΔH -waarde dui die hoeveelheid energie aan wat geabsorbeer of vrygestel word per mol produk wat gevorm word. Die eenhede kan ook as kJ geskryf word, wat dan die totale hoeveelheid energie voorstel wat geabsorbeer of vrygestel word wanneer die produk gevorm word.

Grafieke van die verandering in energie tydens eksotermiese en endotermiese reaksies kan geteken word:



Figuur 12.2: Die energieverandering wat tydens 'n eksotermiese reaksie plaasvind



Figuur 12.3: Die energieverandering wat tydens 'n endotermiese reaksie plaasvind

Ons sal binnekort verduidelik waarom ons hierdie grafieke met 'n kurwe teken in plaas daarvan om die energieë van die reagense en produkte met 'n reguit lyn te verbind.

Onderzoek: Endotermiese en eksotermiese reaksies

Doel:

Om eksotermiese en endotermiese reaksies te ondersoek.

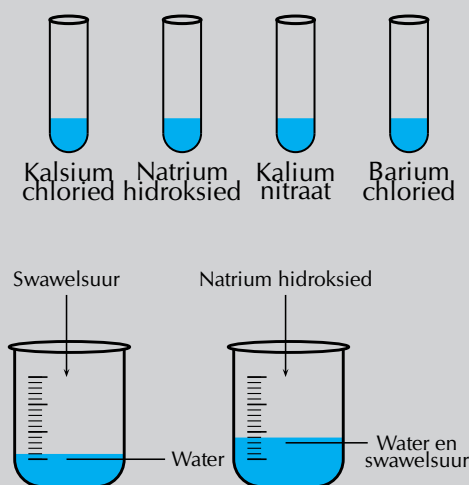
Apparaat en materiale:

- Ongeveer 2 g kalsiumchloried (CaCl_2)
- Ongeveer 2 g natriumhidroksied (NaOH)
- Ongeveer 2 g kaliumnitraat (KNO_3)
- Ongeveer 2 g bariumchloried (BaCl_2)
- Gekonsentreerde swawelsuur (H_2SO_4) (Wees versigtig, dit kan ernstige brandwonde veroorsaak.)
- 5 proefbuis
- termometer

WAARSKUWING!

Dra altyd handskoene en veiligheidsbrille wanneer daar met gekonsentreerde swawelsuur gewerk word. Werk altyd in 'n goed geventileerde kamer of in 'n dampkas.

Metode:



1. Los ongeveer 1 g van elk van die volgende stowwe op in 'n proefbuis met 5-10 cm^3 water: CaCl_2 , NaOH , KNO_3 en BaCl_2 .
2. Let op of die reaksie endotermies of eksotermies is, óf deur te voel of die kant van die proefbuis warm of koud word, óf deur 'n termometer te gebruik.
3. Verdun 3 cm^3 van die gekonsentreerde H_2SO_4 in 10 cm^3 water in die vyfde proefbuis en let op of daar 'n verandering in temperatuur is.

WAARSKUWING!

Onthou altyd om die suur by die water te voeg, en nie andersom nie.

4. Wag 'n paar minute en voeg dan versigtig NaOH by die verdunde H_2SO_4 . Wees op die uitkyk vir enige verandering in temperatuur (energie).

Resultate:

Skryf neer watter van bostaande reaksies endotermies of eksotermies is.

Eksotermiese reaksies	Endotermiese reaksies

- Wanneer BaCl_2 en KNO_3 in water opgelos word, neem hulle warmte op vanuit die omgewing. Die oplos van hierdie soute is **endotermies**.
- Wanneer CaCl_2 en NaOH in water opgelos word, word warmte vrygestel. Die proses is **eksotermies**.
- Die reaksie tussen H_2SO_4 en NaOH is ook **eksotermies**.

Oefening 12 – 2: Endotermiese en eksotermiese reaksies

1. Dui vir elkeen van die onderstaande reaksies aan of die reaksie endotermies of eksotermies is en verskaf 'n rede vir jou antwoord. Teken die energiediagram wat op elke reaksie betrekking het.
 - a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g}) + 21 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - b) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - c) Die volgende reaksie vind in 'n fles plaas:
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Binne 'n paar minute neem die temperatuur in die fles met ongeveer 20°C af.
 - d) $2\text{Na}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) \quad \Delta H = -411 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - e) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
2. Dui vir elk van die volgende beskrywings aan of die proses endotermies of eksotermies is en verskaf redes vir jou antwoord.
 - a) verdamping
 - b) die verbrandingsreaksie in 'n motorkar se enjin
 - c) bomontploffings
 - d) ys wat smelt
 - e) vertering van voedsel
 - f) kondensasie
3. Wanneer jy water by 'n suur voeg, spat die oplossing op. Die beker word ook baie warm. Verduidelik hoekom.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. 27DG 1b. 27DH 1c. 27DJ 1d. 27DK 1e. 27DM 2a. 27DN
2b. 27DP 2c. 27DQ 2d. 27DR 2e. 27DS 2f. 27DT 3. 27DV



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

WENK

Dit is belangrik om te weet dat alhoewel 'n eksotermiese reaksie energie vrystel, dit stéeds 'n klein hoeveelheid energie benodig om die reaksie aan die gang te sit.

12.3 Aktiveringsenergie en die geaktiveerde kompleks ESE6R

Indien jy 'n vuurhoutjie sou neem en dit deur die lug sou swaai sal dit nie ontbrand nie. Jy moet die vuurhoutjie teen die kant van die vuurhoutjiedosie stryk om dit te laat ontbrand. Alle chemiese reaksies benodig 'iets' om dit aan die gang te sit.

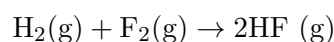
Chemiese reaksies sal nie plaasvind voordat 'n sekere minimum hoeveelheid energie tot die sisteem toegevoeg is nie. Hierdie energie word die **aktiveringsenergie** genoem.

DEFINISIE: Aktiveringsenergie

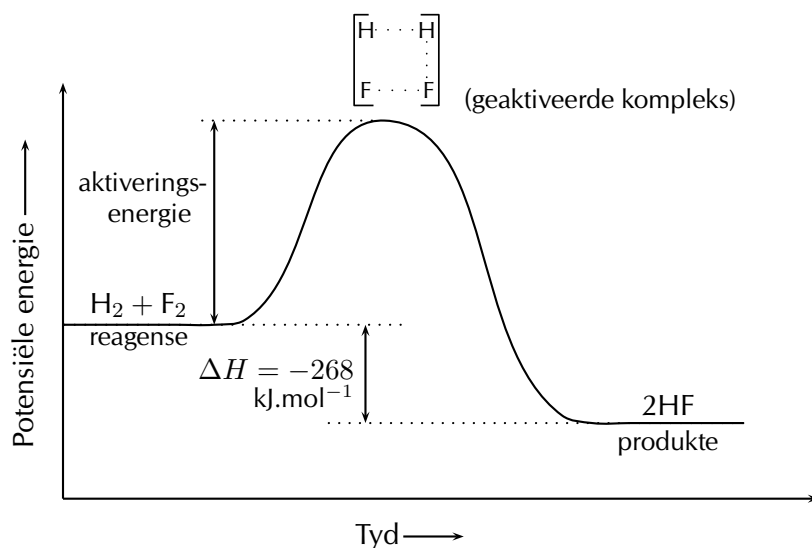
Aktiveringsenergie is die minimum energie wat nodig is om 'n reaksie te laat plaasvind.

Verwys terug na vroeër toe ons grafieke geteken het om die verandering in energie van eksotermiese en endotermiese reaksies aan te dui. Ons kan nou meer inligting tot die grafieke toevoeg. Dit sal óók verduidelik waarom die grafieke met 'n kurwe eerder is met 'n reguit lyn tussen die energieë van die reagense en produkte geteken is.

Ons begin deur na eksotermiese reaksies te kyk. Ons sal:



as 'n voorbeeld van 'n eksotermiese reaksie gebruik.



Figuur 12.4: Die energieverandering wat tydens 'n eksotermiese reaksie plaasvind

WENK

Die aktiveringsenergie is die verskil in die energie van die **reagense** en die maksimum energie (d.i. die energie van die geaktiveerde kompleks).

FEIT

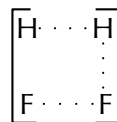
Die reaksie tussen H_2 en F_2 is deur NASA (National Aeronautics and Space Administration) as 'n brandstofsisteem vir aanjaervuurpyle ondersoek weens die energie wat tydens hierdie eksotermiese reaksie vrygestel word.

WENK

Ensieme en aktiveringsenergie
'n Ensiem is 'n katalisator wat help om die tempo van 'n reaksie te verhoog deur die aktiveringsenergie van 'n reaksie te verlaag. Daar is baie ensieme in die menslike liggaam, waarsonder baie belangrike reaksies nooit sou kon plaasvind nie. Sellulêre respirasie is een voorbeeld van 'n reaksie wat deur ensieme gekataliseer word. Julle sal meer omtrent katalise in Graad 12 leer.

Die reaksie tussen $H_2(g)$ en $F_2(g)$ (Figuur 12.4) benodig energie om te verloop, en daardie energie is die aktiveringsenergie. Om die produk te vorm moet die binding tussen H en H in H_2 éers breek. Die binding tussen F en F in F_2 moet ook breek. 'n Nuwe binding tussen H en F moet óók gevorm word om HF te vorm. Die reagense se bindings breek op dieselfde tyd as wat die produkte se bindings vorm.

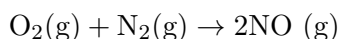
Ons toon dit as 'n:



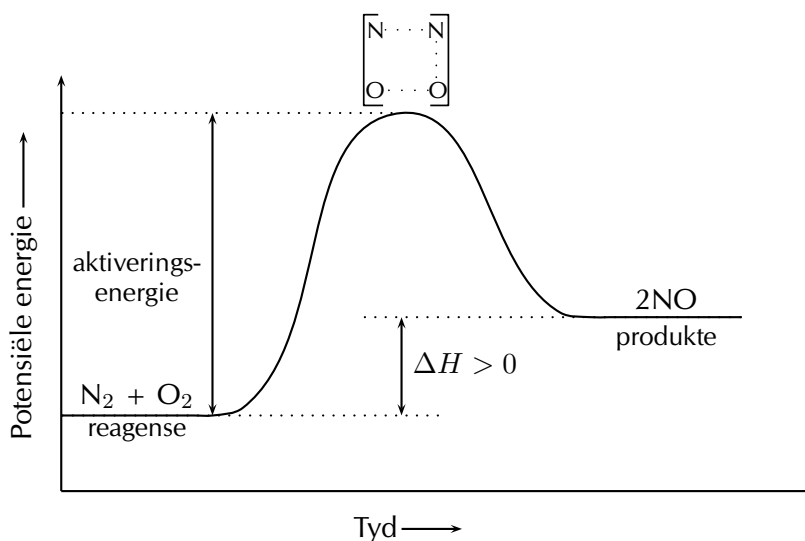
Dit word die **geaktiveerde kompleks** of oorgangstoestand genoem. Die geaktiveerde kompleks bestaan net vir 'n baie kort tydjie. Na verloop van hierdie kort tydjie gebeur een van twee dinge: die oorspronklike bindings hervorm, óf die bindings breek en die nuwe produk vorm. In hierdie voorbeeld is HF die finale produk en dit het 'n laer energie as die reagense. Die reaksie is eksotermies en ΔH is negatief.

Die geaktiveerde kompleks is die kompleks wat bestaan wanneer die bindings in die reagense gebreek word en die bindings in die produkte gevorm word. Hierdie kompleks het 'n baie kort tydsduur en wanneer die energie van hierdie sisteem op sy maksimum is.

In die geval van endotermiese reaksies is die energie van die finale produkte hoër as die energie van die reagense. 'n Energiediagram vir 'n endotermiese reaksie word hieronder getoon (Figure 12.5).



Let daarop dat die aktiveringsenergie van 'n endotermiese reaksie baie hoër as die van 'n eksotermiese reaksie is.

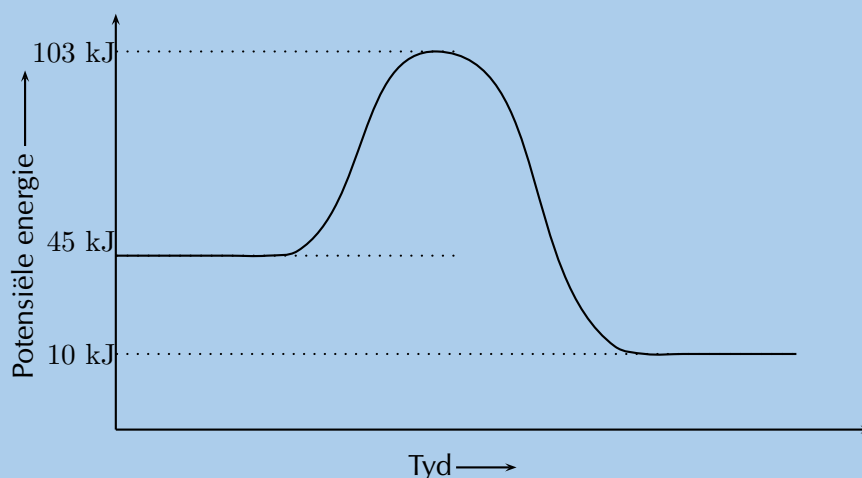


Figuur 12.5: Die energieverandering wat tydens 'n endotermiese reaksie plaasvind

Dit is as gevolg van die aktiveringsenergie dat dit eers nodig is om te toon dat die energie van die reagense tot die energie van die geaktiveerde kompleks verhoog voordat die energie van die geaktiveerde kompleks na die energie van die produk verlaag.

VRAAG

Verwys na die grafiek hieronder en beantwoord dan die daaropvolgende vrae:



1. Bereken ΔH .
2. Waarom is die reaksie endotermies of eksotermies?
3. Bereken die aktiveringsenergie vir hierdie reaksie.

OPLOSSING

Stap 1: Bereken ΔH

ΔH word verkry deur die energie van die reagense van die energie van die produkte af te trek. Ons kry die energie van die **reagense** en **produkte** vanaf die grafiek.

$$\begin{aligned}\Delta H &= \text{energie van produkte} - \text{energie van reagense} \\ &= 10 \text{ kJ} - 45 \text{ kJ} \\ &= -35 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Stap 2: Bepaal of dit eksotermies of endotermies is

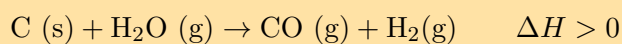
Die reaksie is eksotermies omdat $\Delta H < 0$. Ons merk ook op dat die energie van die reagense hoër as die energie van die produkte is.

Stap 3: Bereken die aktiveringsenergie

Die aktiveringsenergie word gekry deur die energie van die reagense van die energie van die geaktiveerde kompleks af te trek. Ons kan weereens die energie van die reagense en geaktiveerde kompleks van die grafiek aflees.

$$\begin{aligned}\text{aktiveringsenergie} &= \text{energie van geaktiveerde kompleks} - \text{energie van reagense} \\ &= 103 \text{ kJ} - 45 \text{ kJ} \\ &= 58 \text{ kJ}\end{aligned}$$

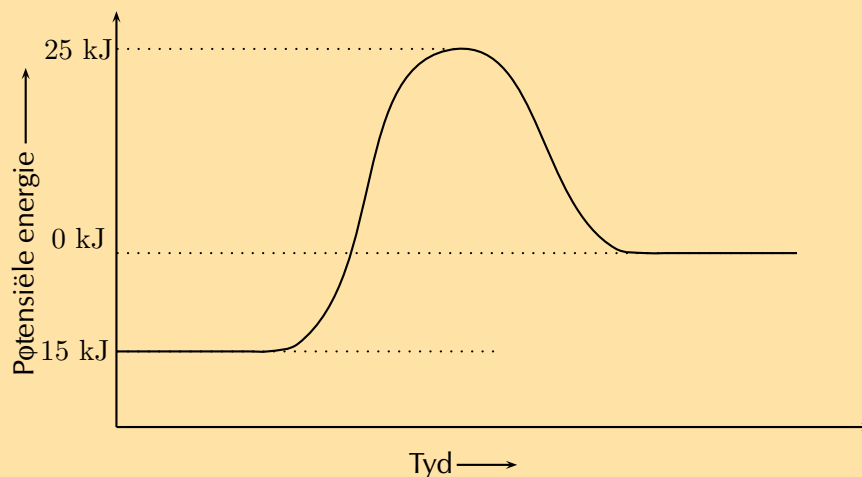
1. Koolstof reageer met water volgens die volgende vergelyking:



Is hierdie reaksie endotermies of eksotermies?

Gee 'n rede vir jou antwoord.

2. Verwys na die grafiek hieronder en beantwoord dan die daaropvolgende vrae:



- Wat is die energie van die reagense?
- Wat is die energie van die produkte?
- Bereken ΔH .
- Wat is die aktiveringsenergie vir hierdie reaksie?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [27DW](#) 2. [27DX](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

12.4 Opsomming

ESE6S

► Sien aanbieding: [27DY](#) op www.everythingscience.co.za

- Wanneer 'n reaksie plaasvind, word die bindings in die reagense gebreek en nuwe bindings vind plaas om die produkte te vorm. Hierdie veranderinge behels **energie**.
- Wanneer bindings gebreek word word energie **geabsorbeer** en as nuwe bindings gevorm word, word energie **vrygestel**.
- Die **bindingsenergie** is 'n maatstaf van die bindingsterkte van 'n sekere chemiese binding. Dit is die hoeveelheid energie (in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) wat nodig word om die chemiese binding tussen die twee atome breek.

- **Entalpie** is 'n maatstaf van die totale energie van 'n chemiese sisteem by 'n gegewe druk en word voorgestel deur die simbool H .
- As die energie wat benodig word om bindings te *breek* minder is as die energie wat benodig word om nuwe bindings te *vorm*, is die reaksie **eksotermies**. Die energie van die produkte is minder as die energie van die reagense.
- 'n **Eksotermiese** reaksie is 'n reaksie wat energie as hitte of lig vrystel.
- As die energie wat benodig word om die bindings te *breek* meer is as die energie wat vrygestel word as nuwe bindings *vorm*, dan is die reaksie **endotermies**. Die energie van die produkte is meer as die energie van die reagense.
- 'n **Endotermiese** reaksie is 'n reaksie wat energie in die vorm van lig of hitte absorbeer.
- Fotosintese en die termiese ontbinding van kalksteen is voorbeelde van endotermiese reaksies.
- Verbrandingsreaksies en respirasie is voorbeelde van eksotermiese reaksies.
- Die verskil tussen die energie van die reagense en die produkte word die **reaksiewarmte** genoem en word voorgestel deur die simbool ΔH .
- ΔH word soos volg bereken: $\Delta H = E_{\text{produkte}} - E_{\text{reagense}}$
- In 'n endotermiese reaksie het ΔH 'n **positiewe waarde** (groter as 0). In 'n eksotermiese reaksie het ΔH 'n **negatiewe waarde** (kleiner as 0).
- Chemiese reaksies sal nie plaasvind as daar nie 'n sekere minimum hoeveelheid energie by die sisteem gevoeg word nie.
- Die **aktiveringsenergie** is die minimum hoeveelheid energie wat benodig word om 'n chemiese reaksie te laat begin.
- Die **geaktiveerde kompleks** (of oorgangstoestand) is die kompleks wat vorm as die bindings in die produkte vorm en die bindings in die reagense gebreek word. Hierdie kompleks bestaan vir 'n baie kort tydperk en word gevind as die energie van die sisteem 'n maksimum is.

Oefening 12 – 4:

- Vir elk van die volgende, gee een woord of term vir die beskrywing.
 - Die minimum hoeveelheid energie wat benodig word vir 'n reaksie om plaas te vind.
 - 'n Maatstaf van die bindingsterkte van 'n chemiese binding.
 - 'n Tipe reaksie waar ΔH kleiner is as zero.
 - 'n Tipe reaksie wat hitte of lig benodig om plaas te vind.
- Vir die volgende reaksie

$$\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{NaCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$
 kies die korrekte stelling van die onderstaande lys.
 - Energie word opgeneem as nuwe bindings in NaCl gevorm word.

- b) Energie word vrygestel as die bindings in HCl gebreek word.
- c) Energie word vrygestel as bindings in H₂O gevorm word.
- d) Energie word vrygestel as die bindings in NaOH gebreek word.

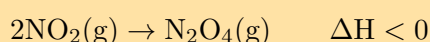
3. Vir die volgende reaksie:



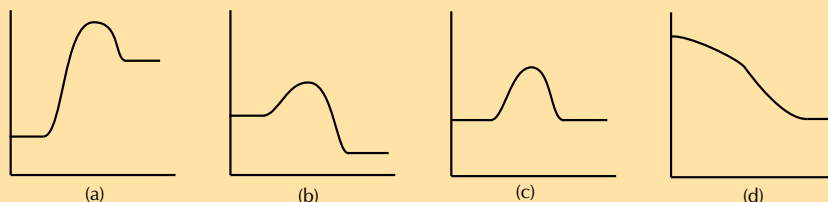
kies die korrekte stelling van die onderstaande lys.

- a) Die energie van die reagense is minder as die energie van die produkte.
- b) Die energie van die produkte is minder as die energie van die reagense.
- c) Die reaksie benodig energie om plaas te vind.
- d) Die totale energie van die sisteem neem toe gedurende die reaksie.

4. Beskou die volgende reaksie:



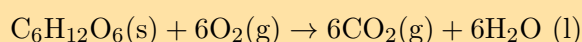
Watter een van die volgende grafieke verteenwoordig die verandering in potensiële energie wat plaasvind gedurende die vervaardiging van N₂O₄?



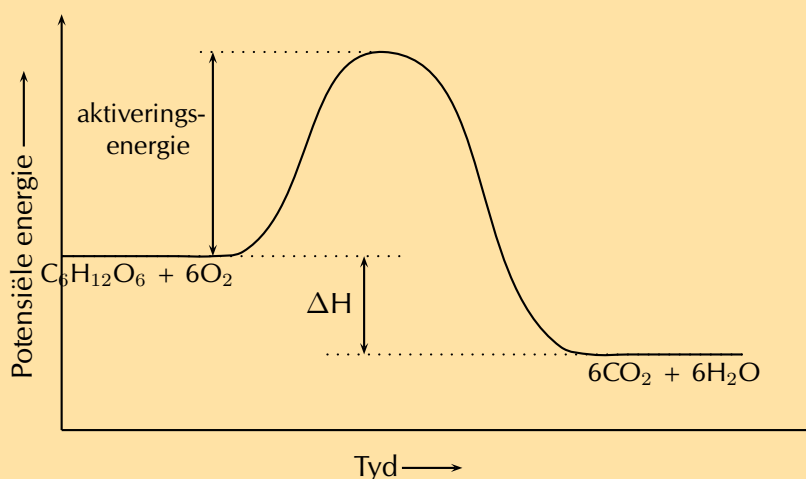
5. Dui vir elkeen van die onderstaande reaksies aan of die reaksie endotermies of eksotermies is en verskaf 'n rede vir jou antwoord. Teken die energiediagram wat op elke reaksie betrekking het.

- a) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{hitte}$
- b) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{heat} \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$

6. Die reaksie vir sellulêre respirasie word gekataliseer deur ensieme. Die vergelyking vir die reaksie is:



Die verandering in potensiële energie gedurende hierdie reaksie word soos volg voorgestel.



- a) Sal die waarde van ΔH positief of negatief wees? Gee 'n rede vir jou antwoord.
- b) Verduidelik wat bedoel word met aktiveringsenergie.
- c) Glukose is een van die reagentieë in sellulêre respirasie. Watter belangrike chemiese reaksie produseer glukose?
- d) Is die reaksie in jou antwoord hierbo endotermies of eksotermies? Verduidelik jou antwoord.
- e) Teken die energie-grafiek vir die reaksie wat glukose produseer.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27DZ](#) 1b. [27F2](#) 1c. [27F3](#) 1d. [27F4](#) 2. [27F5](#) 3. [27F6](#)
4. [27F7](#) 5a. [27F8](#) 5b. [27F9](#) 6. [27FB](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Reaksietipes

13.1	<i>Sure en basisse</i>	442
13.2	<i>Suur-basis reaksies</i>	447
13.3	<i>Redoksreaksies</i>	456
13.4	<i>Opsomming</i>	469

Chemiese reaksies vind reg rondom jou plaas. Groen plante wat fotosinteer, binnebrandenjins van motorkarre wat op die reaksie tussen petron en lug staatmaak en jou liggaam wat baie komplekse reaksies uitvoer. In hierdie hoofstuk gaan ons na twee alledaagse reaksietipes kyk wat in die omgewing rondom jou of in die laboratorium plaasvind. Die twee reaksies ter sprake is suur-basis reaksies en redoks reaksies.

13.1 Sure en basisse

ESE6T

Wat is sure en basisse?

ESE6V

Aktiwiteit: Huishoudelike sure en basisse

Gaan kyk by die huis en skool rond en vind voorbeelde van sure en basisse. Onthou dat voedsel ook suur of basies kan wees.

Maak 'n lys van al die items wat jy gekry het. Waarom dink jy dat hulle sure of basisse is?

'n Paar alledaagse sure en basisse, tesame met hulle chemiese formules, word in Tabel 13.1 vertoon.

Suur	Formule	Basis	Formule
Waterstofchloriedsuur	HCl	Natriumhidroksied	NaOH
Swawelsuur	H ₂ SO ₄	Kaliumhidroksied	KOH
Swaweligsuur	H ₂ SO ₃	Natriumkarbonaat	Na ₂ CO ₃
Asynsuur (entanoësuur)	CH ₃ COOH	Kalsiumhidroksied	Ca(OH) ₂
Koolsuur	H ₂ CO ₃	Magnesiumhidroksied	Mg(OH) ₂
Salpetersuur	HNO ₃	Ammoniak	NH ₃
Fosforsuur	H ₃ PO ₄	Natriumwaterstofkarbonaat	NaHCO ₃

Tabel 13.1: Alledaagse sure en basisse met hulle chemiese formules

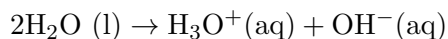
Die meeste sure deel sekere eienskappe en die meeste basisse deel óók sekere eienskappe. Dit is belangrik om 'n definisie vir sure en basisse te hê sodat hulle korrek in reaksies geïdentifiseer kan word.

Definisie van sure en basisse

ESE6W

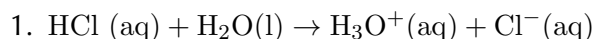
Een van die eerste dinge wat mense omtrent sure agtergekom het, is dat hulle 'n suur smaak het. Basisse weer, het hulle agtergekom, het 'n seperige gevoel en proe bitter. Maar, toe chemikusse reaksies begin neerskryf het, was meer praktiese definisies nodig.

Met verloop van tyd is 'n hele aantal definisies vir sure en basisse ontwikkel. Een van die eerste was die **Arrhenius** definisie. Arrhenius (1887) het agtergekom dat water, volgens die volgende vergelyking, in hidronium-(H_3O^+) en hidroksied(OH^-)ione ioniseer (opbreek):

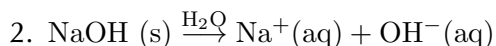


Arrhenius beskryf 'n **suur** as 'n verbinding wat die konsentrasie van die H_3O^+ ione in water verhoog en 'n **basis** as 'n verbinding wat die konsentrasie van die OH^- ione in water verhoog.

Kyk na die volgende voorbeelde wat die ionisasie van soutsuur en die dissosiasie van natriumhidroksied (basis) onderskeidelik aandui:



Wanneer soutsuur in water oplos verhoog die konsentrasie van die H_3O^+ ione en is daarom 'n *suur*.



Wanneer natriumhidroksied in water oplos verhoog die konsentrasie van die OH^- ione en natriumhidroksied is daarom 'n *basis*.

Let op dat ons $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ skryf om aan te dui dat water vir dissosiasie benodig word.

Maar, hierdie definisie kan slegs vir sure en basisse *in waterige* reaksies gebruik word. Aangesien daar baie reaksies is wat nie in water plaasvind nie was dit belangrik om met 'n breër definisie vir sure en basisse vorendag te kom.

In 1923 bou Lowry en Brønsted voort op die werk van Arrhenius en ontwikkel 'n breër definisie vir sure en basisse. Die **Brønsted-Lowry model** definieer sure en basisse op grond van hulle vermoë om protone te doneer of te aksepteer

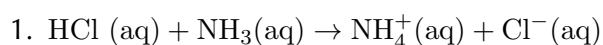
DEFINISIE: *Sure*

'n Brønsted-Lowry **suur** is 'n stof wat protone afstaan (waterstofkatione H^+), en word daarom 'n **proton donor** genoem.

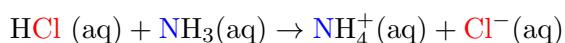
DEFINISIE: *Basisse*

'n Brønsted-Lowry **basis** is 'n stof wat protone opneem (waterstofkatioon H^+), en word daarom 'n **proton akseptor** genoem.

Hieronder 'n aantal voorbeelde:



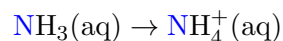
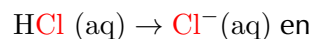
Ons beklemtoon chloor en stikstof sodat ons kan volg wat met die elemente gebeur wanneer hulle reageer. Ons beklemtoon nie die waterstofatome nie omdat ons belangstel hoe hulle verander. Die kleurkodering is alleenlik om jou behulpzaam te wees om aspekte van die reaksie te identifiseer en verteenwoordig geensins enige eienskap van hierdie elemente nie.



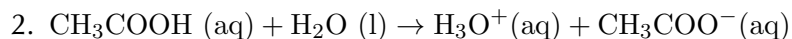
WENK

Vir verdere inligting omtrent *dissosiasie*, verwys na Graad 10(Hoofstuk 18: reaksies in waterige medium).

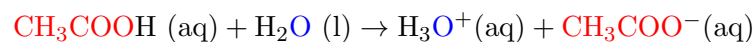
Ten einde te besluit watter stof 'n proton donor en watter stof 'n proton akseptor is, is dit nodig om te kyk wat met elke reaktant gebeur. Die reaksie kan as volg ontbondel word:



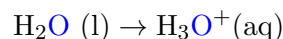
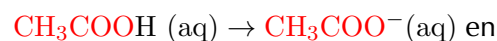
Uit hierdie reaksies is dit duidelik dat HCl 'n *proton donor* is en daarom 'n **suur**, en dat NH₃ 'n *proton akseptor* is en daarom 'n **basis**.



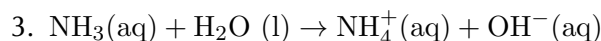
Ons belemtoon weereens die reaktante wat ons in die volgende reaksie wil volg:



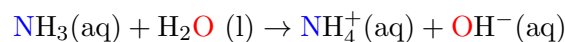
Die reaksie kan as volg ontbondel word:



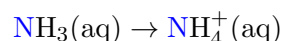
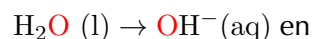
In hierdie reaksie is CH₃COOH (asynsuur of asyn)'n proton donor en tree daarom as 'n **suur** op. In hierdie geval tree water as 'n **basis** op omdat dit 'n proton aksepteer om H₃O⁺ te vorm.



Ons belemtoon weereens die reaktante wat ons in die volgende reaksie wil volg:



Die reaksie kan as volg ontbondel word:



In hierdie reaksie skenk of doneer water 'n proton en tree daarom as 'n **suur** op. Ammoniak aksepteer of ontvang die proton en is daarom die **basis**.

Let daarop dat ons in hierdie voorbeelde na gemene elemente gekyk het om die reaksie in twee te ontbondel. In die eerste voorbeeld het ons waargeneem wat met die chloor gebeur ten einde te sien of dit deel van 'n suur of basis was. Ons het ook na die stikstof gekyk om te sien of dit 'n suur of basis was. Jy moet ook daarop let dat die suur een waterstofatoom minder aan die regterkant van die vergelyking het en dat die basis een ekstra waterstofatoom aan die regterkant het.

Amfoteriese stowwe

In voorbeelde 2 en 3 hierbo sien ons iets interessants omtrent water. In voorbeeld 2 sien ons dat water soos 'n basis optree (dit ontvang 'n proton). Maar in voorbeeld 3 sien ons egter dat water soos 'n suur optree (dit doneer 'n proton)!

Afhangende daarvan waarmee water reageer, kan dit òf as 'n basis òf as 'n suur optree. Daar word gesê dat water **amfoteries** is. In hierdie opsig is water nie uniek nie, verskeie ander stowwe is ook amfoteries.

DEFINISIE: Amfoteries

'n Amfoteriese stof is een wat of as 'n suur of as 'n basis reageer.

Wanneer ons net na Brønsted-Lowry sure en basisse kyk, kan ons ook praat van amfiprotiese stowwe, wat spesiale soort amfoteriese stowwe is.

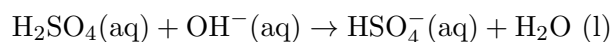
DEFINISIE: *Amfiprotiese*

'n Amfiprotiese stof is een wat kan reageer as òf 'n protoskenker (Brønsted-Lowry suur) òf as 'n protonakseptor (Brønsted-Lowry basis). Voorbeelde van amfiprotiese stowwe sluit in water, die waterstofkarbonaat-ioon (HCO_3^-) en die waterstofsulfaat-ioon (HSO_4^-).

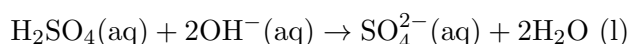
Let op: Jy mag ook die term **amfoliet** gebruik sien om 'n stof wat beide as 'n suur en basis kan optree, aan te dui. Hierdie term word nie meer veel in chemie gebruik nie.

Poliprotiese sure [NIE IN CAPS]

'n Poliprotiese (baie protone) suur is 'n suur wat meer as een proton het wat dit kan doneer. Swaelsuur kan byvoorbeeld een proton skenk om die waterstofsulfaat-ioon te vorm.



Of dit kan twee protone skenk om die sulfaat-ioon te vorm:



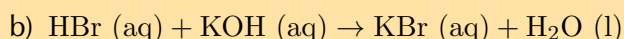
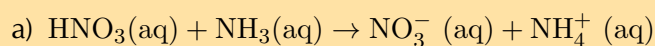
In hierdie hoofstuk gaan ons meestal monoprotiese sure (sure wat slegs een proton kan skenk) bestudeer. As jy wel 'n poliprotiese suur in 'n reaksie sien, skryf dan die reaksievergelyking neer met die suur wat al sy protone skenk.

'n Paar voorbeelde van poliprotiese sure is: H_2SO_4 , H_2SO_3 , H_2CO_3 en H_3PO_4 .

🔍 Sien simulatie: 27FC op www.everythingscience.co.za

Oefening 13 – 1: Sure en basisse

1. Identifiseer die Brønsted-Lowry suur en die Brønsted-Lowry basis in die volgende reaksies:



2. a) Skryf 'n reaksievergelyking om te wys hoe HCO_3^- as 'n suur optree.
b) Skryf 'n reaksievergelyking om te wys hoe HCO_3^- as 'n basis optree.
c) Wat sê ons is HCO_3^- ?

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27FD](#) 1b. [27FF](#) 2. [27FG](#)

WENK

Tot nou toe het jy gezyk na reaksies wat met reaktante begin en na produkte gaan. Vir sure en basisse moet ons ook oorweging skenk aan wat sal gebeur indien ons die reaktante en basisse omruil. Dit sal jou help om gekonjugeerde suur-basispare te verstaan.

WENK

Die woord konjugeer beteken gekoppel of gekonnekteer.



www.everythingscience.co.za

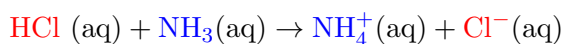


m.everythingscience.co.za

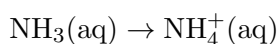
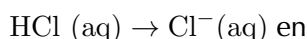
Gekonjugeerde suur-basispare

ESE6X

Beskou die reaksie tussen soutsuur en ammoniak om ammonium en chloried-ione (weereens het ons die verskillende dele van die vergelyking aangedui):

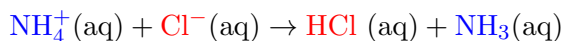


Kyk wat gebeur met elkeen van die reaktante in die reaksie:



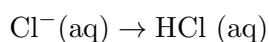
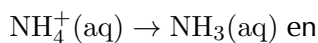
Ons sien dat HCl treë as die suur op, en NH_3 treë as die basis op.

Maar wat as ons eintlik die volgende reaksie gehad het:



Hierdie is **dieselfde** reaksie as die eerste een, maar die produkte is nou die reaktante.

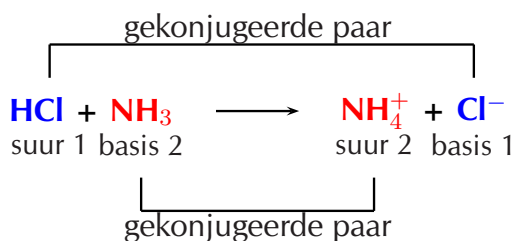
As ons nou kyk na wat met elkeen van die reaktante gebeur sien ons die volgende:



Ons sien dat NH_4^+ treë as die suur op, en Cl^- treë as die basis op.

Wanneer HCl (die suur) 'n proton verloor vorm dit Cl^- (die basisse). En dat wanneer Cl^- (die basis) 'n proton bykry vorm dit HCl (die suur). Ons noem hierdie twee spesies 'n **gekonjugeerde suur-basispaar**. Op soortgelyke wyse vorm NH_3 en NH_4^+ 'n gekonjugeerde suur-basispaar.

Ons kan dit voorstel as:



Aktiwiteit: Gekonjugeerde suur-basispare

Deur die algemene sure en basisse in Tabel 13.1 te gebruik, kies 'n suur en 'n basis vanuit die lys. Skryf 'n chemiese vergelyking vir die reaksie tussen hierdie twee verbindings.

Identifiseer nou die gekonjugeerde suur-basispare in jou gekose reaksie. Vergelyk jou resultate met dié van jou klasmaats.

WENK

In chemie beteken die woord sout nie, 'n wit stof wat ons oor ons kos sprinkel nie (die wit stof is 'n sout maar nie die enigste sout nie). 'n Sout (vir chemie) is 'n produk van 'n suur-basisreaksie en bestaan uit die kation van die basis en die anioon van die suur.

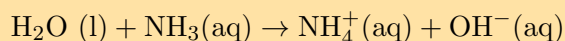
► Sien video: 27FH op www.everythingscience.co.za

Oefening 13 – 2: Sure en basisse

1. In elkeen van die volgende reaksies, dui die gekonjugeerde suur-basispare aan.

- a) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$
- b) $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HF}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq})$
- c) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- d) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HCl}(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$

2. Gegewe die volgende reaksie:



- a) Skryf neer watter reaktant die basis is en watter een die suur is.
- b) Dui die gekonjugeerde suur-basispare aan.
- c) In jou eie woorde verduidelik wat bedoel word met die term gekonjugeerde suur-basispaar.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. 27FJ 1b. 27FK 1c. 27FM 1d. 27FN 2. 27FP



www.everythingscience.co.za



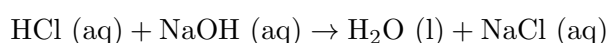
m.everythingscience.co.za

13.2 Suur-basis reaksies

ESE6Y

Die reaksie tussen 'n suur en 'n basis staan bekend as 'n **neutralisasie** reaksie. Wanneer 'n suur en 'n basis met mekaar reageer vorm daar dikwels water as produk. Ons gaan nou na 'n paar voorbeelde van suur-basisreaksies kyk.

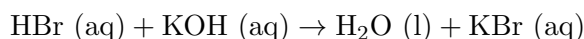
1. Soutsuur reageer met natriumhidroksied om natriumchloried (tafelsout) en water te vorm. Natriumchloried is saamgestel uit Na^+ katione van die basis (NaOH) en Cl^- anione van die suur (HCl).



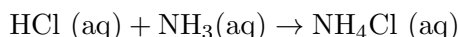
FEIT

Bysteke is suur en het 'n pH tussen 5 en 5,5. Dit kan verlig word deur verbindings soos natriumbikarbonaat of melk van magnesia aan te wend. Beide basisse help om die suurheid van die bysteek te neutraliseer.

2. Waterstofbromied reageer met kaliumhidroksied om kaliumbromied ('n sout) en water te vorm. Kaliumbromied is saamgestel uit K^+ katione van die basis (KOH) en Br^- anione van die suur (HBr).



3. Soutsuur reageer met ammoniak om ammoniumchloried ('n sout) te vorm. Ammoniumchloried is saamgestel uit NH_4^+ katione van die basis (NH_3) en Cl^- anione van die suur (HCl).



Jy sal opmerk dat die basis in die eerste twee voorbeelde OH^- ione bevat, en daarom was die produkte *sout* en *water*. NaCl (tafelsout) en KBr is beide soute. In die derde voorbeeld, tree NH_3 ook op as 'n basis ongeag of dit OH^- ione het. 'n Sout word steeds as produk gevorm, maar geen water vorm nie.

Dit is belangrik om te besef hoe handig hierdie neutralisasiereaksies is. Let op die voorbeelde hieronder:

- **Huishoudelike gebruik**

Kalsiumoksied (CaO) is 'n basis (alle metaaloksiede is basisse) wat in grond ingewerk word om suurheid tee te werk. Verpoeierde kalksteen ($CaCO_3$) kan ook gebruik word maar die werking is baie stadiger en minder effektief. Hierdie verbindings kan ook op groter skaal in die landbou en in riviere gebruik word.

Kalksteen (wit klip of kalsiumkarbonaat) word in put toilette (veldtoilette) gebruik. Die kalk is 'n basis en help om die suur afval te neutraliseer.

- **Biologiese gebruike**

Maagsuur (bv. soutsuur) speel 'n belangrike rol in die vertering van voedsel. Indien 'n persoon egter 'n maagseer het, of te veel suur in die maag het, kan die sure baie pyn veroorsaak. **Teensuurmiddels** word geneem om die suur te neutraliseer sodat dit nie soveel brand nie. Voorbeelde van teensuurmiddels is aluminiumhidroksied, magnesiumhidroksied ("Melk van Magnesia") en natriumbikarbonaat ("koeksoda"). Teensuurmiddels kan ook gebruik word om sooi-brand te verlig.

- **Industriële gebruike**

Basiese kalsiumhidroksied (kalkwater) kan gebruik word om skadelike suur SO_2 gas, wat vrygestel word deur steenkool kragentrales wat fossielbrandstof brand, te absorbeer.

Algemene eksperiment: Suur-basis reaksies

Doel:

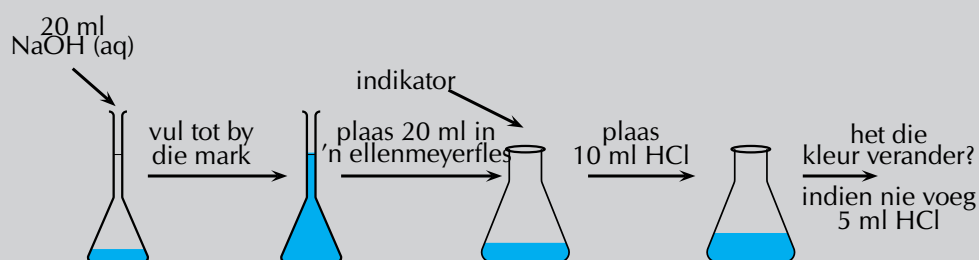
Die ondersoek van suur-basis reaksies

Apparaat en materiaal:

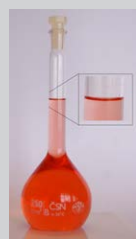
- Volumetriese fles
- ellenmeyerflesse

- natriumhidroksiedoplossing
- soutsuuroplossing
- pipette
- indikator

Metode:



1. Gebruik die pipet om 20 ml van die natriumhidroksiedoplossing na die volumetriese fles oor te dra. Vul die fles tot by die merk met gedistilleerde water en skud dit goed.
2. Plaas 20 ml van die natriumhidroksied in 'n ellenmeyerfles en voeg 'n paar druppels indikator by die oplossing.
3. Voeg stadig 10 ml soutsuur by. Stop sodra die kleur verander. Indien die kleur nie verander nie voeg nog 5 ml by. Hou aan om om 5 ml hoeveelhede by te voeg tot jy 'n kleurverandering waarneem.



Waarnemings:

Die oplossing verander van kleur na 'n bepaalde hoeveelheid soutsuur bygevoeg is.

In die bostaande eksperiment gebruik jy 'n indikator om te sien wanneer die indikator die basis geneutraliseer het. Indikators is chemiese verbindings wat kleur verander afhangende van of dit in 'n suur of basis is.

Informele eksperiment: Indikators

Doel:

Die bepaling van watter plante en voedsel soos indikators optree.

Apparaat en materiaal:

- Possible indikators: Rooi kool, beet, bessies (b.v. mulberries), kerriepooier, rooi druiwe, uie, tee (rooibos of normaal), koeksoda, vanilla essens
- sure (bv. asyn, soutsuur), basisse (bv. ammoniak (in baie huishoudelike skoonmaakmiddels)) om te toets
- Bekers

Metode:

1. Neem 'n klein hoeveelheid van jou eerste moontlike indikator (moet nie die uie, vanilla essens of koeksoda gebruik nie). Kook die stof tot die water van kleur verander het.
2. Filtreer die oorblywende oplossing in 'n beker en maak seker om geen plantmateriaal indi ebeker te kry nie. (Jy kan die oplossing ook deur 'n sif of vergietes skink)
3. Skink die helfte van die gekleurde oplossing in 'n tweede beker.
4. Plaas een beker op 'n A4 bladsy met die opskrif "sure". Plaas die ander beker op 'n A4 bladsy met die opskrif "basisse".
5. Herhaal met al die moontlike indikatore (behalwe die uie, vanilla essens en koeksoda)
6. Skink versigtig 5 ml suur in al die bekere op die basis bladsy. Skryf neer wat jy waarneem.
7. Skink versigtig 5 ml basis in al die bekere op die basis bladsy. Skryf neer wat jy waarneem.

Indien ky meer as een suur of basis het sal die stappe herhaal moet word om vars indikator monsters vir die tweede suur of basis te verkry. Jy kan ook minder van die gevormde gekleurde oplossing vir elkeen van die toetse gebruik.

8. Neem waar hoe uie en vanilla essens ruik. Plaas 'n klein stukkie ui in 'n beker om 'n suur te toets. Skink 5 ml suur in die beker. Waai met jou hand oor die bek van die beker om die damp na jou neus te waai. Wat neem jy waar in verband met die reuk van die ui? Herhaal die toets met vanilla essens.
9. Plaas 'n klein stukkie van 'n ui in 'n beker om met 'n basis te toets. Skink 5 ml basis in die beker. Waai met jou hand oor die bek van die beker om die damp na jou neus te waai. Wat neem jy waar in verband met die reuk van die ui? Herhaal die toets met vanilla essens.
10. Plaas finaal 'n teelepels koeksoda in 'n beker. Skink versigtig 5 ml suur in die beker. Skryf jou waarnemings neer. Herhaal die eksperiment met 'n basis.

Waarnemings:

Verbinding	Kleur	Resultate met suur	Resultate met basis
Rooi kool			
Beet			
Bessies			
Kerriepoeier			
Tee			
Rooi duiwe			
Uie			
Vanilla essens			
Koeksoda			

Jy sal waarneem dat sommige van die stowwe van kleur verander in die teenwoordigheid van of 'n suur of 'n basis. Die koeksoda borrel of skuim wanneer die suur-oplossing bygevoeg word, maar geen reaksie word waargeneem wanneer die basis bygevoeg word nie. Vanilla essens en uie behoort hul kenmerkende reuk te verloor in 'n basis.

Ons gaan ou na drie spesifieke suur-basisreaksies kyk. In elkeen van die tipes suur-basisreaksies bly die suur dieselfde maar die tipe basis verander. Ons gaan kyk na die tipe produkte wat vorm wanneer die suur met elkeen van die basisse reageer en hoe die algemene reaksie lyk.

FEIT

Vanilla en uie is bekend as olfaktoriese (reuk) indikators. Olfaktoriese indikators verloor hul karakteristieke reuk wanneer dit met sure of basisse gemeng word.

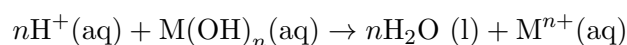
Suur en metaalhidroksied

ESE6Z

Wanneer 'n suur met 'n metaalhidroksied reageer word *sout en water* gevorm. Ons het dit reeds vinnig uitgelig. Sommige voorbeelde is:

- $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{NaCl (aq)}$
- $2\text{HBr (aq)} + \text{Mg(OH)}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O (l)} + \text{MgBr}_2(\text{aq})$
- $3\text{HCl (aq)} + \text{Al(OH)}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O (l)} + \text{AlCl}_3(\text{aq})$

Ons kan 'n algemene reaksievergelyking vir die tipe reaksie soos volg skryf



Waar n die groepnommer van die metaal en M die metaal is.

Oefening 13 – 3:

1. Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie tussen HNO_3 en KOH .

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [27FQ](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

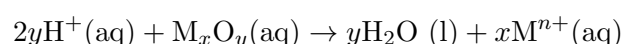
Suur en metaaloksied

ESE72

Wanneer 'n suur met 'n metaaloksied reageer word 'n *sout en water* ook gevorm. 'n Paar voorbeelde is:

- $2\text{HCl (aq)} + \text{Na}_2\text{O (aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + 2\text{NaCl}$
- $2\text{HBr (aq)} + \text{MgO} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{MgBr}_2(\text{aq})$
- $\text{HCl (aq)} + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O (l)} + 2\text{AlCl}_3(\text{aq})$

Wons kan die algemene reaksievergelyking vir die reaksie tussen 'n metaaloksied en 'n suur soos volg skryf:



Waar n idie groepnommer van die metaal is. Die x en y verteenwoordig die verhouding waartoe die metaal met die oksied kombineer, en hang af van die valensie van die metaal.

Oefening 13 – 4:

1. Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie tussen HBr en K_2O .

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [27FR](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Suur en metaalkarbonaat

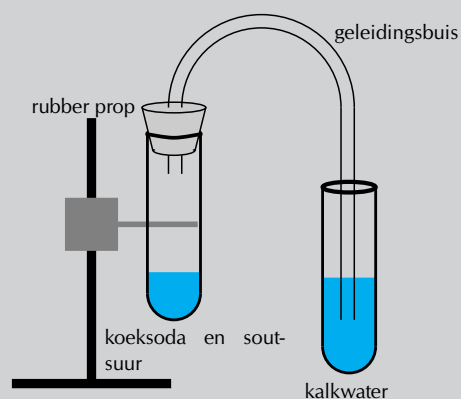
ESE73

Algemene eksperiment: Die reaksie van sure met karbonate.

Apparaat en materiaal:

- Klein hoeveelhede koeksoda (natriumbikarbonaat)
- soutsuur (verdun) en asyn
- retortstaander
- twee proefbuis
- een rubber prop vir die proefbuis
- geleidingsbuis
- helder kalkwater (kalsiumhidroksied in water)

Die eksperiment word opgestel soos hieronder aangetoon.



Metode:

1. Druk die geleidingsbuis versigtig deur die rubberprop.
2. Skink helder kalkwater in een van die proefbuis.
3. Skink versigtig 'n klein hoeveelheid soutsuur in die ander proefbuis.
4. Voeg 'n klein hoeveelheid natriumkarbonaat by die suur en seël die proefbuis met die rubberprop. Plaas die ander punt van die geleidingsbuis in die proefbuis wat die helder kalkwater bevat.
5. Neem waar wat gebeur met die kleur van die kalkwater.
6. Herhaal die bostaande stappe maag gebruik die keer asyn.

Waarnemings:

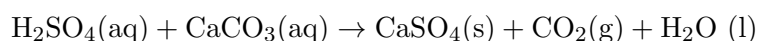
Die helder kalkwater kleur melkerig wat beteken dat koolstofdioksied gevorm het. Jy kan dit moontlik nie sien met die soutsuur nie aangesien die reaksie te vinnig plaasvind.

Wanneer 'n suur met 'n metaalkarbonaat reageer vorm 'n *sout*, *koolstofdioksied* en *water*. Bestudeer die volgende voorbeelde:

- Salpetersuur reageer met natriumkarbonaat om natriumnitraat, koolstofdioksied en water te vorm.



- Swaelsuur reageer met kalsiumkarbonaat om kalsiumsulfaat, koolstofdioksied en water te vorm.



- Soutsuur reageer met kalsiumkarbonaat om kalsiumchloried, koolstofdioksied en water te vorm.



Oefening 13 – 5:

1. Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie tussen HCl en K_2CO_3 .

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [27FS](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Deur gebruik te maak van dit wat ons in verband met sure geleer het kan ons nou kyk na die bereiding van sommige soute.

Algemene eksperiment: Vervaardiging van soute

Doel:

Die vervaardiging van soute deur gebruik te maak van suur-basis reaksies.

Materiale:

- soutsuur ($1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), swaelsuur(verdun), natriumhidroksied, koper(II)oksied, kalsiumkarbonaat
- bekere, skaal/balans, tregeters, filtreerpapier, bunsenbrander, maatsilinder

Metode:

WAARSKUWING!

Gebruik handskoene en veiligheidsbrille wanneer daar met swaelsuur gewerk word. Werk in 'n goed geventilerde kamer.

Doel 1

1. Meet 20 ml soutsuur af in 'n beker.
2. Meet 20 ml natriumhidroksied af en voeg dit versigtig in die beker met die soutsuur.
3. Verhit die oplossing wat vorm versigtig tot al die water verdamp het. Jy behoort 'n wit poeier oor te hê.

Doel 2

1. Voeg versigtig 25 ml swaelsuur in 'n skoon beker.
2. Voeg 'n klein hoeveelheid (van ongeveer 0,5 g) koper(II)oksied in die beker wat die swaelsuur bevat. Roer die oplossing
3. Na al die koper(II)oksied opgelos het, voeg ons nog 'n klein hoeveelheid koper(II)oksied by. Herhaal die stap tot geen verdere oplossing van vastestof voorkom nie en daar 'n klein hoeveelheid onopgeloste vastestof oorbly.
4. Filtreer die oplossing en gooi die filtreerpapier weg.
5. Verhit die filtraat versigtig. Jy behoort 'n klein hoeveelheid vastestof te verkry.

Doel 3

1. Meet 20 ml soutsuur in 'n nuwe beker.
2. Voeg 'n klein hoeveelheid (ongeveer 0,5 g) kalsiumkarbonaat in die beker wat die soutsuur bevat. Roer die oplossing.
3. Na al die kalsiumkarbonaat opgelos het, voeg ons nog 'n klein hoeveelheid kalsiumkarbonaat by. Herhaal die stap tot geen verdere oplossing van vastestof voorkom nie en daar 'n klein hoeveelheid onopgeloste vastestof oorbly.
4. Filtreer die oplossing en gooi die filtreerpapier weg.
5. Verhit die filtraat versigtig. Jy behoort 'n klein hoeveelheid vastestof te verkry.

Waarnemings:

In die eerste reaksie (hidrochloried met natrium hidroksied) was die mengsel helder. As die mengsel verhit word, is 'n klein hoeveelheid wit poeier sigbaar. Hierdie poeier is natriumchloried.

In die tweede reaksie (swaelsuur met koper(II)oksied) was die mengsel blou van kleur. As hierdie mengsel verhit word is 'n klein hoeveelheid wit poeier sigbaar. Hierdie poeier is kopersulfaat.

In die derde reaksie (soutsuur met kalsiumkarbonaat) was die mengsel helder. As hierdie mengsel verhit word is 'n klein hoeveelheid wit poeier sigbaar. Hierdie poeier is kalsiumsulfaat.

Probeer die reaksie vergelykings neerskryf van die drie bogenoemde reaksies.

Gevolgtrekking:

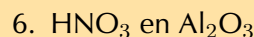
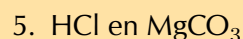
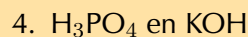
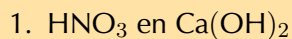
Ons gebruik suur-basis reaksies om verskillende soute te vorm.

WENK

Jy kan dit as volg onthou: oksidasie en verloor (van elektrone) albei 'n "o" in het, end reduksie en die bykry (van elektrone) albei 'n "r" in het.

Oefening 13 – 6: Sure en basisse

Vir elk van die volgende reagense beskryf watter tipe suur-basis-reaksie die paar van die reaktante ondergaan en skryf die gebalanseerde reaksievergelyking.



Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27FT 2. 27FV 3. 27FW 4. 27FX 5. 27FY 6. 27FZ



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

13.3 Redoksreaksies

ESE74

As jy 'n stukkie geroesde metaal sien, is dit die eind resultaat van 'n redoksreaksie (yster en suurstof vorm ysteroksied).



As sekere reaksies gebeur, vind daar uitruiling van elektrone plaas. Dit is die uitruiling van elektrone wat lei tot die verandering in lading wat ons gesien het in graad 10 (hoofstuk 18, reaksies in wateroplossings). Wanneer 'n atoom elektrone bykry word dit meer negatief en wanneer dit elektrone verloor, word dit meer positief.

Oksidasie is die *verlies* van elektrone vanaf 'n atoom, terwyl **reduksie** die *bykry* van elektrone by 'n atoom is. In 'n reaksie gebeur hierdie twee prosesse saam sodat een element of verbinding elektrone bykry, terwyl 'n ander element of verbinding elektrone verloor. Dis hoekom ons dit 'n redoksreaksie noem. Dis 'n verkorte manier om reduksie-oksidasie te sê!

DEFINISIE: Oksidasie

Oksidasie is die *verlies* van elektrone by 'n molekule, atoom of ioon.

DEFINISIE: Reduksie

Reduksie is die *bykry* van elektrone by 'n molekule, atoom of ioon.

Voor ons na redoksreaksies kyk moet ons eers leer hoe om te kan sien dat dit 'n redoks reaksie is. In graad 10 het jy geleer dat 'n redoksreaksie te doen het met die verandering in lading op 'n atoom. Nou gaan ons kyk hoekom die verandering in lading gebeur.

Jy sal oplet dat sommige elemente altyd dieselfde oksidasiegetal het, terwyl ander elemente se oksidasiegetalle kan verander afhangende van die verbinding waarin hulle is.

Deur elemente 'n oksidasiegetal te gee, is dit moontlik om te bepaal of die element elektrone verloor of bykry gedurende die chemiese reaksie. Hierdie verloorde elektrone in een gedeelte van die reaksie moet balanseer met die toename van elektrone in 'n ander gedeelte van die reaksie.

DEFINISIE: *Oksidasiegetal*

Oksidasiegetal is die lading 'n atoom moet hê as dit in 'n samestelling met ione was.

Die reëls wat jy moet weet aangaande oksidasiegetalle is hieronder gelys.

1. 'n Molekule met slegs een element het altyd 'n oksidasiegetal van nul, omdat dit neutraal is.
Byvoorbeeld, die oksidasiegetal van waterstof in H_2 is 0. Die oksidasiegetal van broom in Br_2 is ook 0.
2. Mono-atomiese ione (ione met slegs een element of atoom) het 'n oksidasiegetal wat gelyk is aan die lading op die ioon.
Byvoorbeeld, die chloried-ioon Cl^- het 'n oksidasiegetal van -1 en die magnesium-ioon Mg^{2+} het 'n oksidasiegetal van $+2$.
3. In 'n molekule of verbinding sal die som van die oksidasiegetalle van al die elemente in die molekule of verbinding nul wees.
Die som van die oksidasiegetalle van die elemente in water sal byvoorbeeld 0 wees.
4. In 'n poli-atomiese ioon is die som van die oksidasie nommers gelyk aan die lading.
Die som van die oksidasiegetalle vir die elemente in die sulfaat-ioon (SO_4^{2-}) sal byvoorbeeld -2 wees.
5. 'n Suurstofatoom het gewoonlik 'n oksidasiegetal van -2 . Een uitsondering is in peroksiede (byvoorbeeld waterstofperoksied) waar suurstof 'n oksidasiegetal van -1 het.
Suurstof in water het byvoorbeeld 'n oksidasiegetal van -2 , terwyl dit in waterstofperoksied (H_2O_2) 'n oksidasiegetal van -1 het.
6. Die oksidasiegetal van waterstof is dikwels $+1$. Een uitsondering is in die metaalhidriede, waar die oksidasiegetal -1 is.
Die oksidasiegetal van die waterstofatoom in water is byvoorbeeld $+1$, terwyl die oksidasiegetal van waterstof in litiumhidried (LiH) is -1 .
7. Die oksidasiegetal van fluoor is -1 .

Uitgewerkte voorbeeld 1: Oksidasiegetalle

VRAAG

Gee die oksidasiegetal van swael in 'n sulfaat (SO_4^{2-}) ioon

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die oksidasiegetal vir elke atoom

Suurstof sal 'n oksidasiegetal van -2 hê. (Reël 5, hierdie is nie 'n peroksied nie.) Die oksidasiegetal van swael is op hierdie stadium nog onseker aangesien swael nie 'n vaste oksidasiegetal het nie.

Stap 2: Bepaal die oksidasiegetal van swael deur gebruik te maak van die feit dat die oksidasiegetalle van atome moet optel om die lading van die verbinding te gee.

In die poli-atomiese SO_4^{2-} ioon moet die som van die oksidasiegetalle -2 wees (reël 4).

Laat die oksidasiegetal van swael x wees. Ons weet dat suurstof 'n oksidasiegetal van -2 het, en aangesien daar vier suurstofatome in die sulfaat-ioon is, is die som van die oksidasiegetalle van hierdie vier suurstofatome -8 .

Saamgevat gee hierdie:

$$\begin{aligned}x + (-8) &= -2 \\x &= -2 + 8 \\&= +6\end{aligned}$$

Dus is die oksidasiegetal van swael $+6$.

Stap 3: Skryf die finale antwoord neer

In die sulfaat-ioon is die oksidasiegetal van die swael $+6$.

Uitgewerkte voorbeeld 2: Oksidasiegetalle

VRAAG

Gee die oksidasiegetalle van beide elemente in ammoniak (NH_3).

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die oksidasiegetal vir elke atoom

Waterstof sal 'n oksidasiegetal van $+1$ hê (reël 6, ammoniak is nie 'n metaalhidried nie). Op hierdie stadium weet ons nog nie wat die oksidasiegetal van stikstof is nie.

Stap 2: Bepaal die oksidasiegetal van stikstof deur gebruik te maak van die feit dat die oksidasiegetalle van atome moet optel om die lading van die verbinding te gee.

In die verbinding NH_3 , moet die som van die oksidasiegetalle 0 wees (reël 3).

Laat die oksidasiegetal van stikstof x wees. Ons weet dat waterstof 'n oksidasiegetal van $+1$ het, en aangesien daar drie waterstofatome in die ammoniakmolekule is, is die som van die oksidasiegetalle van hierdie drie waterstofatome $+3$.

Saamgevat gee hierdie:

$$\begin{aligned}x + (+3) &= 0 \\ &= -3\end{aligned}$$

Dus is die oksidasiegetal van stikstof -3 .

Stap 3: Skryf die finale antwoord neer

Waterstof het 'n oksidasiegetal van $+1$ en stikstof het 'n oksidasiegetal van -3 .

Uitgewerkte voorbeeld 3: Oksidasiegetalle

VRAAG

Gee die oksidasiegetalle van al die atome in natriumchloried (NaCl).

OPLOSSING

Stap 1: Bepaal die oksidasiegetal vir elke atoom

Hierdie is 'n ioniese verbinding wat bestaan uit Na^+ - en Cl^- -ione. Deur reël 2 te gebruik is die oksidasiegetal van die natrium-ioon $+1$, en vir die chloor-ioon is dit -1 .

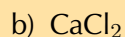
Hierdie gee ons dan 'n som van 0 vir die verbinding.

Stap 2: Skryf die finale antwoord neer

Die oksidasiegetalle vir natrium is $+1$, en vir chloor is dit -1 .

Oefening 13 – 7: Oksidasiegetalle

1. Gee die oksidasiegetalle van elkeen van die elemente in die volgende chemiese verbindings:



2. Vergelyk die oksidasiegetalle van:

WENK

Die woord spesie word in chemie gebruik om 'n verbinding, 'n ioon, 'n atoom, of 'n element aan te dui.

a) stikstof in:
 NO_2 en NO
b) koolstof in:
 CO_2 en CO

c) chroom in:
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en CrO_4^-
d) suurstof in:
 H_2O en H_2O_2

e) waterstof in:
 NaH en H_2O

3. Gee die oksidasiegetalle van elkeen van die elemente in al die verbindings. Dui aan of daar enige verskil is tussen die oksidasiegetal van die element in die reagens en die element in die produk.

a) $\text{C (s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
b) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27G2](#) 1b. [27G3](#) 1c. [27G4](#) 1d. [27G5](#) 2a. [27G6](#) 2b. [27G7](#)
2c. [27G8](#) 2d. [27G9](#) 2e. [27GB](#) 3a. [27GC](#) 3b. [27GD](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Redoksreaksies

ESE76

Nou dat ons weet hoe om die oksidasiegetal van 'n verbinding te bepaal gaan ons kyk na hoe om hierdie kennis in reaksies toe te pas.

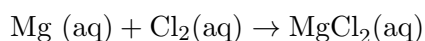
Oksidasie en reduksie

Deur te kyk hoe die oksidasiegetal van 'n element verander tydens 'n reaksie kan ons maklik sien of die element **geoksideer** word (elektrone verloor) of **gereduseer** word (elektrone bygekry).

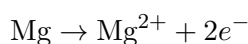
As die oksidasiegetal van 'n spesie meer positief word, is die spesie **geoksideer**, en as die oksidasiegetal van 'n spesie meer negatief word, is die spesie **gereduseer**.

Ons sal die reaksie van magnesium met chloor as 'n voorbeeld gebruik.

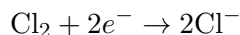
Die chemiese vergelyking vir hierdie reaksie is:



As 'n *reagens*, het magnesium 'n oksidasiegetal van zero, maar as deel van die *produk* magnesiumchloried, het hierdie element 'n oksidasiegetal van +2. Magnesium het twee elektrone *verloor* en is dus **geoksideer** (let op hoe die oksidasiegetal meer positief word). Ons kan hierdie as 'n **halfreaksie** skryf. Die halfreaksie vir hierdie verandering is:



As 'n *reagens*, het chloor 'n oksidasiegetal van zero, maar as deel van die *produk* magnesiumchloried het hierdie element 'n oksidasiegetal van -1 . Elke chlooratoom het 'n elektron *bygekry*, en hierdie element is dus *gereduseer* (let op hoe die oksidasiegetal meer negatief word). Die halfreaksie vir hierdie verandering is:



DEFINISIE: *Halfreaksie*

'n Halfreaksie is òf die oksidasie- òf die reduksiegedeelte van die redoksreaksie.

In die twee halfreaksies van 'n redoksreaksie is die aantal elektrone wat geskenk is presies dieselfde as die aantal elektrone wat ontvang is. Ons gaan hierdie beginsel gebruik om ons te help om redoksreaksies te balanseer.

Twee verdere terme wat ons in redoksreaksies gebruik en wat jy mag teëkom is redu-seermiddels en oksideermiddels.

'n Element wat **geoksideer** is, word 'n **reduseermiddel** genoem, terwyl 'n element wat **gereduseer** is, 'n **oksideermiddel** genoem word.

Jy kan hierdie onthou deur daaraan te dink dat wanneer 'n verbinding geoksideer word, veroorsaak dit dat die ander verbinding gereduseer word (die elektrone moet iewers heen gaan, en hulle gaan na die verbinding wat gereduseer word).

Redoksreaksies

DEFINISIE: *Redoksreaksie*

'n Redoksreaksie is een wat oksidasie en reduksie behels, en waar daar altyd 'n verandering is in die oksidasiegetalle van die betrokke elemente.

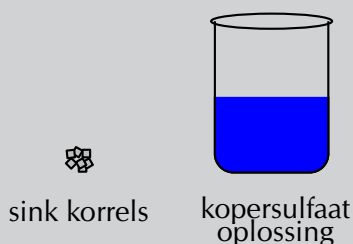
Informele eksperiment: Redoksreaksie - verplasingsreaksie

Doel:

Om die redoksreaksie tussen kopersulfaat en sink te ondersoek.

Materiale:

- 'n Paar korrels sink
- 15 ml koper(II)sulfaatoplossing (blou kleur)
- glasbeker



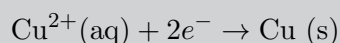
Metode:

Voeg die sinkkorrels by die kopersulfaatoplossing en neem waar wat gebeur. Wat gebeur met die sinkkorrels? Wat gebeur met die kleur van die oplossing?

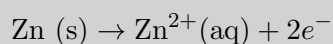
Resultate:

- Die sink word oordek met 'n lagie wat soos koper lyk.
- Die kopersulfaatoplossing word helderder.

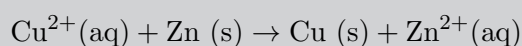
Cu^{2+} ione van die CuSO_4 oplossing is **gereduseer** om kopermetaal te vorm. Dit is wat jy op die sinkkorrels gesien het. Die reduksie van die koper-ione (met ander woorde, hulle verwydering vanuit die kopersulfaatoplossing), verklaar ook die kleurverandering van die oplossing (koper-ione in oplossing is blou). Die vergelyking vir hierdie reaksie is:



Sink is **geoksideer** om Zn^{2+} -ione te vorm, wat 'n helder oplossing gee. Die vergelyking vir hierdie reaksie is:



Die volle reaksie is:

**Gevolgtrekking:**

'n Redoksreaksie het plaasgevind. Cu^{2+} -ione is gereduseer en die sink is geoksideer. Hierdie is 'n verplasingsreaksie aangesien die sink die koper-ione vervang om sinksulfaat te vorm.

Informele eksperiment: Redoksreaksie - sintesereaksie**Doel:**

Om die redoksreaksie wat plaasvind wanneer magnesium in lug gebrand word te ondersoek.

Materiale:

'n Stuk magnesiumlint; bunsenbrander; tang; glasbeker.

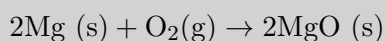
Metode:**WAARSKUWING!****Moenie direk na die vlam kyk nie**

1. Steek die bunsenbrander aan en gebruik die tang om die magnesiumlint in die vlam te hou.
2. Hou die brandende stuk magnesium oor die beker. Wat neem jy waar?

Resultate:

Die magnesium brand met 'n helder wit vlam. Wanneer die magnesium oor 'n beker gehou word, word 'n fyn poeier in die beker waargeneem. Hierdie is magnesiumoksied.

Die volle reaksie is:

**Gevolgtrekking:**

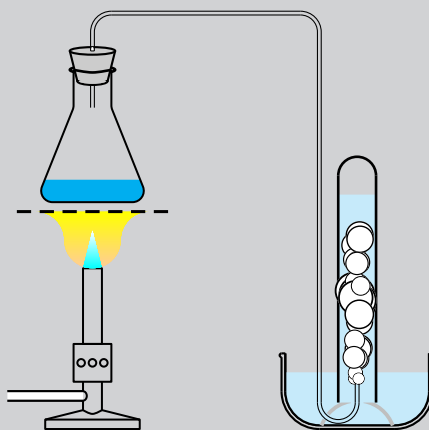
'n Redoksreaksie het plaasgevind. Magnesium is geoksideer en die suurstof is gereduseer. Hierdie is 'n sintesereaksie, aangesien ons magnesiumoksied vanuit magnesium en suurstof gemaak het.

Informele eksperiment: Redoksreaksie - ontbindingsreaksie**Doel:**

Om die ontbinding van waterstofperoksied te ondersoek.

Materiale:

Verdunde waterstofperoksied (omtrek 3%); mangaandioksied; proefbuis; 'n waterbakkie; stopper en glasleweringsbuis, bunsenbrander



WAARSKUWING!

Waterstofperoksied kan chemiese brande veroorsaak. Werk baie versigtig daarmee.

Metode:

1. Plaas 'n klein hoeveelheid (omtrent 5 mL) waterstofperoksied in 'n proefbuis.
2. Stel die apparaat op soos hierbo aangedui.
3. Voeg baie versigtig 'n klein hoeveelheid (omtrent 0,5 g) mangaandioksied by die proefbuis wat waterstofperoksied bevat.

Resultate:

Jy behoort gas waar te neem wat in die tweede proefbuis opborrel. Hierdie reaksie gebeur redelik vinnig.

Die volle reaksie is:



Gevolgtrekking:

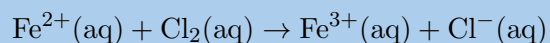
'n Redoksreaksie het plaasgevind. H_2O_2 is beide gereduseer en geoksideer in hierdie ontbindingsreaksie.

► Sien video: [27GF](https://www.everythingscience.co.za) op www.everythingscience.co.za

Deur gebruik te maak van wat ons geleer het van oksidasiegetalle en redoksreaksies kan ons redoksreaksies balanseer op dieselfde manier as wat jy geleer het om ander reaksies te balanseer. Die volgende uitgewerkte voorbeelde sal jou wys hoe om dit te doen.

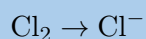
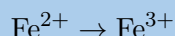
VRAAG

Balanseer die volgende redoksreaksie:



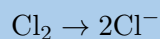
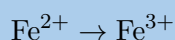
OPLOSSING

Stap 1: Skryf 'n reaksie vir elke verbinding neer



Stap 2: Balanseer die atome aan elke kant van die pyl

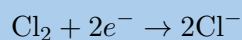
Ons maak seker dat die atome aan elke kant van die pyl gebalanseerd is:



Stap 3: Voeg elektrone by om die ladings te balanseer

Ons voeg nou elektrone by elke reaksie by sodat die ladings balanseer.

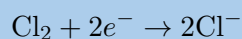
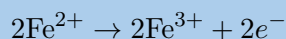
Ons voeg die elektrone by aan die kant met die groter positiewe lading.



Stap 4: Balanseer die aantal elektrone

Ons maak seker dat die aantal elektrone in beide reaksies dieselfde is.

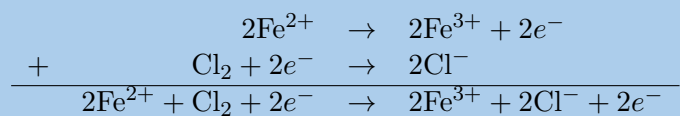
Die reaksie vir yster het een elektron, maar die reaksie vir chloor het twee elektrone. Dus moet ons die reaksie vir yster met 2 vermenigvuldig om seker te maak dat die ladings balanseer.



Ons het nou die twee halfreaksies vir hierdie redoksreaksie.

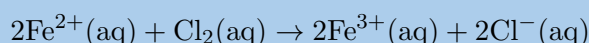
Die reaksie vir yster is die oksidasie-halfreaksie, aangesien yster meer positief word (elektrone verloor). Die reaksie vir chloor is die reduksie-halfreaksie, aangesien chloor meer negatief word (elektrone bykry).

Stap 5: Kombineer die twee halfreaksies



Stap 6: Skryf die finale antwoord neer

Die uitkansellering van die elektrone lewer:



Let daarop dat ons die koëffisiënte voor die yster-ione los, aangesien die lading aan die linkerkant dieselfde as aan die regterkant van die redoksreaksie moet wees.

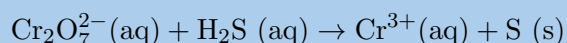
In die voorbeeld hierbo het ons nie nodig gehad om te weet of die reaksie in 'n suur- of basiese medium (oplossing) plaasvind nie. As daar egter waterstof of suurstof in die reaktante en nie in die produkte is nie (of as daar waterstof of suurstof in die produkte maar nie in die reagense is nie), moet ons weet in watter medium die reaksie plaasvind. Dit sal ons help om die redoksreaksie te balanseer.

As die redoksreaksie in 'n **suur**medium plaasvind, dan kan ons watermolekules aan enige kant van die reaksievergelyking toevoeg om die aantal suurstofatome te laat balanseer. Ons kan ook waterstof-ione byvoeg om die aantal waterstofatome te balanseer. Ons doen dit omdat ons die netto ioonvergelyking vir redoksreaksies neerskryf (wat slegs die ione wat betrokke is wys, en dikwels net die ione wat die elemente bevat wat van oksidasiegetal verander), en nie die netto reaksievergelyking (wat al die verbindings toon wat in die reaksie betrokke is) nie. As 'n Brønstedsuur in water opgelos is, sal daar vrye waterstof-ione in die oplossing wees.

As die redoksreaksie in 'n **basiese** medium plaasvind, dan kan ons watermolekules aan enige kant van die reaksievergelyking toevoeg om die aantal suurstofatome te laat balanseer. Ons kan ook hidroksied-ione (OH^{-}) byvoeg om die aantal waterstofatome te balanseer. Ons doen dit omdat ons die netto ioonvergelyking vir redoksreaksies neerskryf (wat slegs die ione wat betrokke is wys, en dikwels net die ione wat die elemente bevat wat van oksidasiegetal verander), en nie die netto reaksievergelyking (wat al die verbindings toon wat in die reaksie betrokke is) nie. As 'n Brønsted-basis in water opgelos is, sal daar vrye hidroksied-ione in die oplossing wees.

VRAAG

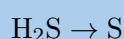
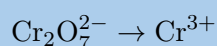
Balanseer die volgende redoksreaksie:



Die reaksie vind in 'n suurmedium plaas.

OPLOSSING

Stap 1: Skryf 'n reaksie vir elke verbinding neer



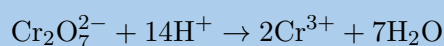
Stap 2: Balanseer die atome aan elke kant van die pyl

Ons maak seker dat die atome aan elke kant van die pyl gebalanseerd is:

In die eerste reaksie het ons 2 chroomatome en 7 suurstofatome aan die linkerkant. Aan die regterkant het ons 1 chroomatome en geen suurstofatome. Aangesien ons in 'n suurmedium werk, kan ons water aan die regterkant byvoeg om die aantal suurstofatome te balanseer. Ons vermenigvuldig ook die chroomatome aan die regterkant met 2 om die aantal chroomatome te laat balanseer.

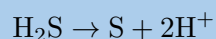


Ons het nou waterstofatome aan die regterkant, maar nie aan die linkerkant nie, so ons moet nou 14 waterstof-ione by die linkerkant byvoeg (ons mag dit doen aangesien die reaksie in 'n suurmedium is):



Ons gebruik nie water om die waterstowwe te laat balanseer nie, aangesien dit sal veroorsaak dat die aantal suurstofatome ongebalanseerd is.

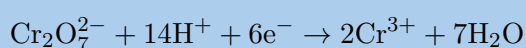
Vir die tweede deel van die reaksie het ons nodig om 2 waterstof-ione by die regterkant by te voeg om die aantal waterstowwe te laat balanseer:

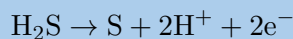


Stap 3: Voeg elektrone by om die ladings te balanseer

Ons voeg nou elektrone by elke reaksie by sodat die ladings balanseer.

Ons voeg die elektrone by aan die kant met die groter positiewe lading.

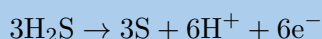
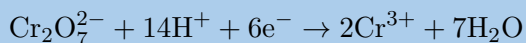




Stap 4: Balanseer die aantal elektrone

Ons maak seker dat die aantal elektrone in beide reaksies dieselfde is.

Die reaksie vir chroom het 6 elektrone, terwyl die reaksie vir swael 2 elektrone het. Ons moet dus die reaksie vir swael met 3 vermenigvuldig om te verseker dat die ladings balanseer.

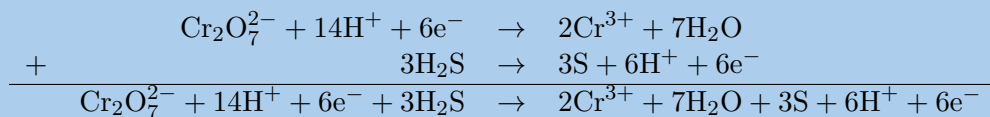


Ons het nou die twee halfreaksies vir hierdie redoksreaksie.

Die reaksie wat swael insluit is die oksidasiehalfreaksie, aangesien swael meer positief word (dit verloor elektrone). Die reaksie vir chroom is die reduksiehalfreaksie, aangesien chroom meer negatief word (dit kry elektrone by).

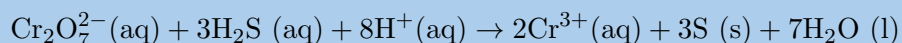
Stap 5: Kombineer die twee halfreaksies

Ons kombineer die twee halfreaksies



Stap 6: Skryf die finale antwoord neer

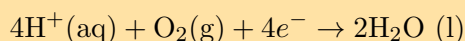
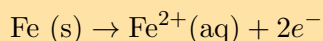
Die uitkansellering van die elektrone en watersof-ione lewer:



In Graad 12 sal ons elektrochemiese reaksies bestudeer, en kyk na die rol wat elektro-noordrag in hierdie soort reaksies speel.

Oefening 13 – 8: Redoksreaksies

1. Beskou die volgende chemiese vergelykings:



Watter een van die volgende stellings is korrek?

- a) Fe is geoksideer en H^+ is gereduseer
- b) Fe is gereduseer en O_2 is geoksideer
- c) Fe is geoksideer en O_2 is gereduseer
- d) Fe is gereduseer en H^+ is geoksideer

(DoE Graad 11 Vraestel 2, 2007)

2. Watter een van die volgende is 'n redoksreaksie?

- a) $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$
- b) $AgNO_3(aq) + NaI(aq) \rightarrow AgI(s) + NaNO_3(aq)$
- c) $FeCl_3(aq) + 2H_2O(l) + SO_2(aq) \rightarrow H_2SO_4(aq) + 2HCl(aq) + 2FeCl_2(aq)$
- d) $BaCl_2(aq) + MgSO_4(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + BaSO_4(aq)$

3. Balanseer die volgende redoksreaksies:

- a) $Zn(s) + Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Ag(s)$
- b) $Cu^{2+}(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow Cu(s) + Cl_2(g)$
- c) $Pb^{2+}(aq) + Br^-(aq) \rightarrow Pb(s) + Br_2(aq)$
- d) $HCl(aq) + MnO_2(s) \rightarrow Cl_2(g) + Mn^{2+}(aq)$

Die reaksie vind in 'n suurmedium plaas.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. [27GG](#) 2. [27GH](#) 3a. [27GJ](#) 3b. [27GK](#) 3c. [27GM](#) 3d. [27GN](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

13.4 Opsomming

ESE77

► Sien aanbieding: [27GP](#) op www.everythingscience.co.za

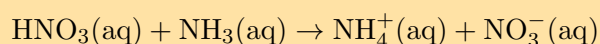
- Daar is baie verskillende **tipes reaksies** wat kan plaasvind. Hierdie sluit in suur-basis en redoksreaksies.
- Die **Arrhenius** definisie van sure en basisse definieer 'n suur as 'n stof wat die konsentrasie van hidronium-ione in 'n oplossing (H_3O^+) verhoog. 'n Basis is 'n stof wat die konsentrasie van hidroksied-ione in 'n oplossing (OH^-) verhoog. Hierdie beskrywing is egter net van toepassing op stowwe wat in water is.
- Die **Brønsted-Lowry** model definieer sure en basisse in terme van hul vermoë om protone te skenk of te ontvang.
- 'n Brønsted-Lowry **suur** is 'n stof wat protone afstaan (waterstofkatione H^+), en word daarom 'n **proton donor** genoem.

- 'n Brønsted-Lowry **basis** is 'n stof wat protone opneem (waterstofkation H^+), en word daarom 'n **proton akseptor** genoem.
- 'n **Amfoteriese** stof is een wat òf as 'n suur òf as 'n basis kan optree. Water (H_2O) is 'n voorbeeld van 'n amfiprotiese stof.
- 'n **Amfiprotiese stof** is een wat kan reageer as òf 'n protonskenker (Brønsted-Lowry suur) òf as protonontvanger (Brønsted-Lowry basis). HCO_3^- en HSO_4^- is voorbeelde van amfiprotiese stowwe.
- 'n **Gekonjugeerde suur-basispaar** verwys na twee verbindings in 'n reaksie (een reagens en een produk) wat transformeer of verander na 'n ander verbinding deur die wins of verlies van 'n proton.
- Die reaksie tussen 'n suur en 'n basis is 'n **neutralisasie** reaksie.
- Sure en basisse word huishoudelik gebruik (byvoorbeeld kalsiumkarbonaat om suur grond te behandel), in biologie (byvoorbeeld in teensuurmiddels vir maagswete), en in die industrie (byvoorbeeld vir die absorbering van skadelike SO_2 gasse).
- Indikators is chemiese verbindings wat van kleur verander afhangende van of hulle in 'n suur of 'n basis is.
- Wanneer 'n suur met 'n metaalhidroksied reageer word 'n **sout** en water gevorm. Die sout bestaan uit 'n kation van die basis, en 'n anioon van die suur. 'n Voorbeeld van 'n sout is kaliumchloried (KCl), wat die produk is van 'n reaksie tussen kaliumhidroksied (KOH) en soutsuur (HCl).
- Wanneer 'n suur met 'n metaaloksied reageer word 'n sout en water gevorm. 'n Voorbeeld is die reaksie tussen magnesiumoksied (MgO) en soutsuur (HCl).
- Wanneer 'n suur met 'n metaalkarbonaat reageer, word 'n sout, water en koolstofdoksied gevorm. 'n Voorbeeld is die reaksie tussen kalsiumkarbonaat ($CaCO_3$) en soutsuur (HCl).
- **Oksidasie** is die verlies van elektrone deur 'n molekule, atoom of ioon.
- **Reduksie** is die aanwins van elektrone deur 'n molekule, atoom of ioon.
- 'n **Redoksreaksie** is een wat oksidasie en reduksie behels, en waar daar altyd 'n verandering is in die oksidasiegetalle van die elemente wat betrokke is. Redoksreaksies behels die oordrag van elektrone vanaf een verbinding na 'n ander.
- 'n **Oksidasiegetal** is die lading wat 'n atoom sou hê indien dit in 'n verbinding wat uit ione bestaan sou wees.
- As die oksidasiegetal van 'n spesie meer positief word, is die spesie geoksideer, en as die oksidasiegetal van die spesie meer negatief word, is die spesie gereduseer.
- 'n Halfreaksie is òf die oksidasie òf die reduksiegedeelte van 'n redoksreaksie. In die twee halfreaksies van 'n redoksreaksie is die aantal elektrone wat geskenk word presies dieselfde as die aantal elektrone wat ontvang word.
- 'n Element wat **geoksideer** is word 'n **reduseermiddel** genoem, terwyl 'n element wat **gereduseer** is 'n **oksideermiddel** genoem word.

1. Gee een woord of term vir die volgende beskrywings:

- a) 'n Chemiese reaksie waartydens elektrone oorgedra word.
- b) 'n Stof wat protone opneem, word 'n protonontvanger (of protonakseptor) genoem.
- c) Die verlies van elektrone deur 'n molekule, atoom of ioon.
- d) 'n Stof wat òf as 'n suur òf as 'n basis kan optree.

2. Gegewe die volgende reaksie:

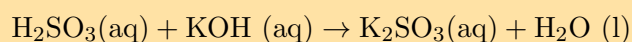


Watter van die volgende stellings is waar?

- a) HNO_3 ontvang protone en is 'n Brønsted-Lowry basis
 - b) HNO_3 ontvang protone en is 'n Brønsted-Lowry suur
 - c) NH_3 skenk protone en is 'n Brønsted-Lowry suur
 - d) HNO_3 skenk protone en is 'n Brønsted-Lowry suur
3. Wanneer chloorwater (Cl_2 opgelos in water) by 'n oplossing van kaliumbromied gevoeg word, word broom geproduseer. Watter een van die volgende stellings aangaande hierdie reaksie is korrek?
- a) Br is geoksideer
 - b) Cl_2 is geoksideer
 - c) Br^- is die oksideermiddel
 - d) Cl^- is die oksideermiddel

(IEB Vraestel 2, 2005)

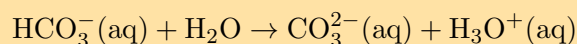
4. Gegewe die volgende reaksie:



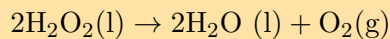
Watter stof reageer as die suur en watter stof as die basis?

- 5. Gebruik gebalanseerde chemiese vergelykings om te verduidelik hoekom HSO_4^- amfoteries is.
- 6. Magnesiamelk is 'n voorbeeld van 'n teensuurmiddel en is slegs effens in water oplosbaar. Magnesiamelk het die chemiese formule $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en word geneem as 'n poeier wat in water opgelos is. Skryf 'n gebalanseerde vergelyking neer om te toon hoe die teensuurmiddel met soutsuur (die belangrikste suur wat in die maag gevind word) reageer.
- 7. In 'n eksperiment is natriumkarbonaat gebruik om 'n soutsuuroplossing te neutraliseer. Skryf 'n gebalanseerde chemiese vergelyking vir hierdie reaksie neer.
- 8. Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie waarin fosforigsuur (H_3PO_4) met kalsiumoksied (CaO) reageer.

9. Dui die suur-basispare in die volgende vergelyking aan:



10. Beskou die volgende vergelyking:



a) Wat is die oksidasiegetal van die suurstofatoom in elk van die volgende verbindings?

- i. H_2O_2
- ii. H_2O
- iii. O_2

b) In die bostaande reaksie, tree die waterstofperoksied (H_2O_2) as 'n oksideermiddel of 'n reduseermiddel of beide op? Gee 'n rede vir jou antwoord.

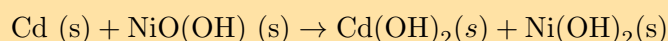
11. Gevorderde vraag: Sink reageer met waterige kopersulfaat ($\text{CuSO}_4(\text{aq})$) om sink-sulfaat ($\text{ZnSO}_4(\text{aq})$) en koper-ione te vorm. Wat is die oksidasiegetal van elke element in hierdie reaksie?

12. Balanseer die volgende redoksreaksies:

- a) $\text{Pb}(\text{s}) + \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ag}(\text{s})$
- b) $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{g})$
- c) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{NO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

Die reaksie vind in 'n suurmedium plaas.

13. 'n Nikkel-kadmiumbattery word in verskeie draagbare toestelle soos sakrekenaars gebruik. Die battery werk met behulp van 'n redoksreaksie. Die vergelyking vir die reaksie is:



Hierdie reaksie vind in 'n basiese medium plaas. Balanseer die vergelyking.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

- | | | | | | |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1a. 27GQ | 1b. 27GR | 1c. 27GS | 1d. 27GT | 2. 27GV | 3. 27GW |
| 4. 27GX | 5. 27GY | 6. 27GZ | 7. 27H2 | 8. 27H3 | 9. 27H4 |
| 10. 27H5 | 11. 27H6 | 12a. 27H7 | 12b. 27H8 | 12c. 27H9 | 13. 27HB |



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Die litosfeer

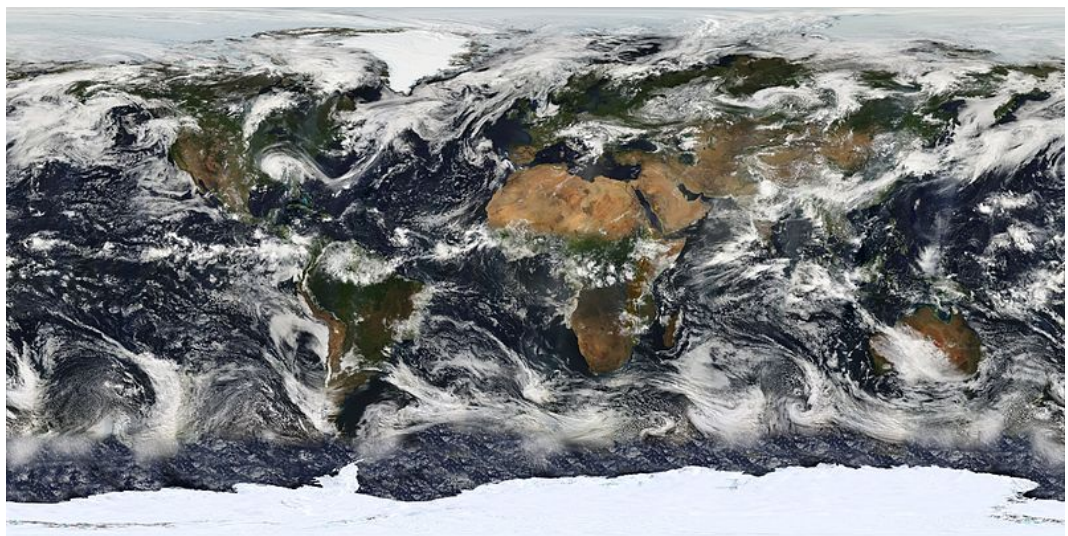
14.1	<i>Inleiding</i>	474
14.2	<i>Die litosfeer</i>	474
14.3	<i>Die mynbedryf en mineraal verwerking</i>	481
14.4	<i>Energiebronne</i>	490
14.5	<i>Opsomming</i>	491

14.1 Inleiding

ESE78

In Graad 10 het ons die elemente bestudeer. Ons het geleer van die verskillende elemente en die verbindings wat uit die elemente gemaak kan word. Waar kom al hierdie elemente vandaan? Waar het die mens dit gevind en hoe het hy dit gebruik?

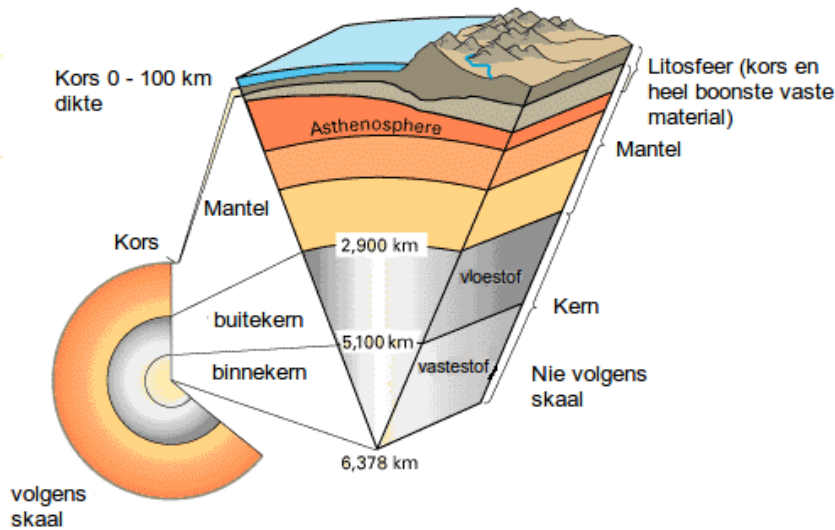
Hierdie hoofstuk sal die deel van die aarde ondersoek wat as die litosfeer bekend staan. Ons sal uitvind wat die litosfeer is en hoe die elemente in die litosfeer versprei is.



14.2 Die litosfeer

ESE79

As ons 'n deursnit van die Aarde neem, sal ons sien dat ons planeet uit 'n aantal lae bestaan, naamlik die **kern** in die middel (wat bestaan uit die binne en buitenste deel van die kern), die **mantel**, die **boonste mantel**, die **kors** en die **atmosfeer** (Figuur 14.1). Die kern bestaan hoofsaaklik uit yster. Die mantel, wat tussen die kern en die kors lê, bestaan uit gesmelte gesteentes, genoem **magma**, wat in gedurige beweging is as gevolg van konveksiestrome. Die kors is die dun, harde buitelaag wat op die magma van die mantel "dryf". Die boonste deel van die mantel en die kors maak die **litosfeer** uit (lito beteken tipe gesteentes en sfeer verwys na die vorm van die Aarde).



Figuur 14.1: 'n Deursnit van die Aarde toon die verskillende lae

DEFINISIE: *Litosfeer*

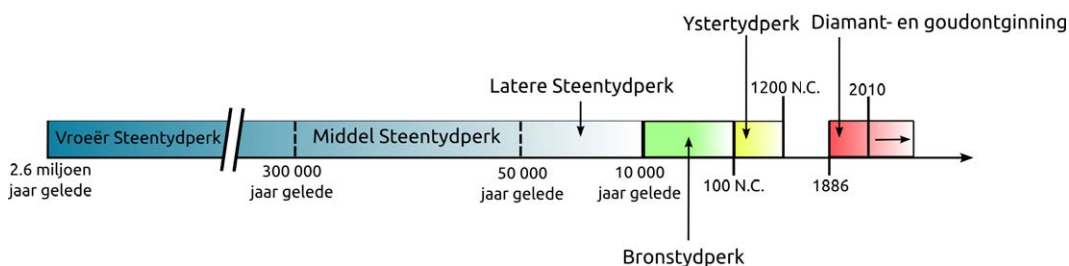
Die litosfeer is die soliede buitenste deel van ons planeet. Die litosfeer sluit die kors en die boonste deel van die mantel in en bestaan uit materiaal van beide die kontinente en die oseane op die Aarde se oppervlak.

Die litosfeer is vir ons baie belangrik aangesien dit die deel van die Aarde is waarop ons woon en wat vir ons toeganklik is. Dit is die deel van die Aarde wat ons onderhou, wat ons voorsien van voedsel en 'n rykdom materiale om te gebruik. Ons gaan vervolgens uitvind hoe die mens geleidelik bewus geword het van hierdie rykdom van minerale onder sy voete en hoe hy geleer het om dit tot sy voordeel te gebruik.

Geskiedenis van die mensdom

ESE7B

Die vroeë geskiedenis van die mensdom kan in verskillende periodes verdeel word: die Steentydperk of Paleolitiese periode (vanaf ongeveer 2,6 miljoen jaar tot 10 000 jaar gelede); die Bronstydperk of Mesolitiese periode (vanaf ongeveer 10 000 vC tot 100 nC); en die Ystertydperk of Neolitiese periode (ongeveer 100 nC tot 1200 nC). Op baie plekke in die wêreld het hierdie tydperke oorvleuel en is dit belangrik om te verstaan dat dit baie veralgemeende datums is.



Die Steentydperk kan verder in drie periodes verdeel word: die vroeë Steentydperk (2,6 miljoen – 300 000 jaar gelede); die Middel Steentydperk (ongeveer 300 000 – 50 000 jaar gelede); en die Latere Steentydperk (ongeveer 50 000 – 10 000 jaar gelede).

FEIT

Die grootste Ystertydperk terrein in Suid Afrika is by Mapungubwe in die Limpopo Provinsie.

Mapungubwe (bewoon vanaf ongeveer 1000 – 1300 nC) word beskou as die oeroue hoofstad van 'n Afrika koning. Die terrein is herontdek in 1932 en het homself bewys as 'n juweel van skatte vir argeologiese bewyse van 'n gevorderde samelewing. Die oorblyfsels van koninklike begraafplase, huise, gereedskap, kuns en landbou implemente is hier gevind.

Goud-bedekte juwele, beelde en artefakte (wat vermoedelik aan lede van die koninklike familie behoort het) is ook hier gevind.

Ouderdom	Tyd	Inligting	Belangrike materiaal	Beeld
Vroeë Steen-tydperk	2,6 miljoen-300 000 jaar gelede	Basiese gereedskap van klip is gebruik. Die mens het hoofsaaklik rots en klip gebruik wat hy rondom hom kon vind. Bewyse hiervoor is by die Sterkfontein grotte in die Wieg van die Mensdom gevind.	Klip	
Middel Steen-tydperk	300 000 - 50 000 jaar gelede	Die mens het geleer om vuur te gebruik om klip mee te behandel voordat dit as gereedskap gemaak word vir gebruik. Gereedskap van klip is gedurende hierdie tydperk meer verfyn. Bewyse hiervoor is gevind by Swartkrans (Wieg van die Mensdom), Montagu Grot (Klein Karoo), Klasies Riviermond (Tsitsikama), Stilbaai en Blombos Grot (Suid Kaap).	Klip behandel met vuur	
Latere Steen-tydperk	50 000 - 10 000 jaar gelede	Die mens begin kyk na ander materiale wat vryelik beskikbaar is. Hy begin werk met verskillende stowwe om te sien hoe hierdie stowwe met gesteentes kan verbind. Bewyse hiervoor is gevind in die Melkhoutboom Grot in die Suurberg bergreeks (Oos Kaap).	Gesteentes met ander natuurlike materiale	
Bronstydperk	10 000 vC - 100 nC.	Die Bronstydperk sien die eerste gebruik van koper en brons vir die vervaardiging van gereedskap en wapens. Bewyse hiervoor is gevind in Noord Afrika.	Koper en tin	
Ystertydperk	100 nC - 1200 nC.	Primitiewe mynbou vir grondstowwe vind plaas gedurende hierdie tydperk. Kookoonde word gebruik om metaal te verhit sodat dit gesmelt kan word as wapens en gereedskap. Bewyse hiervoor is gevind by Melville Koppies en by Mapungubwe (Limpopo)	Yster en ander metale	

Tabel 14.1: Die verskillende ouderdomme van beskawing.

Aan die einde van die Ystertydperk het die mens baie ander maniere begin ondersoek om by die kosbare metale wat hulle gesoek het uit te kom. Die ontginning van die minerale het meer algemeen geraak en die mens het begin soek na nuwe bronne vir die metale en minerale wat benodig word.

Baie verskillende kulture in Afrika het goud, diamante en ander edelmetale vir verskillende dinge gebruik. 'n Groot hoeveelheid van hierdie artefakte is van hierdie mense gesteel en na Europa geneem deur koloniste en ontdekkers wat van Europa af gekom het. Daar word nou gepoog om hierdie gesteelde artefakte aan die mense van wie dit gesteel is, terug te besorg, maar baie museums hou nog vas aan hulle versamelings.

Toe die koloniste en ontdekkingsreisigers hulle in Afrika vestig, het hulle begin kyk hoe hulle die natuurlike hulpbronne wat hulle gevind het, kon gebruik.

Alhoewel diamante lank reeds aan die inheemse bevolking van Suid Afrika bekend was, het koloniste dit eers in die 1860's op 'n plaas buite Kimberley (Noord Kaap) gevind. Duisende hoopvolle diamantprospekteerders het op die oorspronklike kopie waar die diamante ontdek is toegesak en intensief daar gedelf. Hierdie gebied is vandag die Groot Gat in Kimberley - een van die grootste mensgemaakte gate in die wêreld. Verskeie kleiner mynmaatskappye smelt in 1888 saam om De Beers te vorm - die maatskappy wat vandag nog die wêreldwye diamant mynboubedryf en die verkope daarvan domineer.

Gedurende dieselfde tyd (1880) ontdek die koloniste goudriwwe net suid van wat vandag bekend staan as Johannesburg. 'n Stormloop van goudprospekteerders na die gebied lei tot die geboorte van Johannesburg. 'n Groot arbeidsmag was nodig om diep in die rotslae te graaf om sodoende die erts, wat die goud bevat, te kry. Vandag nog word 'n groot aantal werkers deur die goudmyne in diens geneem maar, (soos in die geval van die diamantbedryf), as gevolg van tegnologiese ontwikkeling oor die afgelope 150 jaar, word baie van hulle werk nou vergemaklik deur die gebruik van industriële mynbou masjinerie.

Baie boere en van die inheemse bevolking is gedwing om in die nuwe diamant- en goudmyne te werk. Van hulle is geforseer om hulle huise te verlaat om op die myne te gaan werk. As gevolg van swak werkstoestande en mynrampe wat plaasgevind het, is baie van hulle op die myne dood.

FEIT

Die diepste myn in die wêreld is tans die TauTona Myn (of Western Deep No. 3 skag) buite Carletonville, Gauteng. Met AngloGold Ashanti as eienaars, het dit 'n diepte van 3,9 km met tunnels van ongeveer 800 km. Op daardie diepte bereik die rotslaag temperature van tot 60°C en lugverkoelers moet gebruik word om die lug in die myn af te koel vanaf 55°C tot 28°C.

Groepsbespreking: Minerale en die reg om dit te besit

Baie van die inheemse bevolking deel die algemene siening dat die land en alles wat dit kan oplewer aan almal behoort om gelyk verdeel te word. Hierdie produk is dikwels noodsaaklik vir die oorlewing van hierdie mense.

Toe die koloniste na Suid Afrika toe gekom het, is die inheemse bevolking grootliks geïgnoreer en uitgebuit vir hulle kennis en die arbeid wat hulle kon verskaf. 'n Groot aantal wandade is teen hierdie mense gepleeg.

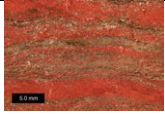
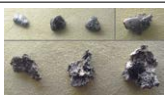
Die inheemse bevolking staan nou op en eis dat dit wat regmatig aan hulle behoort, aan hulle teruggegee moet word. Organisasies (soos die VN werkgroep oor inheemse bevolkings) is gestig om aan hierdie aangeleentheid aandag te gee.

Net na die stigting van De Beers verklaar hulle dat al die diamante in die gebied aan hulle behoort en dat enigeen wat in besit van diamante betrap word, doodgemaak kan word as gevolg van die onwettige verkryging daarvan. Ander groot mynhuise het probeer om die reg tot die minerale wat hulle produseer te bekom.

Bespreek in groepe of in die klas of 'n paar uitverkore mense die reg tot die besit van die grond en die minerale wat dit bevat kan hê. Aan wie behoort die minerale? Behoort groot maatskappye die regte besit? Of behoort dit aan al die mense?

Noudat ons weet wat die mensdom gebruik het om gereedskap en skuiling te maak kyk ons na waarom hy die materiale gekies het wat gebruik is. Vroeër (vroeë en middel steentydperk) het die mensdom enige iets gebruik wat hy maklik in die hande kon kry. Later (laat steentydperk tot vandag) het die mens begin wonder hoe verskillende materiale verbeter kon word. So wat presies is die litosfeer en hoe het die mens hierdie kennis gebruik?

Die aardkors bestaan uit ongeveer 80 elemente waarvan meer as 2000 in verskillende verbindings en minerale voorkom. Tog bestaan die grootste hoeveelheid van die massa van die materiaal waaruit die aarde bestaan net uit 8 van hierdie elemente. Daar is suurstof (O), silikon (Si), aluminium (Al), yster (Fe), kalsium (Ca), natrium (Na), kalium (K) en magnesium (Mg). Hierdie elemente word selde in 'n suiwer vorm aangetref en is gewoonlik deel van meer komplekse **minerale**. 'n Mineraal is 'n verbinding wat deur geologiese prosesse gevorm word wat tot spesifieke strukture aanleiding gee. 'n Mineraal kan 'n suiwer element wees, maar gewoonlik bestaan minerale uit 'n kombinasie van verskillende elemente. Een voorbeeld hiervan is *kwarts*. Dit is 'n mineraal wat uit silikon en suurstof bestaan. Nog voorbeelde word in Tabel 14.2 gewys.

Element	Mees algemene mineraal	Chemie	
Goud	Calaverite of suiwer element	Au (suiwer element) of AuTe_2 (Calaverite, 'n goud mineraal)	
Yster	Hematiet	Fe_2O_3 (ysteroksied)	
Koper	Suiwer element of chalcocite	Cu (suiwer element) of Cu_2S (kopersulfied)	
Koolstof	Diamant, grafiet, steenkool	C (suiwer element)	
Platinum	Suiwer element, verbind met ander elemente	Pt (suiwer element)	
Sink	Sfaleriet	ZnS	
Mangaan	Mangaandioksied	MnO_2	
Chroom	Chromiet	FeCr_2O_4	

Tabel 14.2: Tabel wat voorbeelde van metale en die chemie betrokke aandui.

DEFINISIE: *Mineraal*

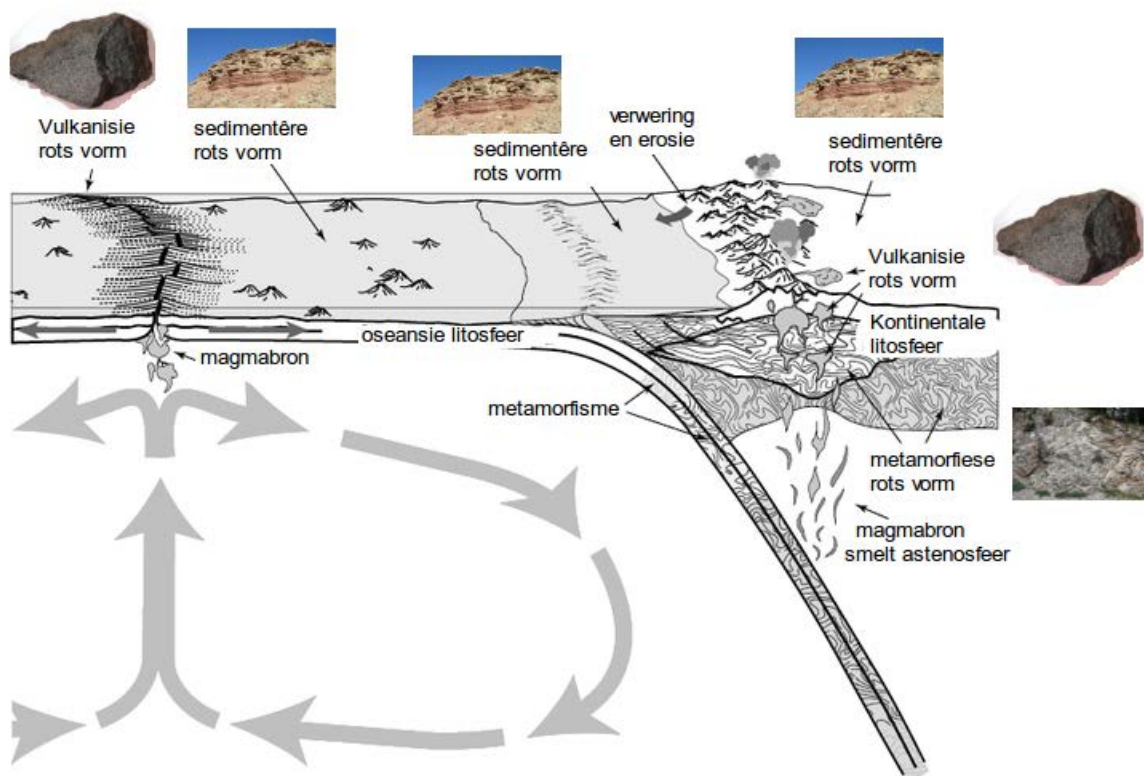
Minerale is natuurlike verbindings wat deur geologiese prosesse gevorm is. Die term “mineraal” omskryf beide die materiaal se chemiese samestelling en struktuur. By die samestelling van minerale is van suiwer elemente tot komplekse verbindings betrokke.

In hierdie hoofstuk beskou ons hoofsaaklik metaal minerale (goud, koper en yster). Dar is ook nie-metaal minerale (sand en steen) en brandstof minerale (steenkool en olie).

’n **Gesteente** is ’n kombinasie van een of meer minerale. *Graniet* is byvoorbeeld ’n gesteente wat bestaan uit minerale soos SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O en ander. Daar is drie verskillende tipe gesteentes: **stollings-**, **sedimentêre** en **metamorfiese**. Stollingsgesteentes (byvoorbeeld graniet en basalt) word gevorm wanneer magma as lawa die oppervlak van die Aarde se kors bereik en dan stol. Sedimentêre gesteentes (soos byvoorbeeld sandsteen en kalksteen) vorm wanneer stukkie van die materiaal, organiese stowwe of ander afgesakte deeltjies hier saamgepers word tot dit oor ’n lang tydperk stol. Metamorfiese gesteentes word gevorm wanneer enige ander tipes gesteentes aan intense hitte en temperatuur blootgestel word. Voorbeele sluit in leiklip en marmer.

Onderstaande figuur wys hoe verskillende tipes gesteentes in die litosfeer gevorm word.

Die rotssiklus

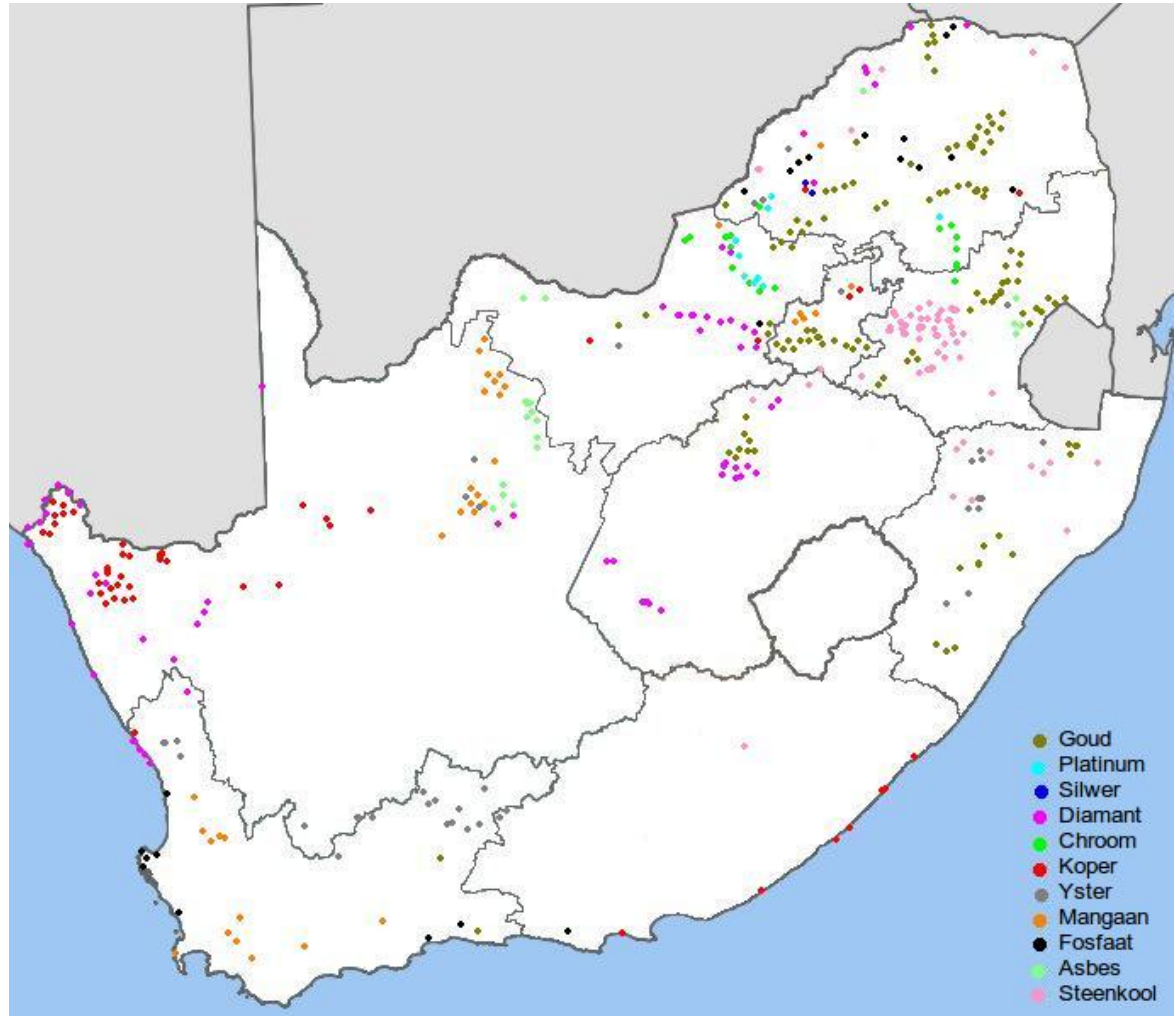


Baie van die elemente waarin ons belangstel (bv. goud, yster, koper) is oneweredig deur die litosfeer versprei. Op plekke waar hierdie elemente volop voorkom is dit

FEIT

'n **Edelsteen** (wat ook 'n **juweel**, **semi-kosbare gesteentes** of **kosbare gesteente** genoem word) is baie aantreklik en 'n kosbare mineraal wat, wanneer dit gesny en poleer is gebruik kan word in juwele en ander versierings. Voorbeelde van edelstene sluit in ametis, diamant, kat ogies en saffier.

winsgewend om hierdie elemente uit te haal (deur byvoorbeeld te myn) vir ekonomiese redes. Waar die konsentrasie egter klein is, is die koste om hierdie elemente te ontgin groter as die wins wat gemaak kan word wanneer dit verkoop word. Gesteentes wat waardevolle minerale bevat word **ertse** genoem. Die mensdom stel veral in ertse belang waarin metaalelemente voorkom asook in daardie minerale wat gebruik kan word om energie te vervaardig.



Figuur 14.2: Ligging van minerale in Suid-Afrika

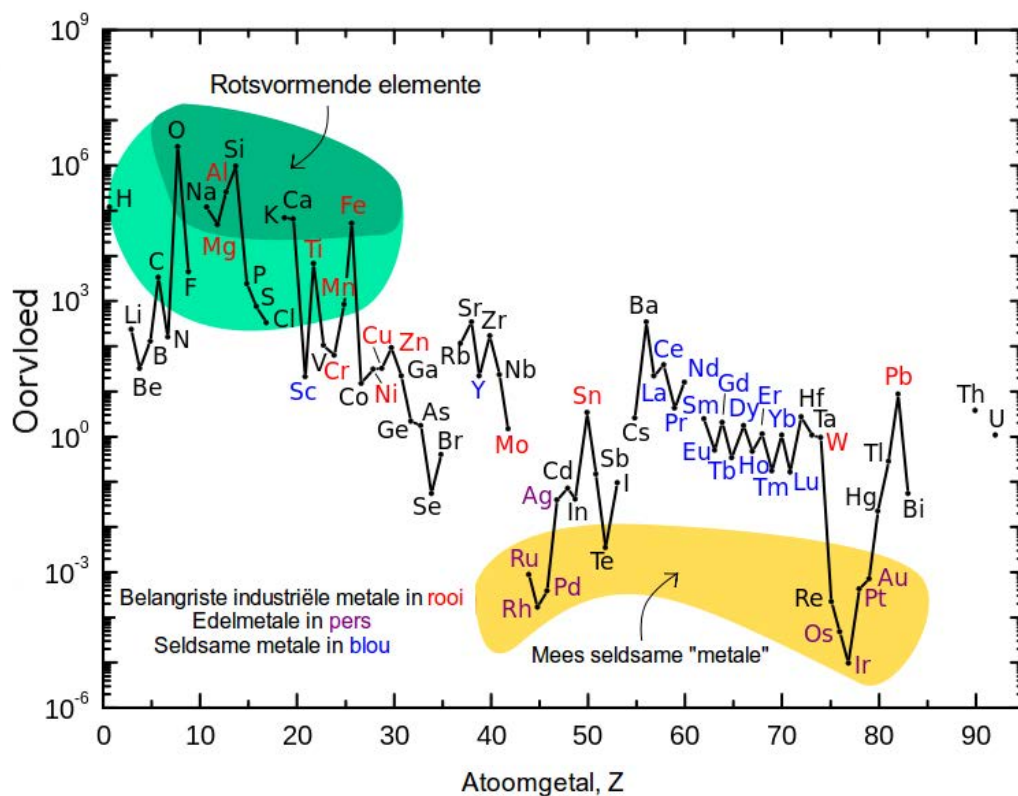
DEFINISIE: Ertse

'n Ertse is 'n sekere volume gesteentes wat genoeg minerale bevat sodat dit die moeite werd is om dit te myn.

► Sien video: [27HC](https://www.everythingscience.co.za/27HC) op www.everythingscience.co.za

Aktiwiteit:

Die volgende diagram wys die voorkoms van alle elemente.



Beskou die diagram en beantwoord die volgende vrae:

1. Noem drie van die raarste metale.
2. Noem vier elemente wat gesteentes vorm.
3. Watter element is die raarste?
4. Watter element is die mees algemeenste?
5. Vind die volgende elemente in die prentjie: goud, koper, yster, mangaan, platinum, sink, chroom, fosfor, suurstof en koolstof. Watter van hierdie is die mees volop? Watter van hierdie elemente is die raarste?
6. Klassifiseer die volgende elemente as gesteentevormend, raarste metale en ander: goud, koper, yster, mangaan, platinum, sink, chroom, suurstof en koolstof.

14.3 Die mynbedryf en mineraal verwerking

ESE7D

Noudat jy weet waar die mensdom die minerale wat gebruik word vandaan kry, kan ons kyk hoe hierdie minerale bekom word. Ons het gesien dat minerale nie somer net rondlê en wag om opgetel te word nie, maar eerder dat hulle in die aardkors in rotse ingebed is in verbinding met ander elemente.

Soos die mens meer kennis bekom het en nuwe ontdekkings gemaak het, het tegnieke om erts te ontgin verbeter. Dit het grootliks daartoe bygedra dat die hoeveelheid

FEIT

Inheemse mense het baie keer unieke maniere om mineraalafsettings te vind, soos om dieregedrag dop te hou, of te let op die weligheid van sekere plantsoorte.

FEIT

Steenkoolmyners het gebruiklik 'n kanarie saam met hulle in die myn afgeneem. As die kanarie doodgaan het hulle geweet dat daar 'n hoë vlak van gas aan die opbou was en dat dit nie veilig was om onder in die myn aan te bly nie.

minerale wat ontgin kan word dramaties vermeerder het. Groot tunnels begin deur die Aarde sny waarmee minerale diep ondergrond ontgin word. Nuwe prosesvaardighede beteken dat dat nuwe soorte metale gemyn kan word.

Die belangrikste stadiums in die mynbedryf is verkenning, ontginning, verwerking, vervaardiging en bemarking. Ons sal vlugtig aandag skenk aan verkenning, ontginning en verfyning.

Verkenning

ESE7F

Outydse mense was nie besorg oor of die erts wat hulle ontgin het vir hulle geld sou inbring nie. Al waaroor hulle omgee het, was om toegang tot die metale en minerale wat hulle sou help om te eet, warm te bly en die naburige stamme te oorwin, te verkry.

In modern tyd maak geld saak en die eerste stap in mynbou is om 'n mineraalerts neerslag van geskikte grootte te vind. Diamante word byvoorbeeld in Kimberley aangetref en gouderts in Johannesburg. Hierdie neerslae was groot genoeg vir die ekonomiese ontginning van goud en diamant.

Die verkryging van erts

ESE7G

Sodra 'n geskikte hoeveelheid erts gevind is, kan die ontginning begin. In die ou tyd was mynwerk en mineraalprossessering baie primitief en die metode wat hoofsaaklik gebruik is was om met die hand te grawe.

Mynbou word hoofsaaklik in oppervlak- en ondergrondse mynbou verdeel. Minerale word dikwels in rivierbeddings, strandsand en ander sanderige gebiede gevind. Hulle staan as spoelafsettings bekend. Hierdie minerale kan redelik eenvoudig deur oppervlak mynboutegnieke verwyder word. Ander minerale kom in lang stroke wat as are bekend staan, of in pype voor. Ondergrondse mynboutegnieke word gebruik om toegang tot hierdie minerale te verkry.

Oppervlakmynbou sluit dagboumyne, groefmynbou, stroopmynbou en "landfill mining". Steenkool en koper word dikwels so ontgin.

Ondergrondse mynbou bestaan hoofsaaklik uit die grawe van tunnels en skagte in die aardkors. Goud word dikwels op hierdie manier gemyn. Ondergrondmyn is gevaarliker as oppervlakmynbou, omdat tunnels ineen kan tuimel en gevaarlike gasse ondergronds kan opbou.

Ons sal binnekort verder na oppervlak- en ondergrondse mynbou kyk.

Mineraalwinning

ESE7H

Sodra die erts ontgin is, word dit gewoonlik fyner gemaak sodat dit makliker verwerk kan word. Die mineraal moet dan uit die erts gehaal word.

Outydse mense het vinnig geleer dat vuur gebruik kon word om die metale te louter. Hierdie tegniek staan as smeltwerk bekend. Dit was die vroegste metode wat gebruik is om die mineraal uit die erts te win.

Smeltwerk omvat die verhitting van die erts tot by 'n baie hoë temperatuur, dikwels in 'n hoogoond. 'n Reduseermiddel word gewoonlik bygevoeg en die mineraal word verwyder deur die gebruik van chemiese reaksies.

In moderne tye word verskeie nuwe tegnieke buiten smeltwerk gebruik om minerale uit die erts te win. Die mees algemene metodes is flottering, uitloging en die gebruik van redoksreaksies.

Uitloging behels die meng van die erts met 'n vloeistof wat spesiaal uitgesoek is sodat dit óf die mineraal óf die ongewenste minerale oplos. Die vloeistof is dikwels 'n suur.

Flotasie behels die gebruik van lugborrels om waardevolle minerale van die ongewenste rots te skei. Die waardevolle mineraal kleef aan die lugborrels en styg na die bokant van die mengsel van waar dit verwyder kan word.

Die volgende tabel bevat verskeie metale en die tipiese metodes wat gebruik word om hulle te ontgin.

Metaal	Mynboutegniek	Mineraalwinningtegnieke
Goud	Ondergrondse mynbou (skagmynbou) en oppervlakmynbou	Goudsianidering word gebruik. Die erts word chemies behandel om die goud uit te loog.
Yster	Oppervlakmynbou (dagboumynbou)	Smeltwerk en chemiese reduksie
Fosfaat	Oppervlakmynbou (dagboumynbou).	Behandeling met suur
Steenkool	Oppervlakmynbou (dagboumynbou). Ondergrondse mynbou word nou meer algemeen.	Steenkool word in byna suiwer vorm gewin
Diamante	Oppervlakmynbou (spoelafsettings) en ondergrondse mynbou (pyp ontginning).	Diamante word in byna suiwer vorm uit rotse gewin
Koper	Oppervlakmynbou (dagboumynbou)	Uitloging word gebruik om koper deur die gebruik van suur te gewin
Platinum	Ondergrondse mynbou (skagmynbou)	Chemiese metodes en as 'n byproduk van kopermynbou.
Sink	Ondergrondse mynbou (skagmynbou)	Smeltwerk en uitloging
Chroom	Oppervlakmynbou (dagboumynbou) en ondergrondse mynbou (skagmynbou)	Smeltwerk, redoksreaksies
Asbes	Oppervlakmynbou (dagboumynbou)	Word in redelike suiwer vorm gewin
Mangaan	Oppervlakmynbou (dagboumynbou) en ondergrondse mynbou (skagmynbou)	Smeltwerk en chemiese prosesse

Tabel 14.3: Tabel wat die ontgin en mineraalwinningtegnieke vir verskeie minerale aandui

Nou sal ons goudontginning in meer besonderhede bespreek om 'n beter begrip van die mynbouproses te kry.

Goud is lankal reeds bekend by die imheemse bevolkings van Afrika, maar in die laat 1800's het koloniste goudriwwe ontdek en begin om die bronne te ontgin. Sederdien speel goud 'n baie belangrike rol (soms 'n kontroversiële een) in Suid-Afrika se *geskiedenis* en *ekonomie*. Die ontdekking daarvan het baie buitelanders na Suid-Afrika gebring, wat gelok is na beloftes van rykdom. Hulle het klein mynbou dorpie aangelê wat later tot groter nedersetting, dorpe en stede gegroei het. Een van eerste van hierdie nedersettings was die begin van die huidige Johannesburg, ook bekend as Egoli, die Plek van Goud.

Die meeste van Suid-Afrika se goud is gekonsentreerd in die Goue Koepel (Golden Arc), wat strek van Johannesburg tot Welkom. Geoloë glo dat hierdie gebied miljoene jare gelede 'n massiewe binnelandse meer was. Riviere wat in hierdie meer ingevloei het het sand, slik, spoelklippe en fyn deeltjies goud saamgebring en dit oor 'n lang periode hier gestort. Uiteindelik het hierdie neerslae geakkumuleer (opgehoop) en gekompakteer (saamgepers) om gouddraende sedimentêre rots of **goudriwwe** te vorm. Dit is as gevolg van hierdie komplekse, maar unieke reeks omstandighede dat Suid-Afrika se goudneerslae so gekonsentreerd is in daardie gebied. In ander lande soos Zimbabwe kom goud in kleiner ertsneute ("pockets") wat oor 'n gebied versprei is, voor.

Die ontginning van goud

ESE7K

'n Aantal verskillende tegnieke kan gebruik word om goud en ander minerale te ontgin. Die drie mees algemene metodes in Suid-Afrika is **panspoeling**, **dagboumynbou** (gewoonlik nie vir goud gebruik nie) en **skagmynbou**.

1. Panspoeling

Panspoeling vir goud is 'n tegniek wat gebruik word om goud te sorteer uit ander sedimente. Wye, plat panne word gevul met sand en gruis (dikwels uit rivierbeddings) wat goud kan bevat. Water word bygevoeg en die panne word geskud. Omdat goud digter as die gruis en ander materiaal versamel dit op die bodem van die pan en kan so gesorteer word. Pelgrimsrus in Mpumalanga was die eerste plek in Suid-Afrika waar goud so gesif is.

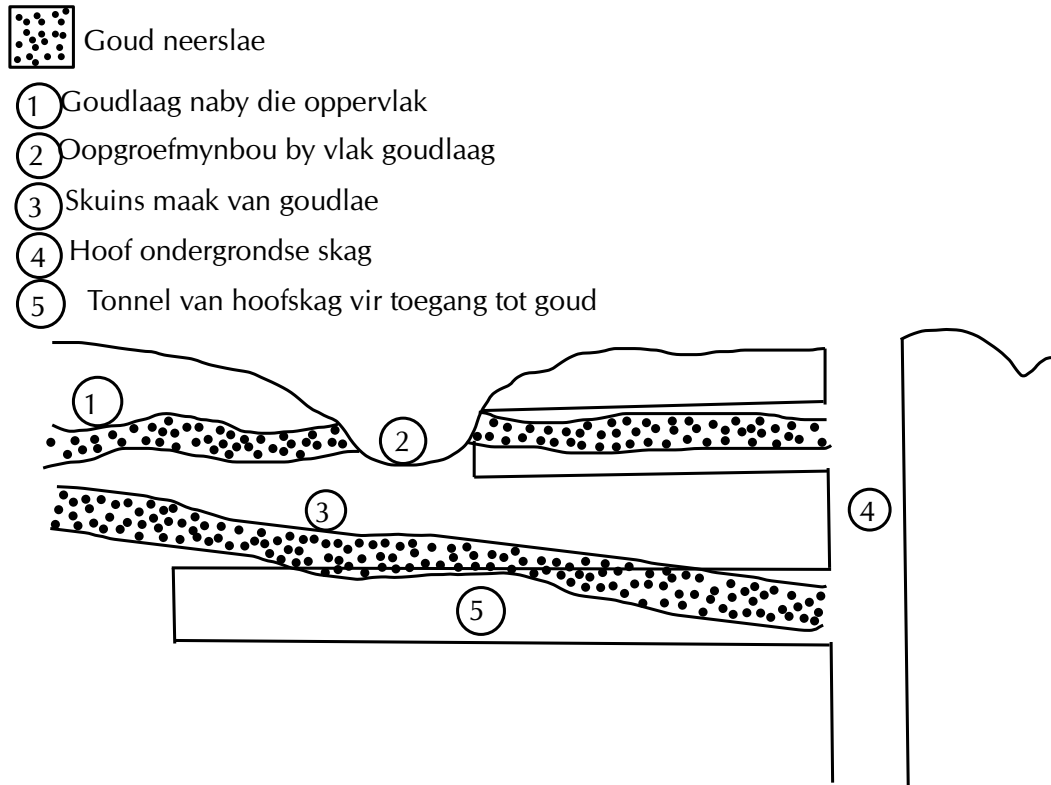
2. Oppervlakmynbou (dagboumynbou)

Hierdie tipe mynbou bedrywighede vind op die oppervlak van die aarde plaas. By oopgroef myne word die boonste grond eers verwyder en langs die groef geplaas. Dan word die boonste lae gesteentes verwyder sodat die dieper meer waardevolle mineraal lae sigbaar is. Die waardevolle gesteentes word met plofstof opgeblaas sodat kleiner rotse vorm. Die rotse word op groot lorries gelaai waarna hulle weggery, vergruis en geprosesser word. Enige minerale wat naby die oppervlak gevind word (selfs tot by 1000 m) kan gemyn word deur oppervlak myntegnieke te gebruik. Wanneer die minerale egter dieper voorkom, soos die meeste goud in Suid Afrika, word van ondergrondse mynbou gebruik gemaak.

3. Ondergrondse mynbou (skagmynbou).

Suid Afrika se dun, maar uitgebreide goud-riwwe is in 'n steil helling onder die grond geleë wat beteken dat sommige goudneerslae baie diep voorkom en moeilik is om te bereik. Skag myne is nodig om die gouderts te bereik. Na die aanvanklike boordery word plofstof gebruik. Die mynskag word toegerus

en word tunnels word vanuit die hoofskag gegrawe waardeur die goudrif bereik word. Skagmyne is gevaarlik en dit is nodig om die tunnels te versterk sodat rotsstortings nie tunnels laat intuimel nie. Die tunnels is ook baie warm en die hoë druk kompliseer mynbouedrywigheide in mynskagte sodat dit baie duur en gevaarlik is. 'n Diagram wat 'n oopgroefmyn en 'n mynskag illustreer word in Figuur 14.3 gewys.



Figuur 14.3: Diagram wat 'n oopgroef- en skagmynbou wys.

Die verwerking van gouderts

ESE7M

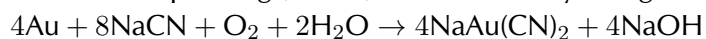
Vir elke ton erts wat gemyn word, word 'n baie klein hoeveelheid (ongeveer 5 g) goud ontgin. Daar is 'n aantal verskillende metodes waarvolgens goud uit die erts gehaal kan word, maar een van die mees algemene metodes word **die sianied proses** genoem.

Tydens die sianied proses word die erts vergruis en 'n sianied oplossing (CN^-) word bygevoeg sodat die gouddeeltjies in die erts opgelos word. Die goud word in hierdie stap geoksideer. Sinkstof word dan by die sianied oplossing gevoeg. Die sink vervang die goud sodat die goud uit die oplossing neerslaan. Hierdie proses word in Figuur 14.4 gewys.

STAP 1 - Die erts word vergruis totdat dit soos 'n fyn poeier lyk



STAP 2 - 'n Natriumsianiedoplossing (NaCN) word met die fyn vergruisde erts gemeng.



Goud word **geoksideer**.



STAP 3 - Die goudbevattende oplossing kan nou deur filtrasie geskei word van die oorblywende vaste erts.



STAP 4 - Sink word bygevoeg. Sink verplaas goud uit die goudsianiedoplossing

Dit is die **reduksie** gedeelte van die reaksie.

Figuur 14.4: Vloeidiagram wat aandui hoe goud verwerk word.

Eienskappe en gebruike van goud

ESE7N

As gevolg van goud se uiteenlopende en unieke eienskappe het dit 'n aantal gebruike. Hieronder is 'n lys van sommige van die eienskappe wat van goud 'n waardevolle metaal maak.

- *Blink*

Goud se pragtige voorkoms maak dit 'n gunsteling metaal vir gebruik in juweliersware.

- *Duursaam*

Goud verweer en korrodeer nie, wat beteken dit verloor nie regtig waarde nie. Dit word soms in tandheelkunde gebruik om krone vir tande te maak.

- *Smeebaar en pletbaar*

Aangesien goud gebuig en maklik vervorm word en omdat dit maklik platgedruk kan word om baie dun velle te vorm, is dit nuttig vir gebruik in dun draadjies en goudvelle.

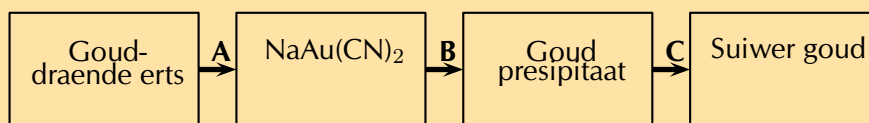
- *Goeie geleier*

Goud is 'n goeie geleier van elektrisiteit en word dus in transistors, rekenaar stroombane en telefoon verbindings.

- *Hittegolf weerkaatser*

Goud weerkaats hitte baie doeltreffend en word dus in ruimtepakke en voertuie gebruik. Dit word ook in die beskermende buitelaag van kunsmatige satelliete gebruik. Een van die meer ongewone gebruike van goud is in brandbestryding, waar 'n dun lagie goud in die maskers van brandweermanne geplaas word om hulle teen hitte te beskerm.

1. In Mapungubwe in die Limpopo Provinsie word goud al sedert 1200 gemyn. Vandag is Suid Afrika 'n wereldleier in tegnologie vir die mynboubedryf. Die volgende vloeiagram illustreer seker van die belangrikste stappe in die ontginning van goud uit die erts.



- Naam van die proses aangedui deur A.
- Tydens die proses A, word goud uit die erts verwyder. Word goud tydens die proses geoksideer of gereduseer?
- Gebruik oksidasiegetalle en verduidelik jou antwoord in die vraag hierbo.
- Noem die chemiese stof wat in proses B gebruik word.
- Tydens die smeltproses (soos deur C in die diagram geïllustreer) word goud na 'n hoogoond gestuur. Waarom dink jy is hierdie proses nodig? Verduidelik wat tydens hierdie proses met die goud gebeur.

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1. 27HD



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Mynbou en die omgewing

ESE7P

Die impak van die goudmynboubedryf op die omgewing

Hoe dit ookal sy, ten spyte van die ongelooflike waarde van goud en die bruikbaarheid in 'n verskeidenheid toepassings is daar aan alle mynboubedrywighede 'n omgewingsprys te betaal. Die volgende is net 'n paar voorbeelde van die invloed van die goudmynbedryf op die omgewing.

- *Hulpbron verbruik*

Die goudmynbedryf benodig groot hoeveelhede elektrisiteit en water. Elektrisiteit word dikwels opgewek deur die gebruik van nie-hernubare bronne.

- *Vergiftigde water*

As mynbou nie streng gemonitor word nie kan sure en ander chemikalieë wat in die vervaardiging van goud gebruik word in nabygeleë waterbronne soos rivier lek, wat die diere, plante en mense wat op die drinkwater staatmaak kan benadeel.

- *Verandering van die landskap*

Dit is hoofsaaklik van toepassing op die oppervlakmyne (oopgroefmyne), waar groot hoeveelhede grond en rots uitgegrawe word om by die mineraalbronne uit te kom. Die vorm van die landskap kan verander wanneer groot hoeveelhede rots uit die Aarde opgegrawe word en op die oppervlak gestapel word. Dit word mynhope genoem. Oopgroefmyne skep ook baie groot gate (kuile) wat die vorm van die land verander.

- *Lugbesoedeling*

Stof vanaf oopgroefmyne en skadelike gasse soos swaweldioksied en stikstofdoksied wat as gevolg van mynboubedrywighele vrygestel word, dra by tot lugbesoedeling.

- *Bedreiging van natuurlike gebiede*

Mynboubedrywighele spoel dikwels na beskermde areas oor en bedreig die biodiversiteit in die gebiede waar hulle bedryf word.

Groepsbespreking: Mynrehabilitasie

Daar is 'n groeiende beklemtoning van die noodsaaklikheid daarvan om ou myne wat nie meer gebruik word nie te rehabiliteer. As dit te moeilik is om die gebied te herstel om soos voor die myn gevestig is te lyk, moet daar op 'n nuwe tipe landskap vir die area besluit word. Enige mynrehabilitasie program moet daarna streef om die volgende te bereik:

- verseker die gebied is veilig en stabiel
- verwyder besoedelaars wat die gebied besmet
- herstel biodiversiteit wat daar was voordat die myn gevestig is
- herstel waterweë na wat hulle voorheen was

Daar is verskillende maniere waarop hierdie doelwitte bereik kan word. Plante kan byvoorbeeld gebruik word om metale uit besoedelde grond en water te verwyder en dit kan ook help om die grond te stabiliseer sodat ander plantegroei daar kan vestig. Landkontoere kan help om dreinerings in die gebied te herstel.

In groepe van 3-4, bespreek die volgende vrae:

1. Wat is die hoofvoordele van mynrehabilitasie?
2. Wat is sommige van die uitdagings wat tydens die rehabilitasie van 'n mynbougebied ondervind kan word?
3. Stel 'n paar kreatiewe planne voor wat gebruik kan word om mynbou maatskappye aan te moedig om ou mynbougebiede te rehabiliteer.
4. Een rehabilitasieprojek wat wye media dekking gekry het is die rehabilitasie van die duine wat deur Richards Bay Minerals (RBM) vir titanium gemyn is. As 'n groep, doen julle eie navorsing om meer van hierdie projek uit te vind.
 - Wat het RBM gedoen om die duine te rehabiliteer?

- Was die projek suksesvol?
- Wat was 'n paar van die uitdagings?

Groepsbespreking: Mynbou en Mapungubwe

Lees die volgende inligting oor Mapungubwe:

Weens die geskiedenis verbonde aan die terrein is Mapungubwe in die 1980's tot Nasionale Erfenisterrein verklaar en in 2003 tot Wêreld Erfenisterrein. In 1995 is die omliggende area tot Nasionale Park verklaar. Tans word die terrein bedreig deur 'n Australiese mynmaatskappy wat die regte bekom het om 'n oop- en 'n ondergrondse myn minder as 6km van die grens van die Nasionale Park te bou. Daar heers groot kommer dat mynbedrywighede 'n negatiewe impak op die ekosisteme en fauna en flora rondom Mapungubwe kan hê, en dat dit die bewaring van die terrein kan belemmer. Verskeie omgewingsagentskappe het 'n saak by die hof aanhangig gemaak in 'n poging om die beplande myn te verbied en die omgewing rondom Mapungubwe te beskerm.

Bespreek as 'n klas of die voorgestelde mynbedrywighede moet voortgaan of nie. Deel die klas in twee spanne in. Wys een span as vîr die mynaktiwiteite, en die ander daartêen. Elke span moet feite relevant tot hulle argument vind en dan die argument aan die ander span bied. Aan die einde van die bespreking moet gevolgtrekkings gemaak word of die mynbedrywighede moet voortgaan of nie.

Ander minerale

ESE7Q

Ons het hoofsaaklik gefokus op die proses betrokke by die ontginning van goud. Maar goud is nie die enigste mineraal van belang vir die mens nie. Baie ander minerale is nuttig, bv. koper, yster en platinum.

Aktiwiteit: Ander mynbouaktiwiteite

Kies een van die minerale vanuit die lys hieronder en vind inligting oor hoe die mineraal gebruik word. Gebruik die inligting in hierdie hoofstuk oor goudontginning en probeer soortgelyke inligting opspoor oor die mineraal wat jy gekies het. Beskryf jou bevindinge in 'n verslag. Indien moontlik moet die klas in groepe ingedeel word en aan elke groep moet 'n verskillende mineraal toegeken word.

- | | | | |
|-------------|------------|----------|-----------|
| • Yster | • Diamant | • Sink | • Mangaan |
| • Fosfaat | • Koper | • Chroom | |
| • Steenkool | • Platinum | • Asbes | |

Tans maak ons hoofsaaklik staat op olie- en steenkoolbronne om in ons energiebehoefte te voorsien. Maar hierdie bronne is nie-hernubare energiebronne en het baie nadelige uitwerkinge op die omgewing. Alternatiewe energiebronne word voortdurend ondersoek om te bepaal of hulle in ons groeiende energiebehoefte kan voorsien. Indien ons hierdie alternatiewe ignoreer gaan ons eendag nie meer olie- en steenkoolreserwes oor hê nie.

Een van die mees gedebatteerde onderwerpe rakende energiebronne is klimaatsverandering. Wetenskaplikes en omgewingsbewustes verskil oor die oorsake en effekte daarvan en of dit werklik bestaan of nie.

Aktiwiteit: Klimaatsverandering

Klimaatsverandering is 'n beduidende en voortdurende verandering in die verspreiding van weerpatrone oor tydperiodes wat kan wissel van dekades tot millenia. Dit word beskou as veranderinge in weergebeurtenisse van uiterstes (fratsstorms, tornado's, tsunami's, ens.) en veranderinge in die gemiddelde weersomstandighede by stede en streke.

Wetenskaplikes versamel data oor klimaatsverandering deur middel van yskernboring, fauna en flora-rekords, glasiale en periglasiale prosesse, isotopiese analises en baie ander metodes. Elkeen van hierdie metodes verskaf unieke inligting oor hoe die aarde se klimaat met die verloop van tyd verander het.

Baie faktore beïnvloed die aarde se klimaat, bv. die hoeveelheid sonbestraling wat ontvang word, veranderinge in die aarde se wentelbaan, veranderinge op die aarde se oppervlakte, soos kontinentverskuiwing en die grootte van die pool-yskappe, ens. Al hierdie faktore tesame maak dit moeilik om presies te bepaal wat veroorsaak 'n besondere klimaatsverandering. Boonop kan hierdie effekte eeue neem om te ontwikkel.

Menslike bedrywighede soos mynbou, verbranding van fossielbrandstowwe en landbou het ook 'n effek op die klimaat. Wetenskaplikes stem oor die algemeen saam dat die klimaat besig is om onherroeplik te verander en dat mense 'n groot oorsaak van die verandering is.

Waaroor daar nie eenstemmigheid is nie, is hoe groot die effek van mense is en hoeveel van 'n probleem dit is. Tans is globale temperature aan die styg en die ys neerslae by die pole is besig om kleiner te word. Daar is nog geen sekerheid of mense dit bloot vererger en of hulle die oorsaak van die verandering is.

Ten spyte van die debat moet mense bewus wees van hulle impak op die omgewing en met maniere vorendag kom om hierdie impak te verminder.

1. Bespreek bogenoemde informasie.
2. Bespreek maniere waarop menslike aktiwiteite 'n impak het op die omgewing.
3. Bespreek maniere waarop hierdie impak verminder kan word.

4. Doen navorsing oor klimaatsverandering en die debatte daaroor. Analiseer die inligting krities en maak jou eie gevolgtrekkings. Bespreek hierdie idees en gevolgtrekkings met jou klasmaats.

14.5 Opsomming

ESE7S

🔗 Sien aanbieding: 27HF op www.everythingscience.co.za

- Die aarde se litosfeer is 'n ryk bron met baie minerale.
- Die litosfeer bestaan uit die aarde se boonste kors en mantel.
- Die minerale kan ontgin word deur middel van mynboutegniese.
- Mense buit vir lank reeds die aarde se mineraalbronne uit.
- Mynbou en mineraalgebruik het 'n beduidende impak op die omgewing.
- Ander bronne in die litosfeer is brandstowwe.

Oefening 14 – 2:

1. Gee een woord/term vir elkeen van die volgende beskrywings:

- a) Die deel van die aarde wat die kors insluit en waarin alle minerale gevind word.
- b) Die proses waartydens minerale uit die ertse ontgin word.
- c) Die tydperk waartydens mense die gebruik van vuur ontdek het om die eienskappe van steen te verbeter.

2. Lees die volgende uittreksel en antwoord die vrae wat volg:

Meer winste, meer giwwe

In die afgelope drie dekades het goudmyners gebruik gemaak van die sianied-proses om goud van die erts te ontgin. Meer as 99% van goud kan op hierdie wyse van die erts ontgin word. Dit stel myners in staat om goudvlokkies te herwin wat te klein is vir die oog om te sien. Goud kan ook ontgin word uit ou myne waar soms tot 'n derde van die goud onontgin gelaat is.

Die ongebruikte sianied kan hergebruik word, maar word gewoonlik in 'n poel of 'n dam gestoor, of direk in 'n plaaslike rivier gestort. 'n Teelepel met tweepersent sianied oplossing kan 'n volwasse mens se dood veroorsaak.

Mynmaatskappye dring daarop aan dat sianied opbreek wanneer dit aan sonlig en suurstof blootgestel word, wat dit dan skadeloos laat. Hulle verwys ook na wetenskaplike studies wat toon dat sianied wat deur visse ingesluk is nie 'bio-akkumuleer' nie, wat beteken dit is geen bedreiging vir enigiemand wat die vis eet nie. In die praktyk sal 'n sianiedoplossing wat in die grond insypel nie opbreek nie weens die afwesigheid van sonlig. Indien die sianiedoplossing baie

suurvormend is kan dit omskakel in sianiedgas, wat giftig vir visse is. Aan die ander kant, indien die oplossing alkalies is breek die sianied nie op nie.

Daar is geen gerapporteerde gevalle van menslike sterftes weens sianiedstorting nie. Solank jy nie lyke sien nie, is alles in die haak.

- a) Wat is die sianied-proses?
- b) Watter tipe chemiese reaksie vind plaas tydens hierdie proses: presipitasie, suur-basis of redoks?
- c) Is die oplossing na die sianied-proses suurvormend, alkalies of neutraal?
- d) Hoe word die soliede goud van die oplossing herwin?
- e) Verwys na die sianied-proses en bespreek die betekenis van die uittreksel se opskrif: Meer winste, meer giwwe.

DBE voorbeeld-vraestel 2007

Dink jy jy het dit? Kry oplossings en meer oefening op ons Intelligent Practice Service

1a. [27HG](#) 1b. [27HH](#) 1c. [27HJ](#) 2. [27HK](#)



www.everythingscience.co.za



m.everythingscience.co.za

Fisiese hoeveelhede		
Hoeveelheid	Eenheid naam	Eenheid simbool
Afstand (d)	meter	m
Druk (p)	pascal	Pa
Drywing (P)	watt	W
Elektriese energie (E)	joule	J
Electriese veld (E)	newtons per coulomb	$\text{N}\cdot\text{C}^{-1}$
Geïnduseerde emk ($\mathcal{E}$)	volt	V
Gewig (N)	newton	N
Krag (F)	newton	N
Konsentrasie (C)	mol per kubieke desimetre	$\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$
Lading (q)	coulomb	C
Magnetiese veld (B)	tesla	T
Magnetiese vloed (ϕ)	weber	Wb
Massa (m)	kilogram	kg
Mol (n)	mol	mol
Potensiaalverskil (V)	volt	V
Stroom (I)	ampere	A
Spanning (T)	newton	N
Temperatuur (T)	kelvin	K
Tyd (t)	sekonde	s
Versnelling (a)	meter per sekonde kwadraat	$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
Volume (V)	kubieke meter	m^3
Weerstand (R)	ohm	Ω

Tabel 14.4:
Hoeveelhede gebruik in **die boek**

1 Vektore in twee dimensies

Oefening 1 – 2:

1. $R_x = 1 \text{ N}$
2. $R_x = 1,3 \text{ N}$ en $R_y = -1 \text{ N}$
3. $R_x = 2 \text{ N}$ en $R_y = 3 \text{ N}$
4. $R_x = -2,5 \text{ N}$ en $R_y = 2,5 \text{ N}$
5. $F_x = 2,8 \text{ N}$ en $F_y = -5 \text{ N}$

Oefening 1 – 5: Algebraïese optel van vektore

1. $28,6 \text{ N}$ by $53,53^\circ$
2. $25,4 \text{ N}$ by $159,21^\circ$
3. $2,69 \text{ N}$ by $328,67^\circ$
4. $186,4^\circ$

Oefening 1 – 6:

1.
 - $F_x = 3,54 \text{ N}$, $F_y = 3,54 \text{ N}$
 - $F_x = 6,81 \text{ N}$, $F_y = 13,37 \text{ N}$
 - $F_x = -6,80 \text{ N}$, $F_y = 9,02 \text{ N}$
 - $F_x = -52,83 \text{ N}$,
 $F_y = -113,29 \text{ N}$
2.
 - $F_x = 9,22 \times 10^4 \text{ N}$,
 $F_y = 5,99 \times 10^4 \text{ N}$
 - $F_x = 13,2 \text{ GN}$, $F_y = 7,04 \text{ GN}$
 - $F_x = -2,54 \text{ kN}$,
 $F_y = 11,01 \text{ kN}$
 - $F_x = 9,14 \times 10^6 \text{ N}$,
 $F_y = -8,52 \times 10^6 \text{ N}$

Oefening 1 – 7:

3. $R_x = 1 \text{ N}$, $R_y = 0 \text{ N}$
4. $R_x = 1,6 \text{ N}$, $R_y = 0,2 \text{ N}$
5. $R_x = 1,4 \text{ N}$, $R_y = 1,7 \text{ N}$
12. $3,25 \text{ N}$ by 45°
13.
 - a) $F_x = 96,29 \text{ N}$ en $F_y = 41,87 \text{ N}$
 - b) $F_x = 13,95 \text{ N}$ en $F_y = 23,12 \text{ N}$
 - c) $F_x = 9,02 \text{ N}$ en $F_y = -6,8 \text{ N}$
 - d) $F_x = -62,97 \text{ N}$ en $F_y = -135,04 \text{ N}$
 - e) $F_x = 3,89 \text{ N}$ en $F_y = 14,49 \text{ N}$
 - f) $F_x = 14,43 \text{ N}$ en $F_y = 3,71 \text{ N}$
 - g) $F_x = -6,22 \text{ N}$ en $F_y = 9,43 \text{ N}$
 - h) $F_x = -136,72 \text{ N}$ en $F_y = 99,34 \text{ N}$

- | | |
|--|----------------------|
| 14. het gelyke groottes maar teenoorge-
stelde rigtings | 17. 4 N |
| 15. 15 N noord en 7 N wes | 18. 902,98 N |
| 16. 0° | 19. a) B
b) 781 N |

2 Newton se wette

Oefening 2 – 1:

- | | |
|--|---|
| 1. Kinetiese wrywingskrag = 0 N en
statiese wrywingskrag = 20 N na
links. | en statiese wrywingskrag: 5 N
c) 8 N
d) 4 N |
| 2. a) 0 N vir kinetiese en statiese
wrywingskragte.
b) Kinetiese wrywingskrag: 0 N | e) Kinetiese wrywingskrag: 4 N
en statiese wrywingskrag: 0 N |

Oefening 2 – 2:

- | | |
|---|---|
| 1. $\vec{F}_{gy} = 172,30$ N in die negatiewe
y -rigting, $\vec{F}_{gx} = 422,20$ N in die | negatiewe x -rigting.
2. $42,61^\circ$ |
|---|---|

Oefening 2 – 3: Kragte en beweging.

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. c) 55 N na regs | 2. c) 346,41 N |
|--------------------|----------------|

Oefening 2 – 5:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 2. 1700 N | 5. 17,5 N |
| 3. 12 N | 6. 20 kg |
| 4. $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ | 7. $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ |

- | | |
|--|---|
| 8. 8,33 kg | 16. 2500 N |
| 9. $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ en $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ | 17. 6 N |
| 10. a) 40 N
b) $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ | 18. a) $10,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ |
| 11. a) $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
b) $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
c) 7 s
d) 562,5 m | 19. a) $-10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
b) 10 000 N |
| 12. a) 100 N
b) -25 N
c) 173,2 N | 20. 277,76 N, 113,35 N en 45° |
| 13. 8,5 N | 21. $25,53^\circ$ |
| 14. $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ | 22. $25,53^\circ$ |
| | 23. b) 562,5 N |
| | 24. a) $-441,14 \text{ N}$
b) 20,97 N |

Oefening 2 – 6:

- | | |
|--------------|-----------|
| 1. dezelffde | 2. A of B |
|--------------|-----------|

Oefening 2 – 7:

- | | |
|---|---|
| 1. $1,92 \times 10^{18} \text{ N}$ | 5. a) $7 \times 10^{-7} \text{ N}$
b) $1,35 \times 10^{-6} \text{ N}$
c) 0,52 |
| 2. $8,80 \times 10^{17} \text{ N}$ | |
| 3. Aarde: $5,65 \times 10^6 \text{ m}$, Jupiter:
$1,00 \times 10^8 \text{ m}$ | |
| 4. Jupiter: $24,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ Maan:
$1,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ | 6. a) $4,7 \times 10^{12} \text{ N}$
b) $9,4 \times 10^{16} \text{ N}$ |

Oefening 2 – 8:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. a) 323,75 N
b) 326,04 N | c) 980,88 N
2. Voorwerp 2 |
|-------------------------------|------------------------------|

Oefening 2 – 9:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. 5 F | 8. 0,13 m |
| 2. afneem | 9. 0,5 kg |
| 3. $r - R = 2R - R = R$ | 10. a) Newton se Universele Gravitasiewet |
| 4. $\frac{1}{9}$ | b) Dit is dieselfde |
| 5. 2 M | c) toeneem |
| 7. $6,67 \times 10^{-12}$ N | d) $2,37 \times 10^7$ N |

Oefening 2 – 10: Kragte en Newton se wette

- | | |
|---|--|
| 2. a) nie-kontak
b) kontak
c) kontak
d) nie-kontak | 23. Die vraag het 'n gewig wat gelyk in grootte is aan F. |
| 4. versnelling | 24. Dit versnel na links, terwyl dit oor die gladde horisontale oppervlak beweeg. |
| 5. 2 N | 25. 'n Zero resultante krag werk op die passasier in. |
| 6. 250 | 26. b) 696 000 N
c) 2784 N |
| 7. Die kas beweeg na links | 27. b) i. $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
ii. 5000 N
c) 2500 N |
| 8. 200 | 29. a) 11 760 N
b) $-2,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
c) 9060 N |
| 9. $F \cos 60^\circ - ma$ in die rigting van A | 30. a) $1,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
b) $26,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
c) $1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
d) $51,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 10. het traagheid | 31. b) $W_\perp = 16,86 \text{ N}$ and $W_\parallel = 24,01 \text{ N}$ |
| 12. Die resultant van die kragte is nul. | 32. c) 1171,28 kg |
| 13. F | 33. b) $0,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
c) $F_f = 300 \text{ N}$
e) 50 m |
| 14. F is die reaksie op die krag wat die vuurpyl op die gasse wat deur die spuitstuk in die stert ontsnap, uitoefen | |
| 15. beweeg na links | |
| 16. b) 19,6, 49 | |
| 17. slegs toeneem | |
| 18. grafiek (b) | |
| 19. 40 N | |
| 21. $\frac{5}{4}a$ | |
| 22. Daar is zero resultante krag. | |

- | | |
|--|--|
| 34. a) $-6,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
c) 3,0 s
d) 2 s | 38. b) i. 5497,2 N
ii. 204,17 kg |
| 35. $\sin \theta = \frac{N}{w}$ | 39. a) 2352 N
b) 1568 N
c) 2715,9 N
d) 1810,6 N |
| 36. Kragte F_3 is die resultant van kragte F_1 en F_2 . | |
| 37. c) 1,63 N | |

Oefening 2 – 11: Gravitatie

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. $9F$ | 9. $4,1 \times 10^{22} \text{ N}$ |
| 2. gewig van die voorwerp | 11. a) Saamstaan
b) Nie saamstaan
c) Nie saamstaan |
| 3. a) 778,2 N
b) 3112,8 N | |
| 4. $8,2 \times 10^{-2} \text{ m}$ | 12. a) 3000 N
b) 76,53 kg |
| 5. a) 448 N
b) 192 N | 13. 1,8 N |
| 6. 5488 N | 14. b) 1,63
c) op die maan |
| 7. $1,6 \times 10^6 \text{ N}$ | |

3 Atomiese kombinasies

Oefening 3 – 5: Chemiese bindings en Lewisdiagramme

- | | |
|---|---------------------------------|
| 3. a) Stikstof: 5, waterstof: 1
Koolstof: 4, waterstof: 1
c) ammoniak en metaan | b) 1
c) 2 enkelbindings |
| 4. a) 6 | d) Y: suurstof en X: waterstof. |

Oefening 3 – 6: Molekulêre vorm

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 1. linieër | 5. linieër |
| 2. linieër | 6. tetrahedries |
| 3. trigonaal bi-piramiedaal | 7. gebuig of hoekig |
| 4. oktahedries | 8. trigonaal planare |

Oefening 3 – 7:

1. 1,0, 0,4, 3,0, 0,6 en 1,0

Oefening 3 – 8: Elektronegatiwiteit

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. a) 2,1 | 'n effense negatiewe lading. |
| b) 3,0 | d) Polêr kovalent |
| c) Waterstof het 'n effense positiewe lading en chloor het | e) polêr |

Oefening 3 – 9:

- | | |
|--|---------------------|
| 1. a) Bindingslengte | b) linieër |
| b) Kovalente verbinding | c) trigonaal planêr |
| c) Elektronegatiwiteit | d) linieër |
| 2. Datiefkovalente (koördinaatkovalente) binding | e) tetrahedries |
| | f) tetrahedries |
| 4. $\text{Ne} + \text{Ne} \rightarrow \text{Ne}_2$ | g) linear |
| | h) oktahedries |
| 6. a) 1 | 9. a) nie-polêr |
| b) 5 | b) nie-polêr |
| c) X sou waterstof en Y sou stikstof kon voorstel. | c) nie-polêr |
| 7. a) linieër | d) polêr |

4 Intermolekulêre kragte

Oefening 4 – 1:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. dipool-dipoolkrag | 3. ioon-dipoolkrag |
| 2. geïnduseerde dipoolkrag | 4. geïnduseerde dipoolkrag |

Oefening 4 – 4:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. a) Intermolekulêre krag | wees as die van Cl_2 |
| b) Polêre molekule | |
| c) Spesifieke warmte | 3. a) slegs HI en NH_3 |
| 2. Die smeltpunt van NH_3 sal hoër | 4. a) Water |

5 Geometries Optika

Oefening 5 – 1: Strale en Weerkaatsing

- | | |
|---------|----------------|
| 3. a) E | 7. 15° |
| b) C | |
| c) D | 8. 45° |
| d) B | |
| e) A | 9. 65° |
| 6. B | 10. 25° |

Oefening 5 – 2: Brekingsindeks

- | | |
|---|--------------|
| 1. $2,29 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ | 2. kroonglas |
|---|--------------|

Oefening 5 – 4: Snell se Wet

- | | |
|--|--|
| 2. b) $25,88^\circ$ | 7. 1,327 |
| 3. $18,08^\circ$ | 8. $30,34^\circ$ |
| 4. a) minder
b) bly dieselfde
c) Na die normaal. | 9. $78,07^\circ$ |
| 5. a) meer
b) bly dieselfde
c) Weg van die normaal | 10. A: aseton, B: gesmelte kwarts, C: diamant, D: kunsteen, E: 80% skuieroplossing |
| 6. $11,87^\circ$ | 11. c) water |
| | 12. $48,55^\circ$ |

Oefening 5 – 5: Total interne weerkaatsing en veselglas

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 3. nee | 7. 'n glas-na-water skeidingsvlak |
| 4. nee | 8. $41,8^\circ$ |
| 5. $47,33^\circ$ | 9. $62,46^\circ$ |
| 6. Dig lig sal binne in die diamant te bly. | 10. $2,42^\circ$ |
| | 11. $37,86^\circ$ |

Oefening 5 – 6: Oefeninge aan die einde van die hoofstuk.

- | | |
|--|--|
| 1. a) normaal
b) breking
c) reflection | 4. 35° |
| 2. a) Onwaar
b) Waar
c) Waar | 5. b) $27,78^\circ$
c) opneem
d) bly dieselfde |
| | 6. saffier |

6 Twee- en driedimensionele golf fronte

Oefening 6 – 2:

- | | |
|----------------------------|---|
| 2. blou, groen, geel, rooi | 4. a) $3,4 \times 10^{-6} \text{ m}$
b) $2,4 \times 10^{-6} \text{ m}$ |
|----------------------------|---|

7 Ideale gasse

Oefening 7 – 2: Boyle se wet

- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1. 100 kPa | 4. c) Ja |
| 2. 112,5 kPa | |
| 3. 8,33 cm ³ | 5. a) 217 Pa |

Oefening 7 – 3: Charles se wet

- | | |
|-------------------------|------------|
| 2. 4,67 dm ³ | 3. 56,67 K |
|-------------------------|------------|

Oefening 7 – 4: Druk-temperatuur verwantskap

- | | |
|-------------|------------|
| 2. 7,24 atm | 5. 465,6 K |
| 3. 8,14 atm | |

Oefening 7 – 5: Die algemene gasvergelyking

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 0,87 atm | 3. 1,26 atm |
| 2. 0,6 atm | |

Oefening 7 – 6: Die ideale gasvergelyking

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1. 8 dm ³ | 4. c) 193,3 kPa |
| 2. 106,54 kPa | |
| 3. 0,02 mol | 5. a) 73,1 g |

Oefening 7 – 7:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. a) Ideale gas | 8. 106,39 kPa |
| b) Charles se wet | 9. c) 322,0 kPa |
| c) Temperatuur | d) 246,31 g |
| 2. Temperatuur moet konstant gehou word. | 10. 1363,0 kPa |
| 3. Die houer met die helium gas sal die grootste druk uitoefen. | 11. 5,78 L |
| 4. $V \propto n$, met p, T konstant. | 12. a) 201,9 K |
| | b) Afgeneem |
| 7. b) 311,775 Pa | 13. e) Neem toe |

8 Kwantitatiewe aspekte van chemiese verandering

Oefening 8 – 1:

1. 2 dm³

Oefening 8 – 2: Gasse en oplossings

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. 7 dm ³ | 3. 1,105 mol·dm ⁻³ |
| 2. a) 4,56 mol·dm ⁻³ | 4. 0,24 mol·dm ⁻³ |
| b) 60,95 g | 5. 0,185 mol·dm ⁻³ |

Oefening 8 – 3:

1. 2,74 kg

Oefening 8 – 4:

1. 65,69%

Oefening 8 – 6:

1. 69%

Oefening 8 – 7: Stoichiometrie

1. 1,69 kg

4. 93,5%

2. 88,69%

5. 48,6%

Oefening 8 – 8: Gasse 2

1. 2,33 dm³

2. 0,224 dm³

Oefening 8 – 9:

1. a) Beperkende reagens
b) Empiriese formule
c) Teoretiese opbrengs
d) Titrasië

2. 67,2 dm³

3. 1,8 dm³

4. 0,1 mol·dm⁻³

5. 58%

6. a) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
b) 0,03 mol

7. 1,52 mol·dm⁻³

8. a) 0,0223 mol
c) 0,71 g

9. 96,9%

10. a) 88,461 g
b) 66,051 dm³
c) 78 g

12. 48,6%

13. a) 1,33 dm³
b) Ja

9 Elektrostatika

Oefening 9 – 1: Elektrostatiese kragte

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. $1,3 \times 10^{-2} \text{ N}$ | 7. $4,6 \times 10^{-3} \text{ m}$ |
| 2. 0,13 N | 8. 8,77 N na regs |
| 3. 0,26 N | 9. $-1,79 \times 10^{-7} \text{ C}$ |
| 4. 45 N | 10. $3,42 \times 10^{-5} \text{ N}$ |
| 5. 0,2 | 11. $1,53 \times 10^{-6} \text{ N}$ |
| 6. 8990 N | 12. $1,05 \times 10^{-4} \text{ N}$ |

Oefening 9 – 2: Elektriese velde

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. $0,15 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ | 2. $-5,8 \times 10^{-8} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ |
|---------------------------------------|--|

Oefening 9 – 3:

- | | |
|---|--|
| 1. $8,42 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ | 5. $\frac{1}{3}F$ |
| 2. a) $1,34 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ | 6. a |
| b) -2 nC | |
| c) $9,99 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ | 7. b) $1,5 \times 10^{-5} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ |
| 3. $3,3 \times 10^{-4} \text{ m}$ | 8. $2E$ |

10 Elektromagnetisme

Oefening 10 – 1: Magneetvelde

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 3. a) Uit die bladsy uit | 4. A-D: anti-kloksgewys, E-H |
| b) In die bladsy in | kloksgewys |

Oefening 10 – 2: Faraday se wet

- | | |
|------------------------|------------|
| 5. 146,9 V | 7. a) 28,8 |
| 6. a) $-0,14\text{ V}$ | b) 9,22 s |
| b) 0,22 m | |

Oefening 10 – 3:

- | | |
|--------------|-----------------|
| 3. a) 0,1225 | 7. a) 0,00249 V |
| b) 0,117 Wb | b) 0,014 m |
| 4. 3,4 en 0 | 8. a) 0,012 |
| 5. 7,26 | 9. 2,65 V |
| 6. 9,34 V | |

11 Elektriese stroombane

Oefening 11 – 1: Ohm se wet

- | | |
|-----------------|-------|
| 1. b) reguitlyn | d) Ja |
| c) 0,13 | |

Oefening 11 – 2: Ohm se wet

- | | |
|----------------|---------|
| 1. $4\ \Omega$ | 3. 15 V |
| 2. 3 A | |

Oefening 11 – 3: Serie en parallelle weerstand

- | | |
|-------------------|--|
| 1. 20 k Ω | 4. 6 Ω |
| 2. 90 Ω | |
| 3. 0,2 k Ω | 5. a) 1,2 Ω b) 0,48 Ω c) 5 Ω d) 10 Ω |

Oefening 11 – 4: Ohm se wet in serie and parallelle stroombane

- | | |
|---------------------|---|
| 1. $2\ \Omega$ | 5. $30\ \Omega$ |
| 2. $1,8\ \text{A}$ | 6. a) $26\ \text{A}$ |
| 3. $0,75\ \text{A}$ | b) $R_1 = 20\ \text{A}, R_2 = 4\ \text{A}, R_3 = 2\ \text{A}$ |
| 4. $12\ \text{A}$ | |

Oefening 11 – 5: Serie- en parallelnetwerke

- | | |
|--|--|
| 1. a) $3,33\ \Omega$
b) $10,67\ \Omega$
c) $2,652\ \Omega$ | 3. Totaal potensiaalverskil: $12\ \text{V}, R_1 = 9,32\ \text{V}, R_2 = 2,66\ \text{V}, R_3 = 2,66\ \text{V},$ |
| 2. a) $4,52\ \text{A}$
b) $0,59\ \text{A}$ | 4. a) $2,5\ \text{A}$
b) $3,75\ \text{V}$
c) $1,25\ \text{A}$ |

Oefening 11 – 6:

- | | |
|---|--|
| 1. $2,00 \times 10^{12}\ \text{W}$ | c) $30,2\ \Omega, 0,89\ \text{W}, 1,17\ \text{W}, 5,83\ \text{W}, 3,5\ \text{W}$ |
| 2. $0,99\ \text{W}$ | |
| 3. a) $1,5\ \text{W}$
b) $7,5\ \text{W}$ | 5. a) $2,64\ \text{A}$
b) $0,34\ \text{A}$
c) $1,7\ \text{W}$ |
| 4. a) $6,48\ \text{W}, 1,44\ \text{W}, 2,88\ \text{W}$
b) $1,88\ \text{W}, 1,25\ \text{W}, 0,16\ \text{W}, 0,32\ \text{W}$ | 6. $18,64\ \text{W}, 10,72\ \text{W}, 5,36\ \text{W}$ |

Oefening 11 – 7:

- | | |
|---|--|
| 1. a) Potensiaalverskil
b) Elektriese drywing
c) Ohm se wet | 6. $0,5\ \text{A}, 1,5\ \text{V}, 5\ \text{V}, 2,5\ \text{V}$ |
| 2. $0,5\ \text{A}$ | 7. a) $0,09\ \text{A}$
b) $2,25\ \text{V}$
c) $13,5\ \text{V}$ |
| 3. $17\ \Omega$ | 8. a) $38,4\ \Omega$
b) $270\ \text{kJ}$ |
| 4. $1,05\ \Omega$ | |
| 5. $24\ \text{W}$ | 9. b) $-1,014 \times 10^{-16}\ \text{J}$ |

Oefening 12 – 1:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. a) Energie is nodig om 'n binding te breek | waarvoor energie benodig word. |
| b) Energie word vrygestel wanneer 'n binding gevorm word. | 2. a) Eksotermies |
| c) 'n Binding word gevorm en energie word vrygestel. | b) Endotermies |
| d) 'n Binding word gebreek | c) Eksotermies |
| | d) Endotermies |

Oefening 12 – 2: Endotermiese en eksotermiese reaksies

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1. a) Eksotermies. | b) Eksotermies. |
| b) Eksotermies | c) Eksotermies. |
| c) Endotermies. | d) Endotermies. |
| d) Eksotermies. | e) Eksotermies. |
| e) Eksotermies. | f) Eksotermies. |
| 2. a) Endotermies. | |

Oefening 12 – 3: Energie en reaksies

- | | |
|----------------|----------|
| 1. Endotermies | b) 0 kJ |
| | c) 15 kJ |
| 2. a) -15 kJ | d) 40 kJ |

Oefening 12 – 4:

- | | |
|--|---|
| 1. a) Aktiveringsenergie | reagense. Dit is 'n eksotermiese reaksie($\Delta H > 0$). |
| b) Bindingsenergie | |
| c) Eksotermiese reaksie | 4. b |
| d) Endotermiese reaksie | 5. a) Eksotermies. |
| 2. Energie word vrygestel as bindings in H_2O gevorm word. | b) Endotermies. |
| 3. Die energie van die produkte is minder as die energie van die | 6. c) Fotosintese |
| | d) Endotermies. |

13 Reaksietipes

Oefening 13 – 1: Sure en basisse

2. c) Amfoteries

Oefening 13 – 3:



Oefening 13 – 4:



Oefening 13 – 5:



Oefening 13 – 7: Oksidasiegetalle

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. a) Magnesium: +2, fluorine: -1 | c) Waterstof: +1, koolstof: -4 |
| b) Calcium: +2, chlorine: -1 | d) Magnesium: +2, suurstof: -2, sulfur: +6 |

Oefening 13 – 8: Redoksreaksies

- | | |
|---|--|
| 1. Fe is geoksideer en O_2 is gereduseer | 2. $\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) + 2\text{FeCl}_2(\text{aq})$ |
|---|--|

Oefening 13 – 9:

- | | |
|---|--|
| 1. a) Redoksreaksie
b) Brønsted-Lowry basis
c) Oksidasie
d) Amfoteriese stof | 7. $2\text{HCl (aq)} + \text{Na}_2\text{CO}_3\text{(aq)} \rightarrow 2\text{NaCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ |
| 2. HNO_3 skenk protone en is 'n Brønsted-Lowry suur | 8. $2\text{H}_3\text{PO}_4\text{(aq)} + 3\text{CaO (s)} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O (l)}$ |
| 3. Br^- is die oksideermiddel(chloor is in hierdie reaksie gereduseer) | 10. a) i. -1
ii. -2
iii. 0 |
| 4. H_2SO_3 is die Brønsted-Lowry suur en KOH is die Brønsted-Lowry basis. | 12. c) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2 \rightarrow \text{Fe} + 3\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+$ |
| 6. $2\text{HCl (aq)} + \text{Mg(OH)}_2\text{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O (l)}$ | 13. $\text{Cd (s)} + 2\text{NiO(OH) (s)} + 2\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{Cd(OH)}_2\text{(s)} + 2\text{Ni(OH)}_2\text{(s)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)}$ |

14 Die litosfeer

Oefening 14 – 1: Goudontginning

- | | |
|-----------------------------|---------|
| 1. b) Goud word geoksideer. | d) Sink |
|-----------------------------|---------|

Oefening 14 – 2:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. a) Litosfeer | -ontginning |
| b) Mineraalverwerking of | c) Middel Steentydperk |

Lys van definisies

2.1	Normaalkrag	61
2.2	Wrywingskragte	62
2.3	Newton se eerste bewegingswet	77
2.4	Newton se tweede wet van beweging	83
2.5	Newton se derde bewegingswet	105
2.6	Ewewig	112
2.7	Newton se universele gravitasiewet	112
3.1	Kovalente verbinding	145
3.2	Datiefkovalente binding	150
3.3	Valensieskielektronpaarafstotingsteorie	152
3.4	Elektronegatiwiteit	158
3.5	Polêre molekules	160
3.6	Nie-polêre molekules	160
3.7	Bindingslengte	164
3.8	Bindingsenergie	164
4.1	Intermolekulêre kragte	170
4.2	Digtheid	185
4.3	Spesifieke warmte	189
4.4	Verdampingswarmte	190
5.1	Ligstraal	199
5.2	Weerkaatsingswette	202
5.3	Spoed van lig	206
5.4	Breking van lig	207
5.5	Brekingsindeks	207
5.6	Optiese digtheid	210
5.7	Normaal	210
5.8	Invalshoek	210
5.9	Brekingshoek	210
5.10	Snell se wet	215
5.11	Grenshoek	226
6.1	Die Huygens beginsel	239
6.2	Diffraksie	241
6.3	Interferensie minima	249
7.1	Druk	257
7.2	Temperatuur	257
7.3	Ideale gas	257
7.4	Werklike gas	257
7.5	Boyle se wet	259
7.6	Charles se wet	267
7.7	Avogadro se wet	281
8.1	Beperkende reagens	303
8.2	Oormatige reagens	303
9.1	Coulomb se wet	323
9.2	Elektriese veld	332
9.3	Elektriese veld	340
10.1	Faraday se wet	362

11.1 Ohm se wet	377
11.2 Ekwivalente weerstand in 'n serie stroombaan	385
11.3 Ekwivalente weerstand in 'n parallelstroombaan	385
11.4 Elektriese drywing	403
12.1 Bindingsenergie	423
12.2 Entalpie	423
12.3 Eksotermiese reaksie	424
12.4 Endotermiese reaksie	424
12.5 Aktiveringsenergie	433
13.1 Sure	443
13.2 Basisse	443
13.3 Amfoteries	444
13.4 Amfiprotiese	445
13.5 Oksidasie	456
13.6 Reduksie	456
13.7 Oksidasiegetal	457
13.8 Halfreaksie	461
13.9 Redoksreaksie	461
14.1 Litosfeer	475
14.2 Mineraal	479
14.3 Erts	480

Erkennings vir beelde

1	Foto deur USGS op Wikipedia	9
2	Foto deur OpenClipArt library op Wikipedia	9
3	Foto deur USnavy op Flickr	30
4	Foto deur Heather Williams	50
5	Foto deur Arnaud.ramey op Wikipedia	58
6	Foto deur Walt Stoneburner op Flickr	58
7	Foto deur MountainAsh op Flickr	59
8	Foto deur Colleen Henning	59
9	Foto deur Splarka op Wikipedia	59
10	Foto deur Nicola du Toit	60
11	Foto deur Nicola du Toit	60
12	Foto deur Nicola du Toit	60
13	Foto deur Nicola du Toit	60
14	Foto deur http://www.morguefile.com/archive/display/84031	62
15	Foto deur http://www.morguefile.com/archive/display/200857	63
16	Foto deur Sagriffin305 op Flickr	64
17	Foto deur onbekende bydraer op Wikipedia	64
18	Foto deur Foshie op Flickr	75
19	Afgeleide werk deur Heather Williams gebaseer op foto deur Foshie op Flickr .	76
20	Foto deur JosDielis op Flickr	78
21	Foto deur Elvert Barnes op Flickr	78
22	Foto deur Heather Williams	81
23	Foto deur Nicola du Toit	104
24	Foto deur Nicola du Toit	107
25	Foto deur Heather Williams	109
26	Foto deur NASA op Wikipedia	110
27	Foto deur NASA op Wikipedia	117
28	Foto deur Heather Williams	140
29	Foto geskep van beelde deur Ben Mills op Wikipedia	153
30	Foto geskep van beelde deur Ben Mills op Wikipedia	154
31	Foto deur Ben Mills op Wikipedia	170
32	Foto deur Ben Mills op Wikipedia	171
33	Foto deur stevendepolo op Flickr	177
34	Foto deur Umair Mohsin op Flickr	177
35	Foto deur Ben Mills op wikipedia	184
36	Foto deur Siona Karen op Flickr	184
37	Photo by H Padleckas on Wikipedia	185
38	Foto deur tanjila op Flickr	198
39	Afgeleide werk deur Heather Williams gebaseer op foto deur jaliyay op Flickr	199
40	Foto deur freewine op Flickr	201
41	Foto deur Heather Williams	211
42	Foto deur Heather Williams	216
43	Foto deur Sai2020 op Wikipedia	226
44	Foto deur Heather Williams	256
45	Foto deur Grant Hillebrand	260
46	Foto deur Heather Williams	280

47	Foto deur Marc Spooner op Flickr	357
48	Foto deur Gch_15 op Flickr	358
49	Foto deur morguefile.com	358
50	Foto deur Heather Williams	381
51	Foto deur AndersLindgren op Flickr	422
52	Foto deur Konstantin Leonov op Flickr	428
53	Foto deur Grant Hillebrand	449
54	Foto deur paulnasca op Wikipedia	456
55	Foto deur USGS op Wikipedia	474
56	Foto deur USGS op Wikipedia	475
57	Foto deur Nicola du Toit	475
58	Foto deur Locutus Borg op Wikipedia	476
59	Foto deur Locutus Borg op Wikipedia	476
60	Foto deur Locutus Borg op Wikipedia	476
61	Foto van Wikipedia	476
62	Foto deur goodfriend100 op Wikipedia	476
63	Foto deur Aram Dulyan op Wikipedia	478
64	Foto deur Wilson44691 op Wikipedia	478
65	Foto deur USDS(geology) op Wikipedia	478
66	Foto deur USDS(geology) op Wikipedia	478
67	Foto deur Aram Dulyan op Wikipedia	478
68	Foto deur USDS(geology) op Wikipedia	478
69	Foto deur USDS(geology) op Wikipedia	478
70	Foto deur US geological survey op Wikipedia	478
71	Foto deur USGS op Wikipedia met prente van roks van Wilson44691 op Wikipedia	479
72	Foto geskep van kaart op Wikipedia en data van http :// www.geoscience.org.za/images/stories/rsadeposits . g	
73	Foto deur US geological survey op Wikipedia	481

CAPS UITGAWE

GRAAD 11

FISIESE WETENSKAPPE

GESKRYF DEUR VRYWILLIGERS

HIERDIE HANDBOEK IS
BESKIKBAAR OP JOU SELFOON



Hierdie handboek is beskikbaar op die web, mobi-web en Mxit.
Lees, oefen slim en sien oplossings by m.everythingscience.co.za

