



# Mind the Gap!

**Fisiese Wetenskap Deel 1**  
**Fisika**  
Studiegids

Graad  
**12**



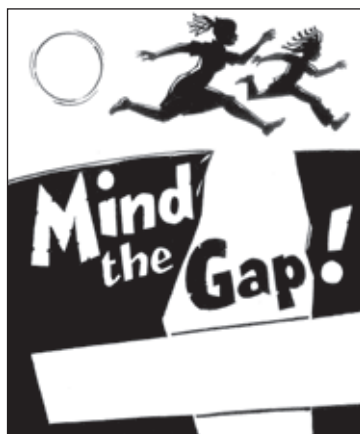
**basic education**

Departement:  
Basiese Onderwys  
**REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA**



basiese onderwys

Departement:  
Basiese Onderwys  
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA



© Departement van Basiese Onderwys 2015

Die inhoud mag nie verkoop of vir kommersiële doeleindes aangewend word nie.

Kurrikulum- en Assesseringsbeleidsverklaring (KABV) Graad 12

*Mind the Gap*-studiegids vir Fisiese Wetenskap Deel 1: Fisika

ISBN 978-1-4315-1937-8

Dié publikasie is gepubliseer met 'n Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike-lisensie. Jy kan die inhoud gebruik, modifiseer, oplaai en aflaai, en ook met ander deel, maar slegs met toepaslike erkenning van die Departement van Basiese Onderwys, die outeurs en die bydraers. As jy enige aanpassings aan die inhoud maak, moet die Departement van Basiese Onderwys daarvan in kennis gestel word. Die inhoud mag nie verkoop of vir kommersiële doeleindes aangewend word nie. Besoek die webwerf <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> vir meer inligting oor die lisensievoorwaardes.

Kopiereg © Departement van Basiese Onderwys 2015

Strubenstraat 222, Pretoria, Suid-Afrika

Kontakpersoon: Dr Patricia Watson

E-pos: [watson.p@dbe.gov.za](mailto:watson.p@dbe.gov.za)

Tel: (012) 357 4502

<http://www.education.gov.za>

Oproepsentrum: 0800202933

Eerste uitgawe, gepubliseer in 2012, vir die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring (HNKV) Graad 12 *Mind the Gap*-studiegids vir Rekeningkunde, Ekonomie, Aardrykskunde en Lewenswetenskappe; die tweede uitgawe, gepubliseer in 2014, het die titels aangepas by die Kurrikulum- en Assesseringsbeleidsverklaring (KABV) en meer titels in 2015 tot die reeks toegevoeg, ingesluit die KABV Graad 12 *Mind the Gap*-studiegids vir Fisiese Wetenskap Deel 1: Fisika.

ISBN 78-1-4315-1937-8

***Mind the Gap*-span:**

**Projekbestuurder van reeks:** Dr Patricia Watson

**Produksiekoördineerders:** Lisa Treffry-Goatley en Radha Pillay

**Produksie-assistente:** Nomathamsanqa Hlatshwayo en Motshabi Mondlane

**Outeurs:** Fisiese Wetenskap: Mariaan Bester, Nkosinathi Michael Khathi, Karen Yvonne Kornet, Jenny Koster, Mosala Daniel Leburu, Karen Reynecke, Lerato Mabogatsu Mphachoe, Thabiso Precious Ndaba, Gilberto Izquierdo Rodriguez, Meshack Jabu Sithole, Kumar Kuttan Pillai Suresh en Sehubedu Jerry Tladi

**Vakkundige lesers:** Morongwa Masemolo, Prof Mundslamo Fathuwani, Dr T.D.T Sedumedi, Veena Maharaj, John Ostrowick en Karen van Niekerk

**Proeflesers:** John Ostrowick, Sehubedu en Angela Thomas

**Ontwerpers:** Sonja McGonigle, Erika van Rooyen en Adam Rumball

**Illustreerders:** Michele Dean, Vusi Malindi, Khosi Pholosa, John Ostrowick, Kenneth Tekane

**Omslagontwerp:** Alastair Findlay

**Afrikaanse vertaler:** Johan Steenkamp

**Werkswinkel- en IT-ondersteuning op perseel:** Wayne Cussons

Spesiale dank aan Denzil Hollis, Hoof Uitvoerende Beampte van Winning Teams, vir die organisasie se vakkundige kennis en werkswinkelondersteuning.

Winning Teams se bordspel-fasiliteerders: Mantse Khoza en Sue Jobson

# Ministeriële Voorwoord

Die Departement van Basiese Onderwys is verheug om die tweede uitgawe van die *Mind the Gap*-studiegidsreeks vir Graad 12-leerders bekend te stel. Die studiegids is 'n voortsetting van die Departement van Basiese Onderwys se innoverende en toegewyde poging om die akademiese prestasie van Graad 12-kandidate in die Nasionale Senior Sertifikaat- (NSS) eksamen te verbeter.

Die studiegids is geskryf deur 'n span vakkundiges wat bestaan uit onderwysers, eksaminators, moderators, vakadviseurs en vak-koördineerders. Navorsing wat in 2012 begin het, toon dat die *Mind the Gap*-reeks sonder twyfel 'n positiewe bydrae tot prestasieverbetering gelewer het. Dit is my vurige wens dat die *Mind the Gap*-studiegids sal verseker dat geen leerder agtergelaat word nie, veral in die lig daarvan dat ons vooruitstreef tydens die viering van 20 jaar van demokrasie.

Die tweede uitgawes van *Mind the Gap* is in ooreenstemming met die 2014 Kurrikulum en Assesseringbeleidsverklaring (KABV). Dit beteken die skrywers het die Nasionale Beleid van toepassing op die program, en bevordering en protokol vir assessering van die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Graad 12 in 2014 in ag geneem.

Die *Mind the Gap*-studiegidsreeks spruit deels voort uit die 2013 Nasionale Diagnostiese verslag oor leerderprestasie en is ook gebaseer op die 2014 Graad 12-eksamineringsriglyne. Elk van die *Mind the Gap*-studiegids verskaf omskrywings van basiese terminologie, eenvoudige verduidelikings en voorbeelde van tipiese vrae wat leerders in die eksamen kan verwag. Voorgestelde antwoorde is ook ingesluit om leerders te help om beter te verstaan. Leerders word ook verwys na spesifieke vrae in vorige nasionale eksamenvraestelle en eksamenmemorandums wat op die Departement se webwerf beskikbaar is by [www.education.gov.za](http://www.education.gov.za).

Die KABV-uitgawes sluit in Rekeningkunde, Ekonomie, Geografie, Lewenswetenskappe, Wiskunde, Wiskundige Geletterdheid en Fisiese Wetenskappe. Die reeks is in Engels en Afrikaans gepubliseer. Daar is ook nege Engels Eerste Addisionele Taal-studiegids. Dit sluit in EFAL Paper 1 (Language); EFAL Paper 3 (Writing) en 'n studiegids vir elk van die voorgeskrewe literatuurstudies vir Graad 12. Dit sluit in Short Stories, Poetry, *To Kill a Mockingbird*, *A Grain of Wheat*, *Lord of the Flies*, *Nothing but the Truth* en *Romeo and Juliet*. (Onthou asseblief wanneer jy vir die EFAL Paper 2 voorberei, dat jy net die voorgeskrewe werke wat jy in die EFAL-klasse op skool behandel het, moet bestudeer.)

Die studiegids is doelmatig saamgestel om leerders wat onderpresteer as gevolg van te min blootstelling aan die inhoudsvereiste van die kurrikulum te ondersteun, en om die gaping tussen slaag en druip te oorkom deur leemtes in die leerders se kennis van algemene konsepte te oorbrug, sodat leerders kan slaag.

Al wat nou nodig is, is dat ons Graad 12-leerders soveel moontlik tyd gebruik om toegewyd voor te berei vir die eksamens. Leerders, maak ons trots – studeer hard. Ons wens julle alle sterkte toe met julle Graad 12-eksamens.



Matsie Angelina Motshekga, LP  
Minister van Basiese Onderwys

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Matsie Angelina Motshekga', written over a horizontal line.

Matsie Angelina Motshekga, LP  
Minister van Basiese Onderwys  
2015





# Inhoud

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Beste Graad 12-leerder ...</b>                                      | <b>vii</b>    |
| <b>Hoe om hierdie studiegids te gebruik.</b>                           | <b>viii</b>   |
| <b>Top 10 studiewenke.</b>   | <b>ix</b>     |
| <b>Geheueympies.</b>   | <b>x</b>      |
| <b>Geheuekaarte</b>  | <b>xi</b>     |
| <b>Op eksamendag</b>   | <b>xii</b>    |
| <b>Sleutelwoorde wat jou help om vrae te beantwoord</b>                | <b>xiii</b>   |
| <b>Woordelys</b>   | <b>xiv</b>    |
| <b>Algemene terme</b>  | <b>xiv</b>    |
| <b>Tegniese terme</b>  | <b>xvii</b>   |
| <b>Die wiskundige vaardighede wat jy nodig het.</b>                    | <b>xxxiii</b> |
| <b>Bronnebladsye</b>   | <b>xliii</b>  |
| • SI-vermenigvuldigers   | xliv          |
| • Konstante  | xliv          |
| • Formules   | xlvi          |
| <b>Eenheid 1: Meganika: Kragte en Newton se Wette</b>                  | <b>1</b>      |
| 1.1 Hersiening: Vektors  | 2             |
| 1.2 Wat is krag?   | 3             |
| 1.3 Verskillende soorte krag   | 3             |
| 1.4 Kragdiagramme en vryeliggaamdiagramme                              | 6             |
| 1.5 Resultant (netto) krag   | 11            |
| 1.6 Newton se Eerste Wet in terme van Momentum (Wet van Rustraagheid). | 14            |
| 1.7 Snelheid en versnelling: Hersiening                                | 16            |
| 1.8 Newton se Tweede Wet in terme van Momentum: Versnelling            | 16            |
| 1.9 Newton se Derde Wet in terme van Momentum                          | 27            |
| 1.10 Newton se Wet in terme van Universele Gravitasie                  | 28            |
| 1.11 Die verskil tussen massa en gewig                                 | 30            |
| <b>Eenheid 2: Momentum en impuls</b>                                   | <b>33</b>     |
| 2.1 Momentum   | 34            |
| 2.2 Verandering in momentum  | 35            |
| 2.3 Newton se Tweede Wet in terme van Momentum                         | 37            |
| 2.4 Impuls   | 39            |
| 2.5 Die beginsel van bewaring van liniêre momentum                     | 40            |
| 2.6 Probleemtipes  | 41            |
| 2.7 Elastiese en onelastiese botsings                                  | 46            |
| <b>Eenheid 3: Vertikale projektielbeweging in een dimensie</b>         | <b>50</b>     |
| 3.1 Hersiening: Grafieke van snelheid, versnelling en verplasing       | 51            |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 3.2  | Vryval .....  | 52         |
| 3.3  | Grafieke van projektielbeweging Tipe 1 .....                            | 53         |
| 3.4  | Grafieke van projektielbeweging Tipe 2 .....                            | 55         |
| 3.5  | Grafieke van projektielbeweging Tipe 2 (a).....                         | 56         |
| 3.6  | Grafieke van projektielbeweging Tipe 2 (b).....                         | 58         |
| 3.7  | Grafieke van projektielbeweging Tipe 3 .....                            | 60         |
| <b>Eenheid 4: Werk, energie en krag .....</b>                                      |   | <b>68</b>  |
| 4.1  | Werk .....  | 68         |
| 4.2  | Energie .....   | 73         |
| 4.3  | Krag.....   | 77         |
| <b>Eenheid 5: Doppler-effek .....</b>  |   | <b>81</b>  |
| 5.1  | Golwe: Hersiening.....  | 81         |
| 5.2  | Die Doppler-effek.....  | 84         |
| 5.3  | Toepassing van die Doppler-effek met ultrasoniese klankgolwe .....      | 88         |
| 5.4  | Toepassing van die Doppler-effek met lig.....                           | 88         |
| <b>Eenheid 6: Elektrostatika .....</b>   |   | <b>90</b>  |
| 6.1  | Definisie: Elektriese lading en elektriese krag .....                   | 90         |
| 6.2  | Die Wet van Bewaring van Lading .....                                   | 91         |
| 6.3  | Coulomb se Wet.....   | 93         |
| 6.4  | Elektriese velde om gelaaiide voorwerpe .....                           | 96         |
| 6.5  | Elektriese veldsterkte .....  | 98         |
| <b>Eenheid 7: Elektriese stroombane .....</b>                                      |   | <b>103</b> |
| 7.1  | Faktore wat die weerstand van 'n draadgeleier beïnvloed ...             | 104        |
| 7.2  | Ohm se Wet.....   | 104        |
| 7.3  | Stroomspanning (Potensiaalverskil) en Elektromotoriese Krag (emf) ..... | 106        |
| 7.4  | Interne weerstand .....   | 106        |
| 7.5  | Elektriese energie.....   | 108        |
| 7.6  | Krag.....   | 108        |
| <b>Eenheid 8: Elektrodinamika: Elektriese masjiene (generators en motors).....</b> |   | <b>116</b> |
| 8.1  | Motors en generators.....   | 117        |
| 8.2  | Wisselstroom-stroombane .....   | 126        |
| <b>Eenheid 9: Optiese fenomene en eienskappe van materiale .....</b>               |   | <b>134</b> |
| 9.1  | Elektromagnetiese golwe en sigbare lig: Hersiening .....                | 134        |
| 9.2  | Die foto-elektriese effek .....   | 135        |
| <b>Eenheid 10: Uitstraling- en absorpsiespektra .....</b>                          |   | <b>144</b> |
| 10.1   | Aaneenlopende emissiespektra .....                                      | 144        |
| 10.2   | Atomiese emissiespektra .....   | 145        |
| 10.3   | Atomiese absorpsiespektra .....   | 146        |

# Beste Graad 12-leerder

Hierdie *Mind the Gap*-studiegids is ontwerp om jou met jou voorbereiding vir die eindeksamen in KABV Fisiese Wetenskap Deel 1: Fisika Gr. 12 te help.

Hierdie studiegids dek NIE die totale KABV-kurrikulum nie, maar fokus op die kernkonsepte van elk van die kennisareas en wys jou in watter areas jy maklik punte kan verdien.

Jy moet deur die studiegids werk om jou kennis te verbeter, jou swakpunte te identifiseer en jou eie foute te korreger.

Om 'n goeie slaagsyfer te verseker, beveel ons aan dat jy jou handboek en klasnotas gebruik om self deur die ander aspekte van die kurrikulum te werk.

Ons is oortuig dat hierdie studiegids jou sal help om goed voor te berei sodat jy die einde van die jaar sal slaag.

Ons is oortuig daarvan dat hierdie *Mind the Gap*-studiegids jou kan help om goed voor te berei sodat jy die eindeksamen sal slaag.



## Oorsig van die Graad 12-eksamen

Elk van die TWEE eksamenvraestelle aan die einde van die jaar sal bestaan uit die volgende onderwerpe:

| Kognitiewe vlak | Beskrywing                       | Vraestel 1 (Fisika) |
|-----------------|----------------------------------|---------------------|
| 1               | Onthou/Herroep                   | 15%                 |
| 2               | Verstaan/Begryp                  | 35%                 |
| 3               | Toepassing en analisering        | 40%                 |
| 4               | Evaluering en skepping (sintese) | 10%                 |

| Vraestel | Tipe vrae  | Duur  | Totaal | Datum            | Nasiening |
|----------|--|-------|--------|------------------|-----------|
| 1        | Fisika<br>10 multi-keuse vrae – 20 punte<br>Gestruktureerde vrae – 130 punte | 3 ure | 150    | Oktober/November | Ekstern   |

| Vraestel 1: Fisika-fokus    |       |           |       |                              |    |    |    |
|-----------------------------|-------|-----------|-------|------------------------------|----|----|----|
| Inhoud                      | Punte | Totaal    | Duur  | Weging van kognitiewe vlakke |    |    |    |
| Meganika                    | 63    | 150 punte | 3 ure | 15                           | 35 | 40 | 10 |
| Golwe, klank en lig         | 17    |           |       |                              |    |    |    |
| Elektrisiteit en magnetisme | 55    |           |       |                              |    |    |    |
| Materie en materiale        | 15    |           |       |                              |    |    |    |

Kyk uit vir hierdie ikone in die studiegids.



# Hoe om hierdie studiegids te gebruik

Hierdie studiegids dek slegs sekere aspekte van die verskillende temas van die KABV Graad 12-kurrikulum in die volgorde waarin dit gewoonlik deur die jaar onderrig word. Die geselekteerde aspekte van elke tema word soos volg aangebied:

- 'n Verduideliking van terme en konsepte;
- Uitgewerkte voorbeelde om te verduidelik en te demonstreer;
- Aktiwiteite met vrae wat jy moet beantwoord, en
- Antwoorde wat jou in staat stel om jou werk te kontroleer.

|  |                         |  |  |  |   |
|--|-------------------------|--|--|--|---|
|  | Skenk spesiale aandag   |  | Wenke om jou te help om 'n konsep te onthou of om jou te lei om probleme op te los |  | Uitgewerkte voorbeelde                      |
|  | Stapsgewyse instruksies |  | Verwys jou na vorige eksamenvraestelle   |  | Aktiwiteite met vrae wat jy moet beantwoord |

- Die aktiwiteite is op tipiese eksamenvrae gebaseer. Maak die antwoorde toe en beantwoord eers die vraag op jou eie. Kontroleer dan jou antwoorde. Beloon jouself vir die dinge wat jy reg doen. As jy enige verkeerde antwoorde het, maak seker dat jy verstaan waarom dit verkeerd is voordat jy met die volgende afdeling aangaan.
- Die wiskundige begrippe, in besonder algebra en grafieke, wat jy moet ken, word in hierdie inleidende bladsye hanteer. Dit is kritiese vaardighede wat jy sal benodig vir enige vak waarin wiskundige toepassings gebruik word. Maak dus seker dat jy die inhoud van hierdie bladsye ten volle begryp voor jy verder gaan.
- Besoek [www.education.gov.za](http://www.education.gov.za) en laai vorige eksamenvraestelle af vir jou om mee te oefen.

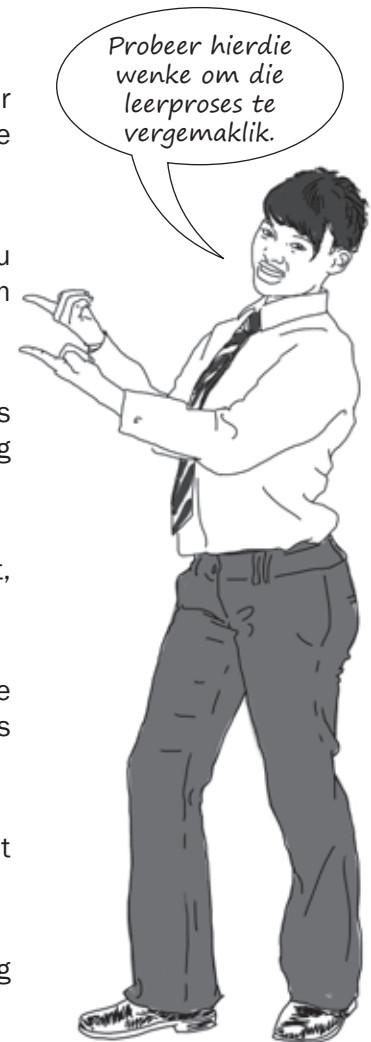
Gebruik hierdie studiegids as 'n werkboek. Maak notas, teken prente en lig belangrike konsepte met 'n merkpen uit.





# Top 10 studiewenke

1. Hou al die skryfbehoeftes wat jy nodig het om te studeer, soos penne, potlode, glanspenne en papier, ensovoorts, byderhand.
2. Wees positief. Maak seker dat jou brein die inligting vaslê deur jouself voortdurend te herinner hoe belangrik dit is om die werk te onthou en die punte te kry.
3. Stap nou en dan buite rond. 'n Verandering van omgewing sal jou leervermoë stimuleer. Jy sal verbaas wees hoeveel meer jy inneem nadat jy 'n bietjie vars lug geskep het.
4. Deel jou leertyd in hanteerbare eenhede op. As jy probeer om alles op een slag te leer, sal dit net jou brein moeg, ongefokus en angstig maak.
5. Hou jou studietye kort maar effektief, en beloon jouself met kort, konstruktiewe rusperodes.
6. Verduidelik aan enigeen wat bereid is om te luister, die konsepte wat jy geleer het. Dit kan dalk aan die begin vreemd voel, maar dit is beslis die moeite werd om jou hersieningsnotas hardop te lees.
7. Prente en verskillende kleure help jou brein om te leer. Gebruik dit oral waar jy kan.
8. Volstaan met die leerareas wat jy goed ken, en fokus jou breinkrag op die afdelings wat jy sukkel om te onthou.
9. Herhaling is die sleutel om die werk wat jy ken, te onthou. Hou die pas vol en moenie opgee nie.
10. Slaap elke nag ten minste 8 uur lank, eet gesond en drink baie water – dit is alles belangrike dinge wat jy kan doen om jou brein te ondersteun. Voorbereiding vir die eksamen is amper soos harde fisiese oefening, en daarom moet jy fisies voorbereid wees.



*As jy dit nie eenvoudig kan verduidelik nie, verstaan jy dit nog nie goed genoeg nie.*

**Albert Einstein**



## Geheuerympies

'n Geheuerympie is 'n nuttige tegniek om inligting wat moeilik is om te onthou, in jou geheue vas te lê.

Hier is die mees nuttige geheuerympie vir Wiskunde, Wiskundige Geletterdheid en Fisiese Wetenskappe:

### HODMOA:

**H** – Hakies

**O** – Orde: magte, wortel, ens.

**D** – Deel

**M** – Maal

**O** – Optel

**A** – Aftrek

Jy sal regdeur die studiegids nog geheuerympies teëkom om inligting mee te onthou.

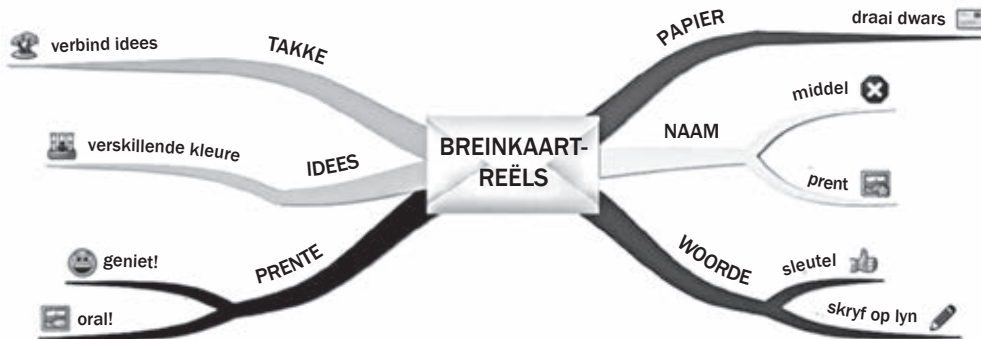
Hoe meer kreatief jy is en jou 'kodes' koppel aan bekende dinge, hoe nuttiger sal jou geheuerympies wees.

*Opvoeding help 'n mens om nie deur vreemde situasies bedreig te voel nie.*

**Maya Angelou**

# Breinkaarte

Verskeie breinkaarte (ook genoem geheuekaarte) is ingesluit in die Mind the Gap- studiegids wat die werk in sommige afdelings opsom.



**Breinkaarte** werk omdat dit inligting aanbied op dieselfde wyse as waarop ons brein die inligting 'sien'.

Terwyl jy die breinkaarte in hierdie studiegids bestudeer, kan jy prente vir elke vertakking byvoeg om jou te help om die inhoud te onthou.

Ontwikkel jou eie breinkaarte soos wat jy elke afdeling voltooi.

## Hoe om jou eie breinkaart te ontwikkel:

1. Draai die vel papier dwars sodat jou breinkaart in alle rigtings kan uitsprei.
2. Besluit op 'n beskrywende naam vir die breinkaart wat die inligting wat jy daarop gaan plaas, bondig saamvat.
3. Skryf die naam in die middel en teken 'n sirkel, borrel of raam rondom die naam.
4. Skryf net sleutelwoorde op die sytakke neer, nie volsinne nie. Hou dit kort en kragtig.
5. Elke tak moet 'n ander idee toon. Gebruik 'n ander kleur pen vir elke idee. Verbind die inligting wat saamhoort. Dit sal jou help om die konsepte in te skerp en te verstaan.
6. Voeg gerus prente by; dit maak nie saak as jy nie goed kan teken nie.



# Op eksamendag

- 1.** Sorg dat jy al die skryfbehoeftes vir jou eksamen byderhand het, byvoorbeeld pen, potlood, uitveër, liniaal en sakrekenaar (met vars batterye). Bring ook jou ID-dokument en eksamentoelatingsbrief.
- 2.** Wees betyds, arriveer ten minste 'n uur voordat die eksamen begin by die eksamenlokaal.
- 3.** Gaan toilet toe voordat jy die eksamenlokaal binnegaan. Jy wil nie waardevolle tyd verloor deur gedurende die eksamen die lokaal te moet verlaat nie.
- 4.** Gebruik die tien minute leestyd om die instruksies noukeurig deur te lees. Dit help jou om die inligting in jou brein te 'ontsluit'. Begin met die maklikste vraag om jou denkprosesse aan die gang te sit.
- 5.** Breek die vraag in kleiner dele op om seker te maak jy verstaan presies wat gevra word. As jy die vraag nie behoorlik beantwoord nie, sal jy nie punte daarvoor kry nie. Kyk na die sleutelwoorde in die vraag vir riglyne oor hoe jy dit moet beantwoord. Sien die volgende bladsye van die studiegids vir lyste van sleutelwoorde.
- 6.** Probeer om al die vrae te beantwoord. Elke vraag het sekere maklike punte; maak dus seker jy doen ten minste 'n deel van elke vraag in die eksamen.
- 7.** Moenie paniekerig raak nie, selfs al lyk die vraag aanvanklik moeilik. Dit sal wel verband hou met iets wat jy geleer het. Vind die verband.
- 8.** Bestuur jou tyd versigtig. Moenie tyd mors met vrae waaroor jy onseker is nie. Beweeg aan en kom terug as die tyd dit toelaat. Doen eerste die vrae waarvan jy die antwoorde ken.
- 9.** Skryf groot en duidelik. Jy sal meer punte kry as die nasiener jou antwoord maklik kan lees. Toon jou bewerkings tussen hakies, soos in hierdie studiegids voorgestel word.
- 10.** Kyk na waardes – hoeveel punte aan elke antwoord toegeken word. Die regmerkies in hierdie studiegids se antwoorde gee jou 'n riglyn van hoe punte toegeken word. Moet nie meer of minder inligting gee as wat vereis word nie.



# Sleutelwoorde wat jou help om vrae te beantwoord

Dit is belangrik om die aksiewoorde (die woorde wat jou sê wat om te doen) te identifiseer en te begryp sodat jy presies weet wat die eksaminator verwag. Gebruik die verduidelikings in die tabel as riglyn wanneer jy vrae beantwoord.

| Vraagwoord           | Wat van jou verwag word   |
|----------------------|---|
| <b>Analiseer</b>     | Verdeel; ondersoek en interpreteer  |
| <b>Benaming</b>      | Identifiseer op 'n diagram of skets   |
| <b>Benoem</b>        | Gee die naam (naamwoord) van iets   |
| <b>Bepaal</b>        | Om iets te bereken, of 'n antwoord te vind deur gegewens te ondersoek   |
| <b>Bereken</b>       | Dit beteken 'n numeriese antwoord word verwag – gewoonlik moet jy bewerking toon, veral wanneer twee of meer stappe gevolg word |
| <b>Bespreek</b>      | Oorweeg alle inligting en kom tot 'n gevolgtrekking   |
| <b>Definieer</b>     | Gee 'n kort en duidelike omskrywing   |
| <b>Differensieer</b> | Gebruik verskille om kategorieë te kwalifiseer  |
| <b>Identifiseer</b>  | Noem die essensiële kenmerke. GEE SPESIALE AANDAG   |
| <b>Klassifiseer</b>  | Groepeer dinge gebaseer op soortgelyke kenmerke   |
| <b>Lys</b>           | Stel 'n lys items sonder enige addisionele besonderhede saam  |
| <b>Omskryf</b>       | Beskryf in woorde (gebruik diagramme waar toepaslik) die hoof kenmerke van 'n struktuur/proses/fenomeen/ondersoek               |
| <b>Stel voor</b>     | Bied 'n verduideliking of 'n oplossing aan  |
| <b>Stel</b>          | Skryf die inligting sonder 'n bespreking neer   |
| <b>Tabuleer</b>      | Stel 'n tabel op en dui die antwoorde as direkte pare aan   |
| <b>Verduidelik</b>   | Maak duidelik, interpreteer, sit uiteen   |
| <b>Vergelyk</b>      | Lig uit of toon ooreenkomste en verskille tussen goed, konsepte of fenomene   |
| <b>Vermeld</b>       | Verwys na relevante punte   |

*Omkring die aksiewoord en onderstreep enige ander belangrike sleutelwoorde in die eksamenvraag. Hierdie woorde sê jou presies wat gevra word.*





# Woordelys

Die woordelys hieronder bevat al die moeilike woorde wat in *Mind the Gap*-Wiskunde, -Wiskundige Geletterdheid en -Fisiese Wetenskappe gebruik word. Ons stel voor dat jy die lys 'n paar keer deurgaan en seker maak dat jy elke term verstaan. Maak 'n regmerk langs elke term wat jy verstaan sodat jy weer aandag aan die ongemerktes kan gee.

| SLEUTEL   |   |
|-----------|---|
| Afkorting | Betekenis   |
| (afk.)    | afkorting   |
| (bnw.)    | byvoeglike naamwoord: beskrywende woord soos 'groot'              |
| (bw.)     | bywoord: beskrywende woord vir werkwoord, soos 'vinnig'           |
| (ekv.)    | enkelvoud, een van  |
| (mv.)     | meervoud: meer as een van   |
| (nw.)     | naamwoord: benamingswoord soos 'persoon'                          |
| (voors.)  | voorsetsel: 'n woord wat plek of posisie beskryf, soos 'op', 'by' |
| (ww.)     | werkwoord: doen- of aksiewoord soos 'loop'                        |

## Algemene terme

| Term                | Betekenis   |
|---------------------|---|
| <b>A</b>            |   |
|                     |   |
| <b>Aandui</b>       | Iets aantoon, bv. spore.  |
| <b>Aansoek doen</b> | Formeel vir 'n betrekking, of hulp, of lisensie vra.              |
| <b>Aanwys</b>       | Instruksies gee of sê hoe iets gedoen moet word.                  |
| <b>Aanwys</b>       | Uitwys of aantoon.  |
| <b>Affekteer</b>    | Verskil maak, emosies aantas. Nie verwar met effek. Sien 'effek'. |
| <b>Afgestomp-</b>   | Kortgesny, afkap.   |
| <b>Afkort</b>       | Korter maak.  |
| <b>Aflei</b>        | Met beredenering tot 'n gevolgtrekking kom.                       |
| <b>Afleiding</b>    | Gevolgtrekking.   |
| <b>Aflewier</b>     | Om te bring en te oorhandig.                                      |
| <b>Analiseer</b>    | Iets in besonderhede ondersoek.                                   |
| <b>Anti-</b>        | Teen iets wees, bv. anti-rassisme.                                |

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Anti-kloksgewys</b> | In die teenoorgestelde rigting.                               |
|                        |   |
| <b>B</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Beginsel</b>        | Basiese riglyn waarvolgens iemand leef en optree.             |
| <b>Bepaal</b>          | Uitwerk, gewoonlik met eksperiment of berekening.             |
| <b>Bevinding</b>       | Resultaat van 'n eksperiment of berekening.                   |
| <b>Bewerkstellig</b>   | Uitvoer, in werking stel.                                     |
| <b>Bots</b>            | Om in iets vas te beweeg.                                     |
|                        |   |
| <b>D</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Dalend</b>          | Afgaan.   |
| <b>Data</b>            | Inligting, informasie.  |
| <b>Definieer</b>       | Met woorde omskryf.   |
| <b>Definisie</b>       | Die term vir dit wat gedefinieer word.                        |
|                        |   |
| <b>F</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Fabriek</b>         | Waar goedere vervaardig of aanmekaar gesit word.              |
| <b>Faktor</b>          | 'n Omstandigheid, feit of invloed wat bydra tot 'n resultaat. |
| <b>Familielid</b>      | Bloedverwant.   |
| <b>Fenomeen</b>        | Verskynsel; buitengewone gebeurtenis.                         |
| <b>Fladder</b>         | In die lug hang, soos 'n valk of helikopter.                  |
| <b>Formaat</b>         | Uitleg of patroon, soms ook grootte (afmetings).              |
|                        |   |
| <b>G</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Gelyktydig</b>      | Op dieselfde tyd.   |
| <b>Gloaal</b>          | Regoor die wêreld.  |
| <b>Grootte</b>         | Die omvang van iets: oppervlak, probleem, heelal.             |
|                        |   |
| <b>H</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Heelal</b>          | Alles wat bestaan.  |
| <b>Hipotese</b>        | 'n Teorie of veronderstelling.                                |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Hipoteties</b>   | Teoreties, wag op verdere duidelikheid.                              |
| <b>Horisontaal</b>  | Van links na regs in 'n reguit lyn; hou verband met 'horison'.       |
|                     |  |
| <b>I</b>            |  |
|                     |  |
| <b>Identifiseer</b> | Iets of iemand herken, uitken of eien.                               |
| <b>Illustreer</b>   | 'n Voorbeeld gee van wat bedoel word; teken.                         |
| <b>Impliseer</b>    | Skimp, sonder om reguit te sê wat bedoel word.                       |
|                     |  |
| <b>K</b>            |  |
|                     |  |
| <b>Kloksgewys</b>   | In die rigting wat die wysers beweeg.                                |
| <b>Kontras</b>      | Die verskil tussen twee goed wat met mekaar vergelyk word.           |
| <b>Kwaliteit</b>    | Standaard van iets gemeet teen iets soortgelyks; karakter van mense. |
| <b>Kwessies</b>     | 'n Probleem of debatteerbare punt.                                   |
|                     |  |
| <b>L</b>            |  |
|                     |  |
| <b>Langsaan</b>     | Langs iets.  |
| <b>Ligging</b>      | Plek.  |
|                     |  |
| <b>M</b>            |  |
|                     |  |
| <b>Makroskopies</b> | Groot genoeg om met blote oog te sien.                               |
| <b>Manipuleer</b>   | Hanteer, behandel, knoei, oneerlik beïnvloed.                        |
| <b>Menigte</b>      | Baie.  |
| <b>Mikroskopies</b> | Te klein om met blote oog te sien.                                   |
| <b>Monteer</b>      | Ophang, vassit, vasplak.   |
| <b>Motiveer</b>     | Iemand 'n rede gee om iets te doen.                                  |
|                     |  |
| <b>N</b>            |  |
|                     |  |
| <b>Naastenby</b>    | Amper, nie perfek nie, min of meer.                                  |
| <b>Negeerbaar</b>   | Klein en onbelangrik, kan geïgnoreer word.                           |
| <b>Numeries</b>     | Hou verband met syfers, volgorde.                                    |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       |  |
| <b>O</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Omgekeerd</b>      | Die teenoorgestelde.   |
| <b>Omvang</b>         | Hoe groot of baie.   |
| <b>Onbelemmerd</b>    | Ongehinderd, vry.  |
| <b>Onderskeidelik</b> | In volgorde, soos genoem, respektiewelik.                                      |
| <b>Onderzoek</b>      | Bestudeer, navorsing doen.   |
| <b>Opeenvolgend</b>   | Een na die ander sonder onderbreking.  |
| <b>Ooglopend</b>      | Duidelik, soos iets voorkom.   |
| <b>Oorsaak</b>        | Rede vir iets wat gebeur het.  |
| <b>Oorsaaklikheid</b> | Verband van oorsaak en gevolg.   |
| <b>Oorweeg</b>        | Iets bedink.   |
| <b>Opereer</b>        | Werk, aandryf, beheer.   |
| <b>Oplos</b>          | Iets finaliseer, tot 'n gevolgtrekking bring, duidelik maak.                   |
| <b>Optimaal</b>       | Beste; voordeligste.   |
| <b>Optimum</b>        | Toppunt.   |
| <b>Oriëntasie</b>     | Posisie of ligging relatief tot ander of komaspunte; bekend word met omgewing. |
|                       |  |
| <b>P</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Prinsipaal</b>     | Skoolhoof; ook volmaggewer, vernaamste punt.                                   |
| <b>Rekenskap gee</b>  | Verduidelik hoekom.  |
|                       |  |
| <b>R</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Rekord-houding</b> | Iets aanteken vir latere gebruik of verwysing.                                 |
| <b>Respekteer</b>     | Met agting, eerbied, bejeën.   |
|                       |  |
| <b>S</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Strem</b>          | Benadeel of verswak.   |
| <b>Stygend</b>        | Opgaan.  |
|                       |  |
| <b>T</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Teenreaksie</b>    | Optrede teen iets om dit te stop.  |
| <b>Tendens</b>        | Neiging, geneigdheid, gewoonte.  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Transmissie</b>    | Oordrag, oorbrengring, iets stuur.   |
| <b>Transmitteer</b>   | Oorsein, versend, deurstuur.   |
| <b>Transversaal</b>   | Dwarsoor, sny van lyne of vlakke.  |
|                       |  |
| <b>U</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Uitgesluit</b>     | Nie ingesluit.   |
| <b>Uitruilbaar</b>    | Kan omgeruil word met iets anders.   |
| <b>Uitskiet</b>       | Iets met geweld uitforseer.  |
| <b>Uitsluitlik</b>    | Slegs, niks of niemand anders ingesluit nie.   |
| <b>Uniform</b>        | Voorgeskrewe kleredrag, bv soldate, verpleegsters. B.nw.: gelykvormig, met dieselfde vorm, algemeen geldend.       |
| <b>Universeel</b>     | Oraloer gevind, toepaslik en waar.   |
|                       |  |
| <b>V</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Vas</b>            | Nie beweegbaar nie.  |
| <b>Vasstel</b>        | Bewys, iets ondersoek en seker maak.   |
| <b>Veelvuldig</b>     | Baie.  |
| <b>Verband</b>        | Verbind wees met iets anders.  |
| <b>Verdryf</b>        | Iets of iemand uit forseer.  |
| <b>Verifieer</b>      | Bewys as waar, bevestig.   |
| <b>Verkry</b>         | Kry, bekom.  |
| <b>Verloop</b>        | Wat verbygegaan het, bv. tyd.  |
| <b>Veroorsaak</b>     | Iets wat iets anders laat gebeur.  |
| <b>Versus</b>         | Teen, afk.: 'vs' of 'v'.   |
| <b>Verteenwoordig</b> | Namens iets of iemand optree of praat; beeld van iets.   |
| <b>Vertikaal</b>      | Regop. loodreg.  |
| <b>Via</b>            | Langs, oor, met dié pad, spoor, lug.   |
| <b>Vice versa</b>     | Omgekeerd.   |
| <b>Vind</b>           | Ontdek of bepaal.  |
| <b>Voorbeeld</b>      | 'n Goeie of tipiese iets soortgelyk.   |
| <b>Voorkom</b>        | Blyk te wees, gebeur.  |
| <b>Voorsien</b>       | Beskikbaar stel vir gebruik.   |
| <b>Voorvoegsel</b>    | Lettergreep wat self nie 'n woord is nie, maar saam met 'n woord gevoeg, 'n nuwe betekenis vorm, bv. prehistories. |
| <b>Vrygestel</b>      | Onthef word van belasting of 'n plig.  |
|                       |  |
| <b>W</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Waarneem</b>       | Kyk na, raaksien.  |
| <b>Wederkerig</b>     | Iets gee of doen in reaksie.   |

# Tegniese terminologie

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>A</b>                       |   |
|                                |   |
| <b>Aantrekking</b>             | Om iets nader te bring.   |
| <b>Aard</b>                    | Elektrisiteit: om 'n elektriese stroom met die aarde te verbind; die draad wat die elektriese stroom met die aarde verbind, nul potensiële verskil hê. Gebruik om stroombaanoorlading te verhoed in geval van oormatige stroomspanning.   |
| <b>Aarde</b>                   | Die planeet waarop ons leef.  |
| <b>Absorpsie</b>               | Proses van iets inneem, opsuig.   |
| <b>Afhang</b>                  | Deur iets beheer of bepaal word; nodigheid dat iets anders eers moet bestaan of gebeur.   |
| <b>Afhanklike veranderlike</b> | 'n Veranderlike waarvan die waarde afhanglik is van 'n ander veranderlike, dit wat uit 'n eksperiment voorkom, die effek, die resultate. Sien ook 'onafhanklike veranderlike' en 'kontrole afhanglike'. Die afhanglike veranderlike het waardes wat afhang van die onafhanklike veranderlike en ons stip dit op die vertikale as. |
| <b>Afstand</b>                 | Sien 'verplasing'.  |
| <b>Afstoot</b>                 | Wegstoot van. Fisika: soortgelyke ladings stoot af, ladings wat verskil, trek aan.  |
| <b>Afstoting</b>               | Die proses van wegstoot van iets.   |
| <b>Algebra</b>                 | 'n Wiskundige sisteem waar onbekende getalle deur letters voorgestel word en wat gebruik word om komplekse berekenings volgens sekere reëls te doen.  |
| <b>Ammeter</b>                 | (Elekt.) 'n Toestel waarmee stroomsterkte gemeet word. Sien ook 'ampère', 'stroomsterkte'.  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Ampère</b>      | Een coulomb krag wat verby een punt in een sekonde beweeg. Sien ook 'coulomb'. Tegnies is een ampère die konstante stroom wat, indien volgehou tussen twee reguit en parallelle geleiers van oneindige lengte, en negeerbare sirkelvormige deursnee, en wat 1 meter van mekaar geplaas is in 'n vakuum, tussen die geleiers 'n krag van $2 \times 10^{-7}$ N/m sal produseer. |
| <b>Amplitude</b>   | Die omvang van iets (omgangstaal). Fisika: die maksimum reikwydte van 'n vibrasie in die rigting loodreg met die ontstaansrigting, of eenvoudiger gestel: die verste wat 'n vibrasie beweeg (links/regs) wanneer 'n golf vorentoe beweeg.   |
| <b>Anioon</b>      | 'n Negatiewe ioon. Sien 'kation', 'ioon'.   |
| <b>Apparaat</b>    | Toerusting, deel van 'n wetenskaplike eksperiment.  |
| <b>As</b>          | 'n Lyn waarop punte gestip kan word en wat aandui hoe ver dit van 'n sentrale punt (die oorsprong) af is. Sien 'oorsprong'. 'Vertikale as' of 'y-as' verwys na hoe hoog (of hoe laag) 'n punt bo of onder die oorsprong is. 'Horisontale as' of 'x-as' verwys na hoe ver regs of links 'n punt van die oorsprong is.  |
| <b>atm</b>         | Afkorting vir drukatmosfeer (1 atm = 101,3 kPa). Lugdruk by seevlak, dieselfde as 'bar' (barometriesse druk).   |
| <b>Atmosfeer</b>   | Die lug of die gasse wat 'n planeet omhul; die lug; as 'n meeteenheid (sien 'atm').   |
| <b>Atmosferies</b> | Te doen met die atmosfeer.  |
| <b>Atoom</b>       | Die kleinste deeltjie van 'n chemiese element wat as dit verder verdeel word, nie meer op dieselfde chemiese manier funksioneer nie. Bevat 'n positiefgelaaide kern en 'n negatiefgelaaide elektronwolk wat die kern omhul. Sien 'kern'.  |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>B</b>                            |   |
|                                     |   |
| <b>Band</b>                         | Verbinding. In fisika en chemie tussen atome en molekule.   |
| <b>Battery</b>                      | 'n Aantal elektriese selle wat in serie (positief aan negatief) gekoppel is. Sien 'sel'. 'n Flitsbattery is in werklikheid 'n elektriese sel. 'Battery' is ook 'n aantal eenderse onderdele, bv. lêhenne se neste, ook grofgeskut.                                  |
| <b>Belemmer</b>                     | Voorkom, verhinder, vertraag.   |
| <b>Belig</b>                        | Te verduidelik of lig te skyn op iets.  |
| <b>Bepaal (oorsaaklike verband)</b> | Om te veroorsaak, iets te verseker, op te stel sodat, oorsaak uitvind.  |
| <b>Besondere</b>                    | 'n Spesifieke iets wat uitgewys word, uitsondering van iemand of 'n groep, iets buitengewoons.  |
| <b>Bewaring</b>                     | 'n Wet wat iets beskryf wat nie verander nie, bv. die behoud van materie-energie bepaal dat materie-energie nie geskep of vernietig kan word nie, slegs kan transformeer van een vorm in 'n ander vorm. Daar is etlike ander behoudings, bv. beweging en wringkrak. |
| <b>Bi-</b>                          | (voorv). Twee.  |
| <b>Borsel</b>                       | Elektrodinamika: die onderdeel in kontak met die magneetanker (die dinamo of klos). Sien 'magneetanker'.  |
| <b>Breedte</b>                      | Hoe wyd iets is.  |
|                                     |   |
| <b>C</b>                            |   |
|                                     |   |
| <b>Cartesiese</b>                   | Enigiets voorgestel deur Rene Descartes. In besonder die x- en y-as koördinaatsisteem.  |
| <b>Coulomb</b>                      | 'n Ladingmeting: die hoeveelheid elektrone gedra deur 'n 1-amp-stroom verby 'n punt in een sekonde. $6,2415 \times 10^{18}$ elektrone.  |
|                                     |   |

| D                            |   |
|------------------------------|---|
|                              |   |
| <b>Dampdruk</b>              | Die druk bo 'n vloeistof wat veroorsaak word deur molekule wat van die vloeistofoppervlak verdamp en in fase-ekwilibrium is (net soveel molekule as wat verdamp, kondenseer weer terug in die vloeistof).   |
| <b>Deeltjie</b>              | Enige klein deel, bv. 'n proton, atoom, molekule.   |
| <b>Definisiever-sameling</b> | Die moontlike reeks x-waardes van 'n funksie vir 'n grafiek. Sien 'reeks'.  |
| <b>Deler</b>                 | Die getal onder die breuklyn; die getal wat die getal bo die breuklyn verdeel. Sien 'teller', 'noemer'.   |
| <b>Deursigtig</b>            | Laat meeste lig deur. Vergelyk 'opaak'.   |
| <b>Deursnee</b>              | Die lyn wat van een kant na die ander deur die middel van 'n vorm loop, veral 'n sirkel. Formule: $d = 2r$ . Sien 'radius' (straal), 'omtrek'.  |
| <b>Diagonaal</b>             | 'n Hoeklyn wat twee teenoorstaande hoeke met mekaar verbind.  |
| <b>Diffraksie</b>            | Straalbuiging. Die proses van ligspreading, of lig verdeel in die golflengtekomponente. Sien 'golflengte'.  |
| <b>Digtheid</b>              | Hoeveel massa in 'n spesifieke volume is. Hoe kompak iets is; gemeet in $\text{kg/m}^3$ .   |
| <b>Dimensie</b>              | Iets wat gemeet kan word, bv. lengte, breedte, hoogte, diepte, tyd. Fisika, tegniese: die basiese eenhede wat 'n hoeveelheid opmaak, bv. massa (kg), afstand (m), tyd (s).  |
| <b>Dinamies</b>              | Verander dikwels. Verband met magte wat beweging produseer. Teenoorgestelde van staties. Sien 'staties' en 'elektrostaties'.  |
| <b>Dinamo</b>                | 'n Meganiese toestel wat soos 'n elektriese motor gemaak is, maar in stede van elektriese energie inneem om te draai, word meganiese energie gebruik om dit te draai en dit genereer elektrisiteit. 'n Masjien wat meganiese energie omskakel in elektriese energie deur roterende metaalklosse (gewoonlik koper) binne 'n magneetveld. Selfde as 'n opwekker (generator). Sien 'generator', 'motor'. |

| <b>Diode</b>            | 'n Halfgeleiertoestel met twee terminale (elektrodes), laat gewoonlik toe dat 'n stroom net in een rigting vloei.   |
|-------------------------|---|
| <b>Dopplereffek</b>     | Die saampers van 'n golf (toename in sy frekwensie) namate 'n voorwerp nader aan 'n waarnemer beweeg, en die uitspreiding van 'n golf (of verlaging van frekwensie) namate 'n voorwerp wegbeweeg van 'n waarnemer af.   |
| <b>Drempel</b>          | Fisiese Wetenskap: die omvang of beperking van iets, wat as dit oorskry word iets anders sal veroorsaak, bv. loslating van bestraling, 'n chemiese reaksie, ens.; die minimum energie benodig om iets te veroorsaak. Medisyne: die maksimum veiligheidsvlak van 'n dosis. |
| <b>Druk</b>             | 'n Kontinue krag uitgeoefen op 'n voorwerp oor 'n sekere oppervlak, gemeet in pascal, Pa. $\text{N/m}^2$ . Sien 'pascal'.   |
| <b>Duursaam</b>         | Taai, iets wat kan verduur.   |
| <b>Dwars (golf)</b>     | Die vibrasies van 'n golf wat loodreg wegbeweeg van die rigting van uitsending (links/regs). Voorbeeld: lig. Vergelyk longitudinaal.  |
|                         |   |
| E                       |   |
|                         |   |
| <b><math>E_k</math></b> | Kinetiese energie. Bewegingsenergie.  |
| <b>Eklipika</b>         | Die baan wat die aarde in een jaar om die son aflê.   |
| <b>Eksponensieel</b>    | Om iets menige keer te maal; 'n kurwe wat 'n eksponent verteenwoordig.  |
| <b>Eksponent</b>        | Die magsaanwyser. Wanneer 'n getal tot 'n mag verhef word, bv. met homself gemaal word soveel keer as wat die mag (die klein getal bo die basisgetal) aanwys. Dus, $2^3$ beteken $2 \times 2 \times 2$ . Sien ook 'kubeer'.   |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Ekstrapolasie</b>    | Om 'n grafieklyn te verleng na waardes wat nie empiries gedokumenteerd is nie, om 'n toekomstige gebeurde of resultaat te projekteer. In omgangstaal: om te sê wat gaan gebeur gebaseer op vorige resultate wat met eksperimente en metings verkry is. As jy 'n grafiek het wat sekere resultate gedokumenteerd het (bv. verandering teenoor tyd) en jy verleng die grafieklyn in dieselfde kurwe om te sien watter toekomstige resultate verwag kan word, word dit ekstrapolasie genoem. Sien 'voorspelling'. |
| <b>Elasties</b>         | Die vermoë om te kan rek en weer na die oorspronklike vorm terug te keer. Fisika: 'n botsing wat nie kinetiese energie van een voorwerp betrokke in die botsing na die ander voorwerp(e) oordra nie.   |
| <b>Elektries</b>        | Bevat elektrisiteit (elektrone).   |
| <b>Elektriese sel</b>   | 'n Toestel wat elektrisiteit deur middel van elektrochemie genereer. 'n AA- of penflitsbattery, soos dit gewoonlik genoem word, is 'n elektriese sel. 'n Motorbattery bestaan uit 'n aantal selle binne-in 'n houer.   |
| <b>Elektrode</b>        | Algemene gebruik: die punt waar elektrone 'n kragbron of stroombaan ingaan of verlaat. Spesifiek (Elektrochemie): Deel van 'n stroombaan in 'n oplossing om elektrone te ontvang of vry te laat. Sien 'anode' en 'katode'.   |
| <b>Elektrodinamika</b>  | Die studie van beweging veroorsaak deur elektrisiteit, of elektrisiteit opgewek deur beweging.   |
| <b>Elektromagneet</b>   | 'n Draadklos wat gemagnetiseer word wanneer elektrisiteit daardeur vloei.  |
| <b>Elektromagneties</b> | Dat elektrisiteit magnetisme voortbring, en omgekeerd; die verwantskap tussen elektrisiteit en magnetisme.   |
| <b>Elektromotories</b>  | Gewoonlik elektromotoriese krag of emk. Die potensiële verskil wat deur elektromagnetisme veroorsaak word, wat 'n stroom laat vloei. Skep 'n stroom met elektromagnetisme. Sien 'emk'.   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Elektron</b>       | 'n Fundamentele negatiefgelaaide fisiese deeltjie wat ongeveer $9 \times 10^{-28}$ g weeg, en wat rondom atoomkerne gevind word in areas genaamd 'orbitale' (wentelbane). Verantwoordelik vir elektrisiteit en chemiese reaksies. Simbool e-. Sien 'proton' en 'kern'.  |
| <b>Elektroskoop</b>   | 'n Apparaat wat die lading van statiese elektrisiteit of ionisasie in die lug meet. Sien 'staties'.   |
| <b>Elektrostaties</b> | Verwys na elektrone of elektriese velde wat nie as 'n stroom vloei nie. Sien 'staties'.   |
| <b>Element</b>        | Wiskundig: deel van 'n stel syfers. Fisika: 'n suiwer grondstof wat bestaan uit slegs atome van dieselfde soort, met dieselfde aantal protone in elke atoomkern. 'n Element kan nie verder afgebreek word sonder dat die chemiese eienskappe verloor word nie. Elke element het 'n unieke atoomgetal wat die aantal protone in sy kern is. Sien 'kern', 'atoom', 'isotoop'. Algemene gebruik: deel van. |
| <b>Elevasie</b>       | Wetenskaplik: Hoogte bo die grond of seevlak. Argitektuur: 'n aansig van 'n gebou soos gesien uit 'n sekere hoek op 'n argiteksplan van die gebou. Sien 'plan'.   |
| <b>emk</b>            | Afkorting vir elektromotoriese krag. Altyd met klein letters geskryf.   |
| <b>Empiries</b>       | Verwys na die sintuie of na dinge wat jy kan sien, voel, proe, ens. Chemies: empiriese formule: 'n formule wat die hoeveelheid elemente teenwoordig in 'n verbinding aangee, maar nie die werklike aantal of rangskikking van atome nie, die laagste verhouding van elemente sonder dat struktuur of hoeveelhede daarvan gegee word.  |
| <b>Energie</b>        | Werk of die vermoë om te kan werk. Daar is verskeie vorms van energie: beweging, ligenergie (foton), elektriese energie, ens. Energie kan nie geskep of vernietig word nie, slegs omskep word van een vorm na 'n ander. Sien 'bewaring'.  |
| <b>Energiek</b>       | Om baie energie te hê, in staat om 'n klomp werk te doen.   |
| <b>Enjin</b>          | 'n Masjien wat energie oordra of omskakel, of krag omskakel (elektries, chemiese) in beweging.  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>E<sub>p</sub></b>  | (afk.). Potensiaalenergie. Sien 'potensiaal' en 'E <sub>k</sub> '. Energie waaroor 'n sisteem beskik weens wringkrak (draaiing), verlenging (uitrek) of swaartekrag (geplaas op 'n hoogte bokant 'n groot liggaam). Wanneer iets wat onder sulke toestande is, losgelaat word, word die E <sub>p</sub> losgelaat in die vorm van E <sub>k</sub> . Voorbeelde: 'n saamgedrukte veer, iemand op die punt om te spring.  |
| <b>Ewekansig</b>      | Onvoorspelbaar. Gedoen sonder beplanning.   |
|                       |   |
| <b>F</b>              |   |
|                       |   |
| <b>Fahrenheit</b>     | 'n Temperatuurskaal gebaseer op menslike liggaamstemperatuur. Water vries teen 32 °F en kook by 212 °F in standaardomstandighede. Die omskakelingsformule na honderdgradig/Celsius: $(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} = ^{\circ}\text{C}$   |
| <b>Fase</b>           | Tyd, periode, die toestand van materie (solied, vloeistof, gas), die verwantskap oor tyd tussen siklusse van 'n sisteem (soos 'n wisselende elektriese stroom, of 'n lig- of klankgolf); of 'n vaste verwysingspunt, of die toestand of siklusse van 'n ander sisteem waarmee dit in sinchronisasie is of nie (gelyktydig). Bv. as twee sisteme op dieselfde tyd en teen dieselfde koers vibreer, is hulle 'in fase'. |
| <b>Fluks</b>          | 'n Vloei van energie of ione; 'n stof wat gebruik word om 'n ander stof se smeltpunt te verlaag sodat dit makliker gevorm of gebruik kan word, bv. glas en lood.  |
| <b>Foto-elektries</b> | Die effek van hoë intensiteit lig (uv) wat vloei van elektrisiteit deur metale kan veroorsaak deur afgee van elektrone uit die metaal as foto-elektrone.  |
| <b>Foto-elektron</b>  | 'n Elektron afgegee van 'n metaal deur lig.   |
| <b>Foton</b>          | 'n Ligdeeltjie.   |
| <b>Fotosel</b>        | 'n Toestel wat ligenergie opvang en omskakel na elektriese energie. Maak gebruik van die foto-elektriese effek. Sien 'foto-elektries'.  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Frekwensie</b>       | Hoe gereeld. Fisika: die aantal kruine en trôe van 'n golf wat per sekonde by 'n punt verbygaan. Sien 'golflengte', 'kruin', 'trog'. Ondervind deur mense as hoë of lae toonhoogte klanke (hoë of lae frekwensie), of verskillende kleure (sigbare lig). Sien ook 'Doppler-effek'.  |
| <b>Funksie</b>          | Wiskundig: wanneer twee eienskappe of hoeveelhede korreleer. As y verander namate x verander, dus $y = f(x)$ . Sien 'korrelasie', 'grafiek', 'Cartesiese', 'as', 'koördinaat'. Ook: 'n verhouding met meer as een veranderlike (wiskundig). Chemies: funksionele groep: molekuledele wat die stof sy chemiese eienskappe gee in ooreenstemming met ander soortgelyke chemikalieë.               |
|                         |   |
| <b>G</b>                |   |
|                         |   |
| <b>Gas</b>              | Die derde fase van materie. Wanneer 'n soliede stof verhit word, word dit 'n vloeistof, en verhitte vloeistof verander in gas.  |
| <b>Gasagtig</b>         | In die vorm van gas.  |
| <b>Gelei</b>            | Elektrisiteit: vloei van elektrisiteit deur 'n stof. Termodinamika: vloei van hitte deur 'n stof.   |
| <b>Geleidelik</b>       | Om stadig te verander of te beweeg.   |
| <b>Geleidingsvermoë</b> | Konduktiwiteit. Hoe maklik 'n stof elektrisiteit- of hittedeurvloei toelaat; teenoorgestelde van weerstand.   |
| <b>Geleidraad</b>       | 'n Stof wat geleiding van elektrisiteit deurlaat. 'n Swak geleidraad keer of weerstaan elektrisiteit.   |
| <b>Gemiddeld</b>        | Wiskundig: Die som van die dele gedeel deur die aantal dele. In omgangstaal: nie baie goed, sterk, ens. nie, maar ook nie baie sleg, swak, ens. nie; in die middel. Fisiese Wetenskap en Wiskundig: As jy gevra word om die gemiddeld te bereken, moet jy dit met die gegewe inligting bereken. Byvoorbeeld, die gemiddeld van (1;2;3) is 2, omdat $(1+2+3)/3 = 2$ . Sien ook 'mediaan, modus'. |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Generator</b>  | Opwekker. Sien 'dinamo'.   |
| <b>Getye</b>      | Beweging van die Aarde se oseane weens die gravitasiekrag van die maan.  |
| <b>Gewig</b>      | Die druk uitgeoefen op die massa van 'n liggaam deur 'n gravitasieveld (swaartekragveld). Sien 'massa', 'swaartekrag', 'krag', 'versnelling'. $W = mg$ , waar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , $m$ is die massa van die liggaam.  |
| <b>Golf</b>       | 'n Reeks toenemende en afnemende energiekonsentrasies, bv. klank, lig, hitte-uitstraling, bewegings op vloeistofoppervlakke, vibrasies. 'n Periodieke vibrasie in 'n stof (bv. lug, water, soliede stowwe) wat deeltjies in die stof versteur of beweeg, of 'n vibrasie of fluktuasie (gereelde verandering) in elektromagnetisme. Golwe het kompressies en verdunnings (digter en losser areas) in lug of water of soliede stowwe wanneer dit as klank voorkom. Wanneer aktief op 'n vloeistofoppervlak, of in lig of elektromagnetiese golwe, het golwe kruine en trôe (hoogte- en laagtepunte). Sien 'trog', 'kruin', 'verspreiding'. Golwe het 'n periode (tyd tussen kruine/trôe), 'n frekwensie (hoeveel kruine/trôe-kombinasies verby 'n punt gaan per sekonde), en ook 'n golflengte. Sien 'golflengte'. |
| <b>Golflengte</b> | Die afstand tussen kruine/trôe, geskryf as die Griekse letter $\lambda$ (lambda): $\lambda$ .  |
| <b>Gradiënt</b>   | 'n Helling. 'n Toename of afname van 'n eienskap of meting. Ook die koers van die verandering. In die formule vir 'n lyngrafiek, $y = mx + c$ , $m$ is die gradiënt.   |
| <b>Grafiek</b>    | 'n Diagram wat eksperimentele of wiskundige waardes of resultate verteenwoordig. Sien 'Cartesiese'.  |
| <b>Grafies</b>    | 'n Diagram of grafiek. Algemeen: duidelik, helder of merkwaardig. Algemene gebruik: om iets baie duidelik te verduidelik.  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Gravitasie</b>       | Swaartewerking. 'n Aantrekkingskrag uitgeoefen op alle liggame deur alle liggame. Die kragsterkte is proporsioneel tot die liggaam se massa, hoe groter die massa, hoe groter die aantrekkingskrag.<br>$F = \frac{G(m_1 m_2)}{r^2}$ . Sien 'liggaam', 'krag'.                                       |
| <b>Grond</b>            | Dieselfde as 'Aarde'.   |
| <b>Grootheid</b>        | Hoe groot, omvang, swaar, ens. iets is  |
| <b>H</b>                |   |
| <b>Helling</b>          | Skuinste. Sien 'gradiënt'; oorhel, skuins staan   |
| <b>Hertz</b>            | Frekwensie-eenheid.   |
| <b>hf (vergelyking)</b> | $E = hf$ is 'n maatstaf van 'n foto-elektron se energie (sien 'foto-elektron'). $h$ is Planck se konstante, $6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ . $f$ is die frekwensie van invallende lig (sien 'invallend'). $hf$ alleenstaande kan ook lig, 'n foto of elektrofoton verteenwoordig. Sien 'foton'. |
| <b>Hiperbool</b>        | Wiskundig: 'n grafiek van 'n gedeelte van 'n keël waarvan die eindes af van die grafiek is; 'n simmetriese (altwee sye dieselfde) oop kurwe.  |
| <b>Hipotenusa</b>       | Skuins sy. Die langste sy van 'n reghoekige driehoek.   |
| <b>Hitte</b>            | Fisika: 'n maatstaf van die gemiddelde kinetiese energie van die molekule of atome in 'n stof; die energie van 'n voorwerp as molekulêre beweging. Alternatiewelik, infra-rooi uitstraling (hitte-uitstraling) afkomstig van 'n liggaam. Sien 'liggaam'.  |
| <b>HODMOA</b>           | Hakies, ordes (magte, vierkante, ens.), deel, maal, optel, aftrek. 'n Geheueympie vir die regte volgorde om wiskundige berekenings te doen.   |
| <b>Hoek</b>             | Die verkil in posisie van twee reguit lyne wat by 'n punt ontmoet, gemeet in grade.   |
| <b>Hoeveelheid</b>      | Getal, hoeveel.   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Huygens-beginsel</b> | Elke punt op 'n golffront kan beskou word as 'n bron van sekondêre sferiese golfies wat in 'n vorentoe rigting uitsprei teen die spoed van lig. Die nuwe golffront is die tangensiale oppervlak vir al die sekondêre golfies. Gebruik om ligbreking te verduidelik. |
|                         |   |
| <b>I</b>                |   |
|                         |   |
| <b>Ideaal</b>           | Nie soos dit in werklikheid is nie; teoreties. Ideale gas: 'n hipotetiese gas waarvan die molekule geringe spasie opneem en geen interaksie het nie, en wat daarom presies aan die gaswette voldoen ( $PV = nRT$ ).   |
| <b>Impak</b>            | Die krag van 'n botsing; 'n sterk invloed of botsing.   |
| <b>Impuls</b>           | Fisika: 'n Skokgolf of impak wat vir 'n beperkte tydsduur 'n liggaam beïnvloed met die gevolg dat dit die liggaam se momentum wysig. Effektief dieselfde as momentum. Of: 'n elektriese skok. Gewone gebruik: om 'n skielike begeerte te hê om iets te doen.        |
| <b>Indigo</b>           | Die kleur tussen pers en blou, perserige blou.  |
| <b>Induksie</b>         | Die proses om 'n stroom teweeg te bring.  |
| <b>Inersie</b>          | Fisika: Dieselfde as momentum; die onwilligheid van 'n voorwerp om van rigting te verander wanneer dit in beweging is.  |
| <b>Infrarooi</b>        | Elektromagnetiese uitstraling (lig) met 'n frekwensie net laer as sigbare rooi lig. Hitte-uitstraling. 800 nm tot ongeveer 1 mm. Nie sigbaar vir die blote oog nie.   |
| <b>Insident</b>         | 'n Gebeurtenis, iets wat plaasgevind het. Ook invalsvlak van lig op 'n oppervlak.   |
| <b>Intensiteit</b>      | Hoe sterk 'n veld of krag is; hoe helder 'n lig is.   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Interferensie</b>    | Wanneer twee kragte of dinge so met mekaar in wisselwerking is dat dit een verhinder om te kan werk. Fisika: spesifiek wanneer twee golwe in wisselwerking is en die een die ander versterk, of mekaar uitkanselleer. |
| <b>Interval</b>         | Gaping. Verskil tussen twee afmetings.  |
| <b>Intramolekulêr</b>   | Binne 'n molekule. Sien 'molekule'.   |
| <b>Invers</b>           | Die teenoorgestelde. Wiskundig: een gedeelte deur, bv. $\frac{1}{2}$ is die invers van 2.   |
| <b>Inversie</b>         | Chemie: iets onderstebo keer.   |
| <b>Ionies (verband)</b> | 'n Verband waarin elektrone verplaas is van een kant van die molekule na die ander sodat die resultaat 'n kation en 'n anioon is wat dan aantrek. Bv. $\text{NaCl}$ .   |
| <b>Ionisasie</b>        | Die proses van ionisering. Sien 'ioniseer'.   |
| <b>Ioniseer</b>         | Om in 'n ioon om te skakel. Sien 'ioon'.  |
| <b>loon</b>             | 'n Atoom of molekule of deel van 'n molekule wat 'n elektriese lading het weens verkryging of verlies van een of meer elektrone.  |
| <b>Isoleer</b>          | Te skei of af te sonder. Elektriesiteit: om die vloei van elektriesiteit te verhinder.  |
| <b>Isolering</b>        | Om afgeskei te wees. Elektriesiteit: 'n stof of oppervlak wat die vloei van elektriesiteit verhinder.   |
| <b>Isotoop</b>          | 'n Element wat 'n ander getal neutrone het as die gewone getal neutrone in die element. Bv. $^{12}\text{C}$ het 6 protone en 6 neutrone, maar $^{14}\text{C}$ het 8 neutrone en 6 protone, en is radioaktief.         |
|                         |   |
| <b>J</b>                |   |
|                         |   |
| <b>Jaart</b>            | Ou Imperiale maateenheid van lengte, ongeveer gelyk aan 'n meter (1,09 m).  |
| <b>Joule</b>            | Energie-eenheid.  |
|                         |   |

| K                  |   |
|--------------------|---|
|                    |   |
| <b>Kalibreer</b>   | Om 'n meetinstrument of afmeting aan te pas volgens 'n bewese akkurate meetinstrument om te verseker dat die meetinstrument of mates akkuraat is; om 'n meetinstrument of mate te kontroleer sodat akkuraat gemeet kan word volgens 'n standaardskaal soos cm, mm, mℓ, ens. |
| <b>Katfoon</b>     | 'n Positiefgelaaide ioon. Sien 'anioon', 'ioon'.  |
| <b>Kelvin</b>      | Temperatuureenheid, met absolute zero die punt waar geen molekulêre beweging plaasvind nie, by $-273,15^{\circ}\text{C}$ . Dus, die vriespunt van water is 273,5 K. Let op dat daar geen graadsimbool voor K is nie.  |
| <b>Kern</b>        | Die middel van iets (algemeen), spesifiek die middel van 'n atoom wat minstens een proton bevat (waterstof), of twee protone en twee neutrone (helium).   |
| <b>KFL</b>         | Kompakte fluoressseerlamp; 'n klein fluoressseerbuis opgekrul binne-in 'n standaard gloeilampvorm.  |
| <b>Kineties</b>    | Met betrekking tot beweging.  |
| <b>Klank</b>       | Vibrasies wat deur die lug of 'n ander medium gesein word en wat mens kan hoor (waarneem met die oor). Dit beweeg teen ongeveer mach 1. Sien 'mach'.  |
| <b>Klos</b>        | Elektrisiteit: 'n draadwinding of reeks windings wat gebruik word om 'n magnetiese veld te skep. In 'n motorenjin beteken dit die toestel wat 'n elektriese vonk aan die vonkproppe verskaf. Algemene gebruik: enige winding van draad, tou of lyn.                         |
| <b>Koëffisiënt</b> | Standvastige faktor geplaas langs 'n algebraïese simbool as 'n vermenigvuldiger. Dieselfde as 'konstant'. Of: 'n vermenigvuldiger of meetfaktor, bv. koëffisiënt van wrywing.   |
| <b>Koers</b>       | Hoe dikwels per sekonde (of per enige ander tydsduur). Fisika: aantal gebeure per sekonde; sien 'frekwensie'.   |
| <b>Kommutator</b>  | Die verbinders of ringe wat aan die borsels in 'n elektriese enjin raak.  |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Kondensasie</b>           | Wanneer 'n damp of gas afkoel en begin om druppels te vorm; die veranderingsfase van 'n damp of gas na 'n vloeistof. Kondensiereaksie: om 'n groter molekule van twee kleineres te vorm.  |
| <b>Konstant</b>              | Sien 'koëffisiënt'. Beteken nieveranderlik.   |
| <b>Kontinu</b>               | Wiskundig: met geen onderbreking tussen wiskundige punte, 'n ongebroke grafiek of kurwe verteenwoordig 'n kontinue funksie. Sien 'funksie'.   |
| <b>Kontrole</b>              | Om seker te maak iets verander nie sonder toestemming nie. In 'n eksperimentele situasie: enersyds word niks verander nie ten einde te vergelyk met 'n eksperiment waarin gepoog word om iets te verander. Die kontrole word met die eksperimentresultaat vergelyk om te bepaal of iets verander het. |
| <b>Kontrole-veranderlike</b> | 'n Veranderlike wat konstant gehou word ten einde die verwantskap tussen twee ander veranderlikes vas te stel. Dit moet nie verwar word met 'gekontroleerde veranderlike' nie (sien 'onafhanklike veranderlike').   |
| <b>Konvensio-neel</b>        | Op 'n standaardmanier. Elektrisiteit: konvensionele stroom vloei van + na -. In werklikheid vloei elektrone van - na +.   |
| <b>Kook</b>                  | Fisika: om deur verhitte te veroorsaak dat 'n vloeistof se gasdruk hoër styg as die gas se druk in die houer, maar dit kan ook deur verlaging van die gasdruk plaasvind. Sien 'dampdruk'. In algemene gebruik, om 'n vloeistof te verhit totdat dit borrel.   |
| <b>Koördinaat</b>            | Die x- of y-ligging van 'n punt op 'n Cartesiese grafiek, gegee as 'n x- of y-waarde. Koördinate word as 'n ordepaar gegee (x, y).  |
| <b>Korrelasie</b>            | Wedersydse betrekking tussen twee dinge, sonder bewys dat die een die ander veroorsaak.   |
| <b>Korreleer</b>             | Om 'n wedersydse verwantskap tussen twee dinge te sien of waar te neem.   |



|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Krag</b>         | Die uitoefening van energie. 'n Invloed wat poog om die beweging van 'n liggaam te verander, of om beweging of druk in 'n staande liggaam te produseer. Die omvang van so 'n invloed word bereken deur die massa van die liggaam te maal met die versnelling ( $F = ma$ ). Sien 'energie', 'uitoefen'. |
| <b>Krag</b>         | Krag is die koers waarteen (hoe vinnig) werk gedoen, of energie verplaas of omgeskakel (werk/tyd of J/s) word. Dit is 'n skalaarhoeveelheid, gemeet in watt (W). Wiskundig: 'n eksponent. Sien 'eksponent'.  |
| <b>Kringloop</b>    | 'n Spoor of pad sonder begin of einde. Elektrisiteit: 'n geslote reeks drade of kables wat by 'n kragbron begin en by dieselfde kragbron eindig om sodoende vloei van elektrisiteit moontlik te maak.  |
| <b>Kruin</b>        | Die bopunt van 'n golf in 'n dwarsgolf (transversale golf). Sien 'dwars', 'trog', 'golf'.  |
| <b>Kubeer</b>       | Tot derde mag; drie maal met homself gemaal.   |
| <b>Kubiek</b>       | Vorm soos 'n kubus, drie maal met homself gemaal.  |
| <b>Kwadraat</b>     | Vermenigvuldig met homself, tot die eksponent (mag) 2 verhef. Sien 'vierkant'.   |
| <b>Kwalitatief</b>  | Verwys na die kwaliteit of eienskappe van iets. 'n Kwalitatiewe analise analiseer die veranderinge in eienskappe, soos kleur, wat nie in syfers uitgedruk kan word nie. Dikwels gekontrasteer met kwantitatief.  |
| <b>Kwantitatief</b> | Hou verband met, of in vergelyking met, hoeveelhede. Dikwels gekontrasteer met kwalitatief. 'n Kwantitatiewe analise vergelyk getalle, waardes en afmetings.   |
| <b>Kwantum</b>      | Die kleinste hoeveelheid energie moontlik in 'n golf met 'n spesifieke frekwensie, 'n diskrete hoeveelheid energie E proporsioneel in omvang tot sy frekwensie. In 'n formule, $E = hf$ . Sien 'hf'.   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>kWh</b>         | Krageenheid (kilowattuur) waarvoor elektrisiteitvoorsiensers 'n tarief hef. Sien 'krag', 'watt'. 1 000 watt gebruik in 1 uur = 1kWh = 1 eenheid. Dus, 'n 2 000 W-verwarmer gebruik 2 eenhede per uur.  |
| <b>L</b>           |  |
| <b>Lading</b>      | Chemie: te veel of te min (mees algemeen) elektrone hê wat veroorsaak dat 'n stof ioniseer. 'n Positiewe lading is weens te min elektrone, en 'n negatiewe lading weens te veel elektrone. Fisika: 'n basiese eienskap van alle fisiese elektromagnetiese deeltjies, behalwe bv. neutrone en fotone wat nie 'n lading het nie. Alle protone het 'n positiewe lading en alle elektrone het 'n negatiewe lading. |
| <b>Lengtegraad</b> | Lyne van noord na suid op die aarde, wat meet hoe ver oos of wes in grade jy jou bevind van Greenwich in die VK. 'Longitudinaal' beteken van noord na suid, of van bo na onder. Loop lengtegewys. Fisika: 'n golf se vibrasies wat beweeg in die rigting van uitbreiding. Voorbeeld: klank. Statistieke: 'n studie waardeur inligting versamel word oor dieselfde mense of gebeure oor 'n lang tydperk.        |
| <b>Liggaam</b>     | Fisika: enige voorwerp.  |
| <b>Liniêr</b>      | In 'n ry. Wiskundig: in 'n direkte verwantskap, wat as dit op 'n grafiek met Cartesiese koördinate gestip word, 'n reguit lyn vorm.  |
| <b>Logaritme</b>   | Wiskundig: 'n getal wat die mag verteenwoordig waartoe 'n standvastige getal (die basis) verhef moet word om 'n ander gegewe getal te verkry. Die basis van 'n gewone logaritme is 10 en dié van 'n natuurlike logaritme is die getal e (2,7183...). 'n Log-grafiek kan 'n geometriese of eksponensiële verwantskap, wat gewoonlik 'n kurwe is, in 'n reguit lyn verander.                                     |
| <b>Loodreg</b>     | Reghoekig met (90°).   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>LUD</b>          | Liguitstraaldiode (Eng.: LED). 'n Tipe gloeilamp wat gebruik word in rekenaarskerms en moderne flitsligte.  |
| <b>M</b>            |   |
| <b>Maan</b>         | Enige klein sferiese liggaam wat om 'n planeet wentel. Sien 'planeet'.  |
| <b>Mach</b>         | 'n Snelheidsmeeteenheid. Mach 1 is die snelheid van klank, ongeveer 340 m/s.  |
| <b>Magenta</b>      | 'n Helder purperrooi kleur.   |
| <b>Magneetanker</b> | Onderdeel van 'n elektriese enjin of opwekker (dinamo); die deel waarom 'n klos (draad) gedraai is en wat geheg is aan 'n sentrale as of stang.   |
| <b>Makroskopies</b> | Groot genoeg om met die blote menslike oog te kan sien; groot genoeg om gesien te kan word.   |
| <b>Manipuleer</b>   | Om iets te verander of te herrangskik. In Wiskunde beteken dit gewoonlik om 'n formule te herrangskik om vir iets op te los, 'n antwoord te verkry.   |
| <b>Massa</b>        | Die hoeveelheid stof in 'n liggaam. Moenie massa met gewig verwar nie. Gewig is die hoeveelheid druk wat 'n massa op 'n oppervlak uitoefen. Die massa van 'n voorwerp bly konstant oral in die heelal (omdat die hoeveelheid stof nie verander nie). Die gewig van 'n voorwerp verander egter na gelang van die krag van die swaartekragveld daarop. Bv. jy sal ongeveer 38% van jou gewig weeg op Mars, en ongeveer 1/6 op die maan, omdat hierdie liggame kleiner as die aarde is. (Massa neem toe namate jy die snelheid van lig nader.) |
| <b>Materie</b>      | Stof, materiaal. Teenoorgestelde van vakuum (niks).   |
| <b>Media</b>        | Meer as een medium of manier van oordrag of uitsending.   |
| <b>Mediaan</b>      | Wiskundig: die middelste getal van 'n reeks getalle geskryf in 'n ry of volgorde.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Medium</b>       | Gewone gebruik: die gemiddeld. Wetenskap: die stof wat iets anders oordra of versend (bv. glas, lug), of toelaat dat iets anders daardeur beweeg, bv. lig, inligting, ens. Meervoud is media.   |
| <b>Meganies</b>     | Deur middel van fisiese krag.   |
| <b>Metaal</b>       | 'n Stof wat pletbaar is (kan met hamer platgeslaan word), rekbaar is (kan tot 'n draad gerek word) en wat elektrisiteit en hitte goed kan gelei en weerkaatsend is (meeste lig wat dit tref word weer uitgestraal). Die meeste elemente is metale, behalwe die enkeles aan die regterkant van die periodieke tabel wat begin met Boron (B) en diagonaal afloop tot Astaat (At). |
| <b>Meter</b>        | 'n Apparaat wat gebruik word om iets te meet. Die SI-eenheid vir lengte, 100 cm.  |
| <b>Metriek</b>      | 'n Metingstelsel wat 'n basis van 10 gebruik, al die eenhede is deur 10 deelbaar. Die VSA gebruik die Imperiale stelsel, wat nie in wetenskap gebruik word nie. Die Imperiale stelsel is gebaseer op 12. Voorbeelde: 2,54 cm (metriek) = 1 duim (imperiaal). 1 voet = 12 duim = ongeveer 30 cm; 1 meter = 100 cm. 1 vl.oz (vloeistof) = ongeveer 30 ml.                         |
| <b>Mikrogolf</b>    | Elektromagnetiese uitstraling (lig) met 'n laer frekwensie as rooi lig en laer as infrarooi. Golf lengte tussen 1 mm en 30 cm. Gebruik om kos te verwarm of gaar te maak en in selfoontorings.  |
| <b>Mikroskopies</b> | Te klein om met die blote menslike oog te kan sien.   |
| <b>Modaal</b>       | Met betrekking tot die wyse van voorstelling of metode. Kan beteken: die wiskundige modus of metode gebruik. Sien 'modus'.  |
| <b>Model</b>        | 'n Algemene of vereenvoudigde manier om 'n ideale situasie te beskryf. In wetenskap 'n wiskundige beskrywing van alle vorms van die tipe ding wat waargeneem word. 'n Voorstelling.   |
| <b>Modus</b>        | Wiskundig: die mees algemene syfer in 'n reeks syfers. Sien ook 'gemiddeld', 'mediaan'.   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Momentum</b>         | Dieselfde as impuls, rofweg hoeveel krag iets kan uitoefen as dit met iets anders bots, of meer tegnies: hoeveel inersie (rustraagheid) dit het (hoe onwillig dit is om te beweeg of van rigting te verander). Bepaaldelik, waar $p$ momentum is: $p = mv$ (massa $\times$ snelheid). Sien 'snelheid', 'massa', 'inersie', 'impuls'. Momentum is gekonserveer; as 'n voorwerp met 'n ander bots, is die momentum van albei voorwerpe voor en ná die botsing dieselfde. |
|                         |  |
| <b>N</b>                |  |
|                         |  |
| <b>Neigings</b>         | Wiskundig: gereelde patrone binne data.  |
| <b>Neutron</b>          | 'n Subatomiese deeltjie met geen lading, massa ongeveer dieselfde as 'n proton, wat aangetref word in die kern van 'n atoom. Simbool $n^0$ . As daar te veel neutrone in 'n kern is, sal die stof radioaktief wees terwyl dit alfadeeltjies (heliumdeeltjies, kerns, $2p^+ + 2n^0$ ) loslaat.  |
| <b>Newton</b>           | Eenheid van krag, simbool N, gelyk aan die krag wat 'n massa van een kilogram 'n versnelling van een meter per sekonde per sekonde sal gee ( $1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$ ). 1 kg massa oefen 'n krag van 9,8 N op aarde uit.   |
| <b>Nichroom</b>         | 'n Allooi van nikkel en chroom met bietjie yster; 'n hoë weerstandsdraad.  |
| <b>Niekonserve-rend</b> | Bewaar nie. Sien 'bewaring'.   |
| <b>Noemer</b>           | Gemeenskaplike faktor.   |
| <b>Normaal</b>          | Wiskunde en Fisika: 'n krag, vektor of lyn wat aktief is reghoekig tot 'n ander krag, vektor, lyn of voorwerp. Algemene gebruik: gewone of standaard.  |
|                         |  |
| <b>O</b>                |  |
|                         |  |
| <b>Ohm</b>              | Weerstandseenheid, simbool $\Omega$ , geskryf as R in 'n formule.  |
| <b>Ohmies</b>           | Volg Ohm se wet ( $V = IR$ ).  |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Omega</b>                     | Laaste letter van die Griekse alfabet, $\Omega$ . Simbool vir ohm.  |
| <b>Omtrek</b>                    | Die afstand van 'n sirkel se buiterand.   |
| <b>Onafhanklike veranderlike</b> | Dit wat optree as inset tot 'n eksperiment, die moontlike oorsake. Ook die gekontroleerde veranderlike genoem. Die onafhanklike veranderlike word nie deur ander faktore verander nie en dit word op die horisontale as gestip. Sien 'kontrole', 'afhanklike veranderlike'. |
| <b>Onelasties</b>                | Teenoorgestelde van elasties; 'n botsing waarin energie verlore gaan of oorgedra word.  |
| <b>Onstabiel</b>                 | Chemie of Kernfisika: onderhewig aan disintegrering of reaksie.   |
| <b>Ontbranding</b>               | Die begin van 'n verbrandingsreaksie. Algemene gebruik: om 'n motor met 'n binnebrandenjyn aan die gang te kry. Sien 'enjin', 'ontbranding'.  |
| <b>Ontlaai</b>                   | Vrylaat; iets laat gaan. Elektrisiteit: om 'n lading uit te laat.   |
| <b>Ooreenstem</b>                | Om goed af te paar in 'n betrekkingverwantskap. Twee dinge wat in verband staan of pas, bv. A stem ooreen met 1, B stem ooreen met 2, ens.  |
| <b>Oorsprong</b>                 | Wiskundig: die middel van 'n Cartesiese koördinaatstelsel. Algemene gebruik: die bron van enigiets, waar dit vandaan kom.   |
| <b>Opaak</b>                     | Nie deursigtig, laat nie skerp sig deur nie, maar laat lig deur.  |
| <b>Opgewonde</b>                 | 'n Toestand van hoër energie en bewussyn.   |
| <b>Oplos</b>                     | Om 'n antwoord te vind. Toon bewerking.   |
| <b>Oppervlak</b>                 | Lengte $\times$ breedte (wydte). In omgangstaal: Grootheid van 'n gebied.   |
| <b>Opties</b>                    | Met betrekking tot lig of sig of die oog.   |
| <b>Optimaal</b>                  | Beste, meeste.  |
| <b>OTM</b>                       | Afkorting vir outomatiese tellermasjien.  |
|                                  |   |
| <b>P</b>                         |   |
|                                  |   |
| <b>Pakket</b>                    | Fisika: 'n kwantum.   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Parallel</b>               | Eweredige afstand wat tussen twee dinge behou word. Wiskundig: twee lyne wat langs mekaar loop en op dieselfde afstand van mekaar weg bly.   |
| <b>Pascal</b>                 | Drukeenheid, afgekort Pa, eenhede: N/m <sup>2</sup>  |
| <b>Perdekrag</b>              | 'n Ou kragteenheid, ongeveer 750 W. Sien 'watt', 'krag'.   |
| <b>Perimeter</b>              | Die lengte van die buiteomtrek van 'n vorm.  |
| <b>Periode</b>                | Die tydsduur tussen kruine en trôe van golwe, of tussen gebeurlikhede.   |
| <b>Periodies</b>              | Gereeld; gebeur kort-kort.   |
| <b>phi</b>                    | 21ste letter van die Griekse alfabet $\Phi$ (f) gebruik om 'n foton (ligdeeltjie) te verteenwoordig.   |
| <b>Pi</b>                     | $\pi$ , 16de Griekse letter (p), die verhouding van die omtrek van 'n sirkel tot sy deursnee. 'n Konstante sonder eenhede, waarde ongeveer 3,14159.  |
| <b>Pithagoras se stelling</b> | Die vierkant op die hipotenus (skuinssy) van 'n reghoekige driehoek is gelyk aan die som van die vierkante van die ander twee sye van die reghoekige driehoek. H is die hipotenus, a is die sy langsaaan die reghoek en b is die derde sy: $h^2 = a^2 + b^2$ . |
| <b>Planeet</b>                | 'n Groot sferiese astronomiese liggaam wat om 'n ster (son) wentel. Sien 'maan'.   |
| <b>Platvlak</b>               | 'n Plat oppervlak.   |
| <b>Polariteit</b>             | Pole of duidelike eindes, bv. positief en negatief (elektrisiteit), noord en suid (magnetisme); twee teenoorgestelde en kontrasterende eienskappe.   |
| <b>Pomp</b>                   | 'n Masjien wat energie gebruik om 'n vloeistof oor te plaas van een plek na 'n ander.  |
| <b>Positief</b>               | Baie protone nie gepaar met elektrone; 'n tekort aan elektrone.  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Potensiaal</b>  | Moontlikheid aan energie, produksie, prestasie. Elektrisiteit: grootheid wat in elke punt die spanning van 'n elektriese veld aangee, of emk (elektromotoriese krag, stroomspanning). Algemene gebruik: potensiaal bestaan wanneer daar 'n energieverkil tussen twee punte is, bv. weens swaartekrag of elektriese lading. In elektriese konteks word dit verstaan as stroomspanning. |
| <b>Projek</b>      | 'n Projek is 'n plan van aksie of 'n langtermyn aktiwiteit met die doel om iets te produseer of 'n doelwit te bereik.   |
| <b>Projektiel</b>  | 'n Voorwerp wat gelanseer is (gegooi of geskiet). Projektiële begin gewoonlik met snelheid (spoed) van 0 m/s, versnel en val dan terug teen dieselfde spoed as waarmee hulle versnel het.   |
| <b>Propageer</b>   | Stuur of aflewer, versprei, voortplant.   |
| <b>Proporsie</b>   | Verhouding. Deel van iets in verhouding tot volume, grootheid, ens. Verandering namate iets anders verander. Sien 'korrelasie'.   |
| <b>Proton</b>      | Die positiefgelaaide deeltjie wat die middelpunt van 'n atoomkern vorm, en wat 1 836 keer meer weeg as 'n elektron, maar dieselfde en teenoorgestelde lading het. Simbool p <sup>+</sup> . Sien 'kern', 'neutron', 'elektron'.  |
| <b>Puls</b>        | 'n Enkel vibrasie, of golfkruin- of trog.   |
|                    |   |
| <b>R</b>           |   |
|                    |   |
| <b>Radar</b>       | 'n Toestel wat radiogolwe gebruik om bewegende voorwerpe op te spoor, veral vliegtuie.  |
| <b>Radio</b>       | Elektromagnetiese straling met 'n golflengte groter as mikrogolwe.  |
| <b>Radioaktief</b> | Skadelike uitstralings, veral alfa (heliumkerne), beta (hoë energie elektrone) of gamma (hoë frekwensie elektromagnetiese straling).  |
| <b>Reeks</b>       | Wiskundig: die stel waardes wat aan 'n funksie voorsien kan word. Die stel moontlike y-waardes in 'n grafiek. Sien 'verspreiding'.  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Reënboog</b>       | 'n Sigbare spektrum veroorsaak deur diffraksie van sonlig deur reëndruppels. Sien 'diffraksie'.  |
| <b>Refraksie</b>      | Buig van lig wanneer dit van een medium (bv. lug) in 'n ander medium (bv. water of glas) beweeg. Verandering van die verspreidingsrigting van enige golf as gevolg van beweging teen verskillende snelhede by verskillende punte op die golffront. Sien 'Huygens-beginsel', 'diffraksie'.  |
| <b>Reis</b>           | Beweging.  |
| <b>Rekbaar (krag)</b> | Hoe sterk 'n stof is wanneer dit gerek word. Hoeveel krag dit kan weerstaan voor dit breek.  |
| <b>Rekbaar</b>        | Moontlik om uitgestrek te word, gewoonlik in 'n dun draad.   |
| <b>Resistor</b>       | 'n Toestel wat stroomvloei weerstaan.  |
| <b>Resultant</b>      | Fisika: 'n krag, snelheid of 'n ander vektorhoeveelheid wat ekwivalent is aan die gekombineerde effek van twee of meer vektore aktief by dieselfde punt. Die resultaat van meganiese kragte wat in verskillende rigtings trek. Sien 'vektor'. Dit word met behulp van trigonometrie bereken met twee van die vektors sye van 'n reghoekige driehoek en die resultant die derde sy. |
| <b>Revolusie</b>      | Fisika: 'n Omwenteling, om om te keer.   |
| <b>Rombus</b>         | 'n Vierkantige, ruitvormige figuur met gelyke kante en hoeke wat nie regte hoeke ( $90^\circ$ -hoeke) is nie.  |
| <b>Roteer</b>         | Dieselfde as wentel, maar gewoonlik gesê van 'n soliede voorwerp wat om sy eie middelpunt draai.   |
| <b>Ruimte</b>         | Astrofisika: die vakuum tussen planete, sterre, ens.   |
| <b>Rus</b>            | Fisika: 'n toestand van laagste energieverbruik.   |
|                       |  |
| <b>S</b>              |  |
|                       |  |
| <b>Saamgepers</b>     | Aan drukking blootgestel, platgedruk.  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Satelliet</b>      | Enige liggaam wat om 'n ander liggaam wentel. Astronomie: 'n maan is 'n satelliet van 'n planeet. 'n Planeet is 'n satelliet van 'n ster. Ingenieurswese: 'n mensgemaakte voorwerp wat om die aarde wentel om telekommunikasie- en militêre dienste te verskaf.                             |
| <b>Sekering</b>       | Elektrisiteit: 'n draad wat smelt wanneer 'n oormatig hoë stroom daardeur vloei. Die gradering van die sekering in ampère wat aandui wat die maksimum stroomsterkte kan wees voor die sekering smelt en die stroom onderbreek word. Algemene gebruik: om twee dinge te voeg of te versmelt. |
| <b>Serie</b>          | Fisika: komponente van 'n stroombaan aaneengeskakel sodat die stroom een na die ander deur al die komponente gaan. Chemie: 'n reeks elemente op die periodieketabel met gemeenskaplike eienskappe.  |
| <b>Sfeer</b>          | 'n Perfekte ronde driedimensionele vorm. 'n Bal.  |
| <b>SI</b>             | (afk). Systeème International. Die internasionale stelsel van metrieke eenhede wat deur wetenskaplikes gebruik word. Sien 'metriek'.  |
| <b>Sigbaar</b>        | Kan gesien word met die menslike oog, teenoorgestelde van onsigbaar. Vergelyk mikroskopies, makroskopies.   |
| <b>Silinder</b>       | 'n Lang vorm met parallelle sye en 'n sirkelvormige deursnee – dink aan 'n houtstomp of 'n buis. Sien parallel. Die formule vir die volume van 'n silinder is $\pi r^2 h$ .   |
| <b>Sisteem</b>        | Enige naverwante en interverwante of interafhanklike groep goed; 'n stel goed wat saamwerk. Chemies: 'n houer wat 'n chemiese reaksie bevat.  |
| <b>Skaal</b>          | 'n Metingsisteem, met gereelde intervale of gapings tussen eenhede (subverdelings) van die skaal.   |
| <b>Skalaar</b>        | 'n Hoeveelheid wat nie 'n rigting het nie, slegs 'n grootheid. Vergelyk vektor. Voorbeeld: massa.   |
| <b>Skat</b>           | Om 'n naastenby waarde te raai van die werklike waarde, 'n onnoukeurige berekening.   |
| <b>Skryfbehoeftes</b> | Pen, potlood, papier, ink, lêers, ens.  |



|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Snelheid</b>     | Die afstand afgelê per eenheid tyd, in 'n bepaalde rigting. Vergelyk spoed. Eenhede: m/s.   |
| <b>Som</b>          | Optel. Verteenwoordig deur die Griekse Sigma ( $\Sigma$ ): $\Sigma$ of die optelteken (+).  |
| <b>Son</b>          | Naaste ster aan die Aarde. Sien 'ster'.   |
| <b>Spanning</b>     | Die krag uitgeoefen om 'n stof te rek.  |
| <b>Spektroskoop</b> | 'n Toestel wat gebruik was om lig in 'n spektrum op te breek, om die komponente (elemente) te analiseer waaruit die ligbron bestaan. Gebruik om te bepaal uit watter elemente sterre bestaan.   |
| <b>Spektrum</b>     | 'n Aaneenlopende reeks golflengtes wat 'n gedeelte van die reeks elektromagnetiese stralings opmaak. Eenvoudiger, 'n deel van elektromagnetiese straling, of lig. Bv. die mikrogolfspektrum, die radiospektrum, die sigbare ligpektrum, ens. 'n Reënboog is 'n spektrum van sigbare lig. Sien 'reënboog'. |
| <b>Spoed</b>        | Die afstand afgelê binne 'n sekere tyd; die skalaar van snelheid. Gemeet in meter per sekonde (m/s). Sien 'snelheid'.   |
| <b>Stabiel</b>      | Chemies en Kernfisika: onwaarskynlik dat 'n stof verder sal afbreek of reageer.   |
| <b>Staties</b>      | Nie in beweging nie, teenoorgestelde van dinamies. Ook gebruik in statiese elektrisiteit.   |
| <b>Statistiek</b>   | Die wiskunde van kans en waarskynlikheid.   |
| <b>STD</b>          | (afk). Standaardtemperatuur en -druk; 101,3 kPa en 25 °C.   |
| <b>Ster</b>         | 'n Groot sferiese liggaam in die buitenste ruimte wat gedurig kernfusie ondergaan, bv. die son. Sien 'son'. Die tweede naaste ster aan die Aarde is Alpha Centauri, wat 4,7 ligjare ver van die Aarde is.   |
| <b>Stilstaande</b>  | Nie in beweging.  |
| <b>Stip</b>         | Om punte op 'n Cartesiese koördinaatsisteem aan te dui; om 'n grafiek te trek.  |

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Stoom</b>           | Waterdamp, mikroskopiese druppeltjies water. Nie 'n gas nie, 'n suspensie van water in die lug. Sien 'suspensie'. 'gas', 'vloeistof', 'fase'.   |
| <b>Stoot</b>           | Die teenoorgestelde van trek.   |
| <b>Straal (radius)</b> | Die afstand van 'n voorwerp se middelpunt, gewoonlik 'n sirkel, tot by die buiterand.   |
| <b>Straal</b>          | Fisika: 'n enkel reguit lyn van elektromagnetiese straling. Wiskundig: een lyn van 'n stel lyne wat deur dieselfde sentrale punt gaan. Sien 'radius'.   |
| <b>Straling</b>        | Radioaktiwiteit of elektromagnetiese uitstralings. Sien 'radioaktief'.  |
| <b>Stroom</b>          | Vloei van elektrone.  |
| <b>Stroomspanning</b>  | Die meting van volt.  |
| <b>Stroomsterkte</b>   | Die aantal ampère.  |
| <b>Stukrag</b>         | Sien 'stoot'.   |
| <b>Sublimaat</b>       | Verandering van materiefase direk van solied in 'n gas sonder die intermediaêre vloeistoffase. Sien die geval van droë ys ( $\text{CO}_2$ ).  |
| <b>Substansie</b>      | Materie. Fisiese dinge.   |
| <b>Substitusie</b>     | Die proses van iets met iets anders vervang. Wiskundig: vervanging van 'n algebraïese simbool in 'n formule met 'n bekende waarde of 'n ander formule om die vergelyking te vereenvoudig. Sien 'vereenvoudig'. Chemies: om 'n vervangingsstof met 'n stof te laat bind.   |
| <b>Substituut</b>      | Iets wat iets anders vervang.   |
| <b>Swaar</b>           | Massief; 'n groot massa hê. Sien 'gewig', 'massa'.  |
|                        |   |
| <b>T</b>               |   |
|                        |   |
| <b>Tangens</b>         | Wiskundig: 'n reguit lyn wat 'n kurwe slegs op een plek raak, aanduiding van die kurwe se helling by dié punt, die trigonometriesse funksie van die verhouding van die teenoorgestelde kant van 'n driehoek tot die aangrensende sy van 'n driehoek in 'n reghoekige driehoek, 'n kurwe wat van die grafiek afloop. |



|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Teenwerk</b>      | Teestaan of weerstaan.  |
| <b>Teller</b>        | Die teenoorgestelde van 'n noemer, die getal bo die breuklyn.   |
| <b>Temperatuur</b>   | 'n Meting van hitte. Sien 'hitte'. SI-eenheid is kelvin.  |
| <b>Teorie</b>        | Gewoonlik 'n wiskundige voorstelling van 'n verklaring van iets in die wetenskappe wat nie afhanklik is daarvan dat dit bewys word nie. 'n Teorie verskil van 'n wet daarin dat 'n teorie blootgestel is aan empiriese (visuele of meetbare) weerlegging (afwysing) as bewyse gevind word dat die teorie verkeerd is. Sien 'wet'. |
| <b>Terminaal</b>     | Finaal; eindpunt.   |
| <b>Tewegbring</b>    | Om te begin of te veroorsaak. Elektrisiteit: om die vloei van 'n stroom te veroorsaak deur 'n geleier (metaal) in 'n magnetiese veld te beweeg.   |
| <b>Toestande</b>     | Fisika en Chemie: hoe die omgewing se temperatuur en druk is.   |
| <b>Transformator</b> | Fisika: 'n toestel wat gebruik word om die stroomspanning van 'n wisselstroom te verhoog of te verlaag.   |
| <b>Transistor</b>    | 'n Krag wat aantrek na die bron van die krag toe, gemeet in newton, simbool N.  |
| <b>Trigonometrie</b> | Wiskundig: die verwantskap en verhoudings tussen die sye en hoeke binne 'n reghoekige driehoek.   |
| <b>Trog</b>          | Die laagtepunt in 'n dwarsgolf. Sien 'golf', 'kruin', 'dwars'.  |
|                      |   |
| <b>U</b>             |   |
|                      |   |
| <b>Uitoefen</b>      | Om druk op iets of iemand te plaas, om 'n poging aan te wend.   |
| <b>Uitskieter</b>    | Statistiek: 'n datapunt heeltemal buite verwante of nabye datapunte.  |
| <b>Uitstip</b>       | Teken van 'n diagram wat waardes op Cartesiese asse vergelyk.   |
| <b>Uitstraal</b>     | Om los te laat.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Uitstraling</b>  | Iets losgelaat, bv. gas, lig, hitte. Fisika: Uitstuur van elektromagnetiese uitstralings, lig, of radioaktiwiteit. Sien 'uitstraal'. Wiskundig: Om van 'n sentrale punt uit te spreid. Sien 'straal'.   |
| <b>Ultraklank</b>   | Klank met 'n te hoë frekwensie vir die menslike oor, gebruik in skandering van die liggaam, bv. die hart om bloedvloei-obstruksies op te spoor, of om 'n beeld van 'n fetus op 'n skerm te kan sien.  |
| <b>Ultraviolet</b>  | Lig met hoër frekwensie as violetlig, nie sigbaar vir die menslike oog nie. Teenwoordig in sonlig en kan sonbrand meebring. Dit kan gestop word deur osoon ( $O_3$ ) in die atmosfeer. In donkerre reflekteer dit van wit klere af as violetlig. Ook 'swartlig' genoem. Golflengte 400 nm – 10 nm. Eenheid (n). 'n Onderverdeling van 'n skaal. Sien 'skaal'. |
| <b>UV</b>           | (afk). Sien 'ultraviolet'.  |
|                     |   |
| <b>V</b>            |   |
|                     |   |
| <b>Vakuum</b>       | Afwesigheid van materie. Sien 'materie'. 'n Vakuum het nie trekkrag nie. Trekkrag is die resultaat van 'n hoë druk wat voorwerpe in 'n lae druk omgewing (vakuum) instoot.  |
| <b>Vektor</b>       | 'n Wiskundige hoeveelheid met rigting en grootte. Voorbeeld: snelheid. Vergelyk 'spoed', 'skalaar'.   |
| <b>Veld</b>         | Fisika: 'n area waarin 'n krag ondervind (gevoel) word en veroorsaak is deur elektrisiteit, of swaartekrag of magnetisme. Bv. 'n elektriese veld is een waarin 'n toetslading ('n vrye deeltjie) spontaan sal beweeg. 'n Magnetiese veld is een waarin ystervysels hulleself outomaties volgens bepaalde lyne sal oriënteer.                                  |
| <b>Veranderlike</b> | 'n Letter wat gebruik word om 'n onbekende getal in algebra te verteenwoordig; 'n hoeveelheid wat verander; onderworpe aan verandering.   |
| <b>Verdamp</b>      | Veranderingsfase van vloeistof na 'n gas. Vergelyk sublimering en kook.   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Vereenvoudig</b>     | Om eenvoudiger te maak. Wiskundig: om deurgaans te deel met 'n gemeenskaplike faktor (getal of algebraïese letter) wat die vergelyking eenvoudiger sal maak om te lees en te bereken.   |
| <b>Verhoudingsgetal</b> | 'n Breuk; hoe een getal verband hou met 'n ander getal; presiese verhouding. As daar vyf vroue vir elke vier mans is, is die verhouding van vroue tot mans 5:4, geskryf met 'n dubbelpunt (:). Hierdie verhouding kan voorgestel word as die breuk $\frac{5}{4}$ of $1\frac{1}{4}$ , of 1,25; of ons kan sê daar is 25% meer vroue as mans. |
| <b>Verminder</b>        | Om stadiger te word. Teenoorgestelde van versnel.   |
| <b>Verplaas</b>         | Om iets op 'n ander plek te sit.  |
| <b>Verplasing</b>       | 'n Afstand wegbeweeg. Die proses van verplaas te word.  |
| <b>Verskil</b>          | Wiskundig: aftrekking. Omgangstaal: In watter opsig twee dinge nie dieselfde is nie.  |
| <b>Versnel</b>          | Om spoed of snelheid te vermeerder per sekonde, gemeet in meter per sekonde per sekonde ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ of $\text{m}/\text{s}^2$ ). Sien ook 'snelheid', 'spoed'.  |
| <b>Verspreiding</b>     | Hoe iets oor 'n gebied verdeel is. Wiskundig: die reeks en verskeidenheid van getalle soos gesien op 'n grafiek. Om uit te brei of uiteen te gaan. Rigting van verspreiding beteken die rigting waarin verspreiding plaasvind.  |
| <b>Vierkant</b>         | Wiskundig: 'n vorm of figuur met vier gelyke sye en slegs reghoeke, die eksponent is 2 (bv. die vierkant (kwadraat) van 4 is $4^2 = 16$ ).  |
| <b>Vloeistof</b>        | Enige stof wat kan vloei en die vorm van 'n houer aanneem; water, sommige jelle en vloeibare gas.   |
| <b>Vloeitraagheid</b>   | Die taaiheid van 'n vloeistof. 'n Taai vloeistof vloei stadig, bv. stroop.  |
| <b>Vlugbaan</b>         | Die baan van 'n projektiel. Sien 'projektiel'.  |
| <b>Vlugtigheid</b>      | Hoe maklik iets verdamp. Bv. eter ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}$ ) is meer vlugtig as water.   |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Volt</b>            | Eenheid van potensiële verskil in elektrisiteit. Die verskil van potensiaal ( $E_p$ ) wat een ampère stroom teen een ohm weerstand sal dra. Dieselfde as emk. Sien 'emk', 'weerstand', 'ohm', 'ampère'.  |
| <b>Volume</b>          | Meting van die ruimte wat 'n voorwerp opneem, gelyk aan lengte x breedte x hoogte.   |
| <b>Vooroordeel</b>     | Om partydig gekant teen iets te wees, gewoonlik onregmatig. Om iets nie korrek te rapporteer nie, om iets uitermatig te bevoordeel.  |
| <b>Voorspel</b>        | Algemeen: om vooruit te sien. Fisiese Wetenskap: om 'n stelling te maak oor wat sal gebeur, gebaseer op 'n wet. Sien 'wet'.  |
|                        |  |
| <b>W</b>               |  |
|                        |  |
| <b>Waarskynlikheid</b> | Hoe moontlik iets is. Waarskynlikheid is gewoonlik 'n wiskundige maat aangegee as 'n desimaal, bv. [0] beteken onwaarskynlik, maar [1,0] beteken sekerheid, en [0,5] beteken net so waarskynlik as onwaarskynlik. [0,3] is onwaarskynlik en [0,7] is heel waarskynlik. Die mees algemene manier om waarskynlikheid uit te druk, is as 'n herhaling, of hoe gereeld iets voorkom. |
| <b>Watt</b>            | Kragteenheid. Sien 'krag'. $P = \frac{W}{t}$ (joules per sekonde).   |
| <b>Wattverbruik</b>    | Die hoeveelheid krag verbruik, gemeet in kWh. Sien 'kWh'.  |
| <b>Weber</b>           | Die SI-eenheid vir induksiefluks; veroorsaak emk van 1 volt in 'n stroombaan van een klos wanneer gegenerere of verwyder in een sekonde.   |
| <b>Weerkaatsend</b>    | Afgee van al die lig wat op iets skyn.   |
| <b>Weerstand</b>       | Die mate waartoe 'n geleier (gewoonlik metaal) stroomvloei vertraag of belemmer. Sien 'stroom', 'vertraag', 'ohm'.   |

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Wentel</b>     | Om om 'n punt te draai, gewoonlik gesê van 'n voorwerp wat op 'n afstand om die sentrale punt van 'n ander voorwerp beweeg. Vergelyk met roteer.  |
| <b>Wentelbaan</b> | Ongeveer die sirkelbaan wat planete rondom 'n ster (son) volg.  |
| <b>Werk</b>       | Energie, gemeet in joules. Gewoonlik in die sin van die hoeveelheid energie benodig om 'n voorwerp te beweeg of van rigting te laat verander.   |
| <b>Wet</b>        | 'n Formule of verklaring in Fisiese Wetenskappe wat afgelei (ontdek) is deur waarneming (sien). Die formule of verklaring voorspel dan dat onder dieselfde omstandighede dieselfde uiteinde altyd sal plaasvind. Bv. die eerste wet van termodinamika stel dat materie en energie nie vernietig kan word nie, maar slegs verander van een vorm in 'n ander. |
| <b>wgk</b>        | (afk). Wortel van die gemiddelde kwadraat. Altyd kleinletters. Die vierkantswortel van die wiskundige gemiddelde van vierkante van 'n stel waardes. Sien 'gemiddeld'. Gebruik om die gemiddelde spanning van 'n wisselstroom te bepaal.   |

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Wolfram</b>   | 'n Element (metaal) wat in gloeilampe (hitte) gebruik word, simbool W.   |
| <b>Wringkrag</b> | Hoekbeweging; 'n krag wat rotasie veroorsaak; die hoeveelheid krag wat 'n rotasie oplewer. Sien 'momentum'.  |
| <b>Wrywing</b>   | Wanneer twee goed teen mekaar geskuur word; hitte wat ontstaan of verlore gaan wanneer goed teen mekaar geskuur word; 'n krag; die weerstand tussen twee oppervlakke wat beweeg terwyl dit in kontak is. |
|                  |  |
| <b>X</b>         |  |
|                  |  |
| <b>x-strale</b>  | Elektromagnetiese straling van hoër energie as UV maar laer energie as Gamma-straling. Golflengte 0,01 tot 10 nm. Gebruik om in 'n liggaam te sien, maar ook deur sterre uitgestraal.                    |
|                  |  |

# Die wiskunde wat jy benodig

Hierdie afdeling rus jou toe met die basiese wiskundige vaardighede wat jy benodig om enige vak waar wiskundige beginsels gebruik word, te slaag. Sorg dat jy hierdie afdeling eers baasraak voordat jy die res van die boek aanpak.

## 1. Basiese aanwysers

- As 'n formule nie 'n maalteken ( $\times$ ) of 'n punt-produk ( $\cdot$ ) bevat nie, maar twee simbole is langs mekaar, beteken dit “maal”. Dus,  $m_1 m_2$  beteken *massa 1 maal massa 2*. Dit kan ook geskryf word as  $m_1 \times m_2$ , of  $m_1 \cdot m_2$ .
- 'n Komma beteken dieselfde as 'n desimale punt op jou sakrekenaar (bv.  $4,5 = 4.5$ ). Moenie die desimale punt verwar met punt-produk (maal) nie:  $4,5 = 4\frac{1}{2}$  maar  $4 \cdot 5 = 20$ . Vermoed eerder om hierdie rede om die punt-produk te gebruik.
- Dit is algemeen in wetenskap om delers met 'n eksponent te skryf. Dit beteken, byvoorbeeld, dat 0.5 meter per sekonde gewoonlik geskryf word as  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  eerder as  $0.5 \text{ m/s}$ . Al twee notasies is egter heeltemal korrek en jy kan enigeen gebruik. Dit is egter belangrik dat jy of  $^{-1}$  of  $/$  gebruik. As jy net  $0.5 \text{ ms}$  skryf, beteken dit 0.5 millisekondes, wat nie 'n snelheid (spoed in 'n rigting) is nie, dit is 'n tyd.
- 'n Veranderlike is iets wat varieer (verander). Byvoorbeeld, die weer is 'n veranderlike wat jou besluit om winkelsentrum toe te gaan, beïnvloed. Veranderlikes in wetenskap en wiskunde word deur letters voorgestel, soms genoem algebraïese veranderlikes. In wiskunde is die mees algemene een  $x$ , waarskynlik gevolg deur  $y$ ,  $z$ . Veranderlikes in wetenskap word lettersimbole gegee volgens wat hulle verteenwoordig, dus byvoorbeeld,  $M$  of  $m$  word vir massa gebruik (hoeveelheid substans in kilogramme);  $v$  is vir snelheid (spoed in 'n spesifieke rigting);  $a$  word gebruik vir versnelling (verandering in snelheid), ens. Meeste van die tyd kan jy van die lettersimbool aflei wat die veranderlike is; so is  $V$  stroomspanning (*voltage*),  $R$  is weerstand (*resistance*),  $P$  is druk (*pressure*), ens.

## 2. Onderwerp van Formule of Los op vir

In wetenskap en wiskunde moet jy dikwels “iets die onderwerp van ’n formule maak” of “oplos vir”. Dit verwys na bepaling van die waarde van ’n onbekende hoeveelheid as ander hoeveelhede en die formule wat die verhouding tussen hulle aantoon, gegee is.



### Uitgewerkte Voorbeeld 1

John het 5 appels. Hy gee daarvan vir Joanna en hou 2 appels oor. Hoeveel appels het hy vir Joanna gegee? Die formule om die antwoord te kry, sal so lyk:

$$5 - x = 2$$

Om vir  $x$  op te los, moet ons die  $x$  en die 2 omruil. Wat ons in werklikheid doen, is om “ $x$ ” by te tel aan albei kante:

$$5 - x + x = 2 + x$$

dit word dan:

$$5 = 2 + x$$

dan trek ons 2 by elke kant af om die 2 oor te skuif:

$$5 - 2 = 2 - 2 + x$$

$$5 - 2 = x$$

$$3 = x$$

... Dus, John het 3 appels vir Joanna gegee.

Dieselfde prosedures is van toepassing ongeag hoe ingewikkeld die formule lyk. Skuif items rond deur slegs bytel, aftrek, kwadreer, vierkantswortel, maal of deel deurgaans.



### Uitgewerkte Voorbeeld 2

Laat ons ’n voorbeeld uit Fisiese Wetenskappe neem:  $V = IR$ . Dit beteken die stroomspanning in ’n stroombaan is gelyk aan die spanning in die stroombaan maal die weerstand.

Veronderstel ons weet die spanning is 12 V, en die weerstand is 3  $\Omega$ . Wat is die stroom?

$$V = IR$$

$$12 = 3 \times I$$

deel deurgaans met 3 om  $I$  te isoleer

$$\frac{12}{3} = \left(\frac{3}{3}\right) I$$

onthou: enigiets deur homself gedeel, is 1, dus:

$$\frac{12}{3} = (1) \times I \quad \dots \text{en} \quad \frac{12}{3} = 4 \quad \dots \text{dus}$$

$$4 = I \text{ of}$$

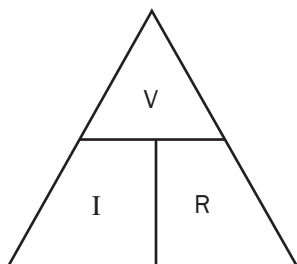
$I = 4 \text{ A}$  ... Die stroombaan se stroom is 4 ampère.

Hoe om hierdie vergelykings op te los, kan onthou word deur die driehoek-geheuevoorbeeld te gebruik soos getoon:

As jy wil oplos vir  $V$ , hou  $V$  toe met jou hand.  $I$  langs  $R$  beteken dan maal  $R$ , of  $IR$ .

Dus,  $V = IR$ . As jy oplos vir  $R$ , hou  $R$  toe met jou hand.  $V$  is bo  $I$ . Dus  $= \frac{V}{I}$ .

Hoewel dit ’n makliker manier is om te doen, moet jy onthou dat baie formules nie uit slegs drie dele bestaan nie. Dit is dus beter om te weet hoe om iets die onderwerp van ’n formule te maak, of vir iets op te los.





## Uitgewerkte Voorbeeld 3

Hier is 'n moeiliker voorbeeld. Gegee

$$K_c = 4,5$$

$$[\text{SO}_3] = 1,5 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_2] = 0,5 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{O}_2] = \frac{(x-48)}{64} \text{ mol/dm}^3$$

Los op vir  $x$ .

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} \quad \therefore 4,5 = \frac{(1,5)^2}{(0,5)^2 \frac{(x-48)}{64}}$$

$$\therefore x = 176 \text{ g}$$

Hoe het ons die antwoord gekry?



## Stap-vir-Stap

Laat ons kyk hoe dit werk.

Eerste, los op vir die eksponente (magte):

$$4,5 = \frac{2,25}{(0,25) \frac{(x-48)}{64}}$$

Nou sien ons dat 2,25 en 0,25 soortgelyke getalle is (veelvoude van vyf), laat ons hulle dus deel soos aangetoon.

$$4,5 = (2,25 / 0,25) \times ((x-48) / 64)$$

Dit laat ons met

$$4,5 = 9 \times ((x-48) / 64)$$

Maar, as ons 'n deler deel, kan die tweede deler na die boonste ry skuif. Hier volg 'n eenvoudige voorbeeld:

$$\begin{aligned} 1 \div (2 \div 3) &= \frac{1}{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{1 \times 3}{2} \\ &= \frac{3}{2} = 1,5 \end{aligned}$$

Probeer dit vinnig op jou sakrekenaar as jy twyfel:  $1 \div (2 \div 3)$  ... dit beteken een gedeelte twee-derdes. Twee-derdes is 0,6667, wat amper een is. Hoeveel twee-derdes is nodig om een op te maak? Die antwoord is een en 'n half twee-derdes. d.w.s.  $0,6667 + (0,6667 \div 2) = 1$ . Daarom die antwoord van 1,5.

Dus, terug na die oorspronklike probleem: ons kan die 64 na die boonste lyn bring en met 9 maal:

$$4,5 = 9 \times ((x-48) / 64)$$

$$4,5 = \frac{9 \times 64}{x-48}$$

$$4,5 = \frac{576}{x-48}$$

Nou kan ons die hele vergelyking invers om die  $x$  bo te kry:

$$\frac{1}{4,5} = x - \frac{48}{576}$$



Nou maal ons elke kant met 576 om die 576 van die onderste ry te verwyder

$$\frac{576}{4,5} = \frac{(x-48) 576}{576}$$

En ons kanselleer die 576'e aan die regterkant soos hierbo getoon. Dus, as  $576 \div 4,5 = 128$ , dan is

$$128 = x - 48$$

Nou tel ons 48 by aan elke kant om die 48 oorkruis te verwyder

$$128 + 48 = x - 48 + 48 \quad \dots 128 + 48 = x = 176.$$

### 3. Statistieke

Baie wetenskaplike eksperimente en baie ekonomiese verslae maak gebruik van statistieke. Jy moet daarom minstens die volgende ken:

**Afhanklike veranderlike:** Die resultaat van 'n eksperiment, die effek bereik uit die eksperiment.

**Onafhanklike veranderlike(s):** Die elemente wat as inset dien vir die eksperiment, die moontlike oorsake. Dit word ook die gekontroleerde veranderlike(s) genoem.

**Kontrole veranderlike:** 'n Veranderlike wat konstant gehou word ten einde die verwantskap tussen twee ander veranderlikes te bepaal. "Kontrole veranderlike" moet nie verwar word met "gekontroleerde veranderlike" nie.

Dit is belangrik om te verstaan dat korrelasie nie oorsaaklikheid beteken nie. Dit wil sê wanneer twee veranderlikes lyk of hulle met mekaar korreleer, hulle nie noodwendig mekaar veroorsaak nie. 'n Veranderlike veroorsaak slegs 'n ander veranderlike as die een 'n funksie  $f(x)$  van die ander is. Dit sal duideliker wees wanneer ons grafieke behandel.

**Gemiddeld:** Die gemiddelde. In die reeks 1, 3, 5, 7, 9, is die gemiddeld  $1 + 3 + 5 + 7 + 9$  gedeel deur 5, omdat daar 5 datadele is. Die gemiddeld in hierdie geval is 5.

**Mediaan:** Die datapunt (enkel datadeel) presies in die middel van 'n datareeks. In die reeks 1, 3, 5, 7, 9 is die mediaanwaarde 5.

**Modus:** Die mees algemene datadeel. In die reeks 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 5, is die modus 3.

Dit word dikwels in wetenskaplike formules gesê dat goed proporsioneel tot mekaar is. Ons kan egter nie die waarde van 'n krag of energie-uitset of massa bereken as ons slegs weet dat goed proporsioneel (d.i. watter dinge korreleer) tot mekaar is nie.

Kom ons neem momentum as voorbeeld. Momentum (hoe kragtig iets beweeg, min of meer), is proporsioneel tot snelheid (spoed in 'n rigting). Dus, hoe vinniger iets beweeg, hoe meer momentum het dit. Maar  $p$  (momentum) kan nie bereken word as ons net weet wat die snelheid is nie, ons moet ook weet wat die massa is. Hoekom? Omdat momentum ook proporsioneel tot massa is; hoe groter iets is, hoe meer momentum het dit. Dus, om ontslae te raak van die proporsionaliteitteken ( $\propto$ ), moet ons 'n formule daarstel. Baie wetenskaplike eksperimente se doel is om uit te vind wat die verwantskap tussen twee veranderlikes is, dws of hulle slegs

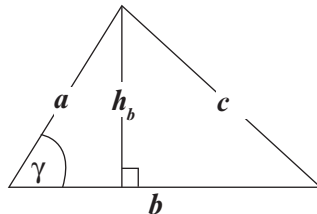
gekorreleer – proporsioneel – is, en of hulle oorsaaklik verwant is. In die geval van momentum is dit maklik, omdat daar nie verdere veranderlikes is nie:  $p = mv$ . Dit is egter in die geval van swaartekrag of elektriese of magnetiese kragvelde nie so maklik nie. In hierdie gevalle moet iets wat ons 'n 'konstante' noem, ingebring word. 'n Konstante is 'n vaste waarde wat altyd in 'n vergelyking in vermenigvuldig word. Konstante word dikwels geskryf as  $k$ . Sekere spesifieke konstante, soos in die Swaartekragwet, het egter 'n eie simbool, in dié geval,  $G$ . Hierdie konstante word later in die tabelle in hierdie studiegids gegee.

## 4. Driehoeke

In wetenskap word baie gebruik gemaak van driehoeke. Bv. vektorkragdiagramme, oppervlakke onder grafieke, ens. Die oppervlak van 'n driehoek is helfte van die basis maal die hoogte:  $A = \frac{b}{2}(h)$ . 'n Driehoek met 'n basis van 5 cm en 'n hoogte van 3 cm se oppervlak is  $2,5 \times 3 = 7,5 \text{ cm}^2$ . Dit is bruikbaar in hantering van grafieke van beweging/versnelling.

**A = 7.5**

$b$  Basis   
 $h_b$  Hoogte



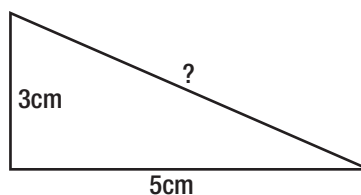
### Lengte van driehoeksye

Jy kan die lengte van reghoekige driehoeke se sye bereken met behulp van Pitagoras se stelling. Die vierkant van die hipotenusas is gelyk aan die som van die vierkante op die ander twee sye: In hierdie diagram,  $b$  = basis,  $h_b$  = hoogte, en  $c$  = die hipotenusas:  $c^2 = h_b^2 + b^2$ .



### Uitgewerkte Voorbeeld 4

Die hipotenusas (gemerk ?) in die driehoek hier langsaan se lengte kan bereken word deur die ander twee sye te kwadreer en dan hulle som se vierkantswortel te bereken. Dit is:  
 $3^2 + 5^2 = 9 + 25 = 34$ . In hierdie geval is die skuinssy = 34 en die vierkantswortel daarvan en dus die lengte van die skuinssy is 5,83cm.



Dit is bruikbaar wanneer jy by vektoroptelling kom, bv. as die bekende sye vektors was en ons wil weet wat die waarde en sterkte van die krag is en die rigting waarin dit sal gaan.

## 5. Trigonometrie

Jy kan trigonometrie gebruik om driehoeksye se grootheid te bereken as jy nie genoeg inligting het nie, bv. as jy nie die grootheid van ten minste twee sye het nie (maar die hoek het).

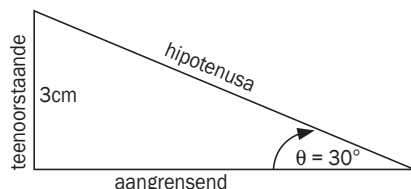
$\sin = \text{teenoorstaande} / \text{hipotenusas}$

$\sin = T/H$

cos = aangrensend / hipotenusa  
tan = teenoorstaande / aangrensend

cos = A/H  
tan = T/A

*Hipotenusa* is die langste sy aangrensend aan die hoek, gewoonlik verteenwoordig deur 'n theta ( $\theta$ ). 'Teenoorstaande' beteken die driehoeksy direk teenoorstaande van die hoek. 'Aangrensend' beteken die sy langs aan die hoek wat nie die hipotenusa is nie.



## Uitgewerkte Voorbeeld 5

Die sy teenoorstaande van die hoek  $\theta$  is 3 cm lank in hierdie driehoek. Die sy aangrensend aan die hoek  $\theta$ , en die hipotenusa is onbekend. Theta, die hoek, is 30 grade.

Hoe bereken ons die hipotenusa? Wel,

$$\sin \theta = \frac{O}{H} = 3 \text{ cm} \div H.$$

$$\sin 30^\circ = 0,5 \text{ (gebruik jou sakrekenaar hiervoor, of memoriseer dit).}$$

dus

$$0,5 = 3 / H$$

los op vir H, ons maal deurgaans met H, maak H die onderwerp van die formule:

$$H \times 0,5 = 3 \times H \div H$$

$$H \times 0,5 = 3$$

deel nou deurgaans met 0,5 om H te isoleer:

$$H \times 0,5 \div 0,5 = 3 \div 0,5$$

$$H = 3 \div 0,5 \therefore H = 6 \text{ cm}$$

Kom ons probeer uitwerk waaraan die aangrensende sy gelyk is, ons aanvaar ons weet nie wat die hipotenusa is nie.

$$\tan \theta = O/A$$

$$\tan 30^\circ = 3 \text{ cm} \div A$$

$$0,57735 = 3 \div A$$

$$A \times 0,57735 = 3 \times A \div A$$

$$A \times 0,57735 = 3$$

$$A = 3 \div 0,57735$$

$$A = 5,196 \text{ cm} \approx 5,2 \text{ cm.}$$

Laat ons dit met Pitagoras kontroleer. Veronderstel ons wil bewys dat die teenoorstaande sy 3 cm is. Ons het  $H = 6$  en  $A = 5,2$ . Volgens Pitagoras is  $A^2 + O^2 = H^2$ . Dus,

$$5,22 + O^2 = 6^2$$

$$O^2 = 6^2 - 5,22$$

$$O^2 = 36 - 27$$

$$O^2 = 9$$

Dus, die vierkantswortel van  $O^2$  gee ons  $O$  .... naamlik,  $O = 3 \text{ cm}$ . Die trigonometrie berekening is korrek.

Laastens, daar is drie ander bewerkings wat jy in trigonometrie kan doen, maar dit is net inverse van die eerste drie: *kosekans*, *sekans* en *kotangens*. Kosek, soms afgekort na ksk, is die omgekeerde (invers) van sinus. *Sek* is die invers van *kosinus*, en *kot* is die invers van *tangens*. Dus, dit beteken as  $\sin = O/H$ , dan is  $\text{kosek} = H/O$ , ensovoorts.



## Uitgewerkte Voorbeeld 6

Die aarde wentel om die son op 'n afstand van 149 597 870 700 m of 149 597 870,7 km (honderd nege en veertig miljoen km). Hierdie afstand word die AE, Astronomiese Eenheid, genoem. Die plat skyf wat ooreenstem met die aarde se wentelbaan, word die 'ekliptika' genoem. Veronderstel op 21 Desember word 'n onbekende voorwerp waargeneem teen 'n hoek van  $88^\circ$  tot die ekliptika, en op 21 Junie is dieselfde voorwerp waargeneem teen  $92^\circ$ . Hoe ver is die voorwerp in AE?



### Stap-vir-Stap

Stap 1. Ignoreer ekstra inligting. Omdat die aarde om die son wentel, is die hoek van die onbekende voorwerp dieselfde in altwee waarnemings; dis net dat op een datum is die aarde aan een kant van die voorwerp en op die ander datum is die aarde aan die ander kant van die voorwerp.

Van die gegewe hoeke kan ons aflei dat die onbekende voorwerp by  $90^\circ$  tot die son relatief tot die aarde is.

Stap 2. Ons weet wat die hoek tot die onbekende voorwerp is en ook die afstand na die son. Dus, as ons 'n driehoek teken en die son is die reghoek, die aarde is by die punt van die hipotenuza en die afgeleë voorwerp is teenoorstaande van die son, kry ons die volgende driehoek.

Dus, ons wil weet wat die hipotenuza is. Ons weet driehoeke tel op na  $180^\circ$ , dus die verskil tussen  $\theta$  en die gegewe hoek van  $88^\circ$  is  $2^\circ$ . Dit beteken die hoek wat die onbekende voorwerp tot die aarde maak, is  $2^\circ$ . Dus:

$$\sin \theta = \frac{O}{H}$$

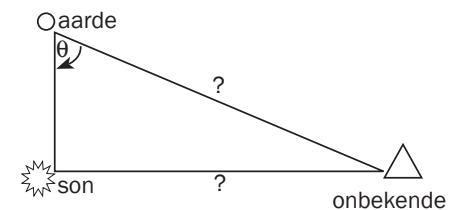
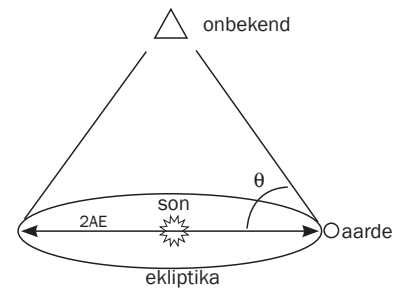
$$\sin 2^\circ = 1 \text{ AE} \div H = 149\,597\,870,7 \text{ km} \div H$$

$$0,035 = 149\,597\,870,7 \text{ km} \div H$$

$$H = 149\,597\,870,7 \text{ km} \div 0,035$$

$$H = 4\,286\,533\,756,4964 \text{ km} = 28,6 \text{ AE}$$

Dit beteken die onbekende voorwerp is 4,2 biljoen km, of 28,6 AE, ver.



## 6. Grafieke

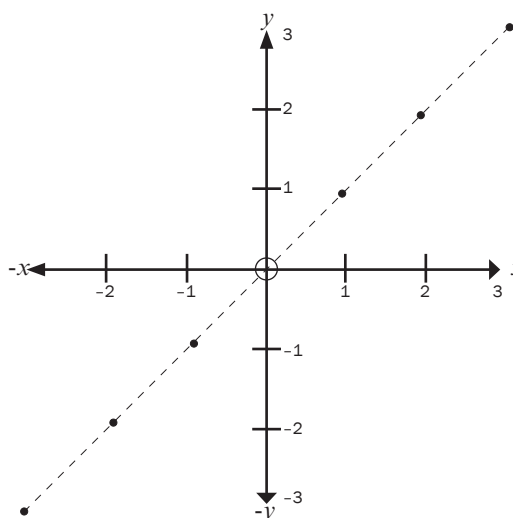
Baie van die werk in wetenskap behels interpretering van grafieke. Daar is vele soorte grafieke: beweging, koerse, chemiese reaksies, afstand, relatiewe sterkte van kragvelde, ens. Voor mens al hierdie grafieke kan interpreteer, is dit die beste om met Cartesiese koördinate te begin.

'Koördinate' is getalle wat van 'n sentrale punt, die 'oorsprong', verwys na die afstand op 'n lyn, op 'n oppervlak, of in die ruimte. Grafieke waarmee jy te doen sal hê, het net twee dimensies (rigtings). Die punte se posisies op hierdie grafieke word beskryf deur gebruik van twee koördinate: hoe ver die punt van links na regs is, genoem die  $x$ -koördinaat, en hoe ver op of af van die punt op die bladsy is, genoem die  $y$ -koördinaat.



## Uitgewerkte Voorbeeld 7

Beskou die volgende grafiek. Dit toon ses punte in 'n reguit lyn.



Die aangetoonde koördinate kan beskryf word deur wat 'geordende pare' genoem word. Byvoorbeeld, die eerste punt op hierdie grafiek is 3 eenhede na regs op die ' $x$ -as' of horisontale lyn. Net so is dit ook 3 eenhede na bo op die ' $y$ -as', of vertikale lyn. Dus, die koördinate is  $(3;3)$ . Die punt net onder die sentrale punt of 'oorsprong' is een eenheid na onder van die  $x$ -as af, en een eenheid links van die  $y$ -as. Dus is die koördinate  $(-1;-1)$ . Let op dat enigiets links van of onder die oorsprong voorafgegaan word met 'n minusteken. In meeste gevalle in wetenskap sal grafieke positiewe asse hê, aangesien meeste grafieke met tyd te doen sal hê.

Hierdie reeks punte lyk asof hulle aan mekaar verwant is, omdat dit in 'n reguit lyn lê. As jy so 'n resultaat teëkom in 'n eksperimentele situasie, beteken dit gewoonlik dat jy kan voorspel wat die volgende punt sal wees, naamlik  $(4;4)$ . Dié tipe voorspelling word 'ekstrapolering' genoem. As jy die eksperiment uitvoer en vind dat die resultaat  $(4;4)$  is, het jy bepaal dat daar 'n sterk verwantskap of korrelasie is. Jy kan dus begin dink aan 'n formule om jou bevindings te beskryf. Byvoorbeeld, dit kan 'n grafiek wees wat die meting van 'n stroom ( $x$ ) aantoon teenoor 'n meting van weerstand ( $y$ ).

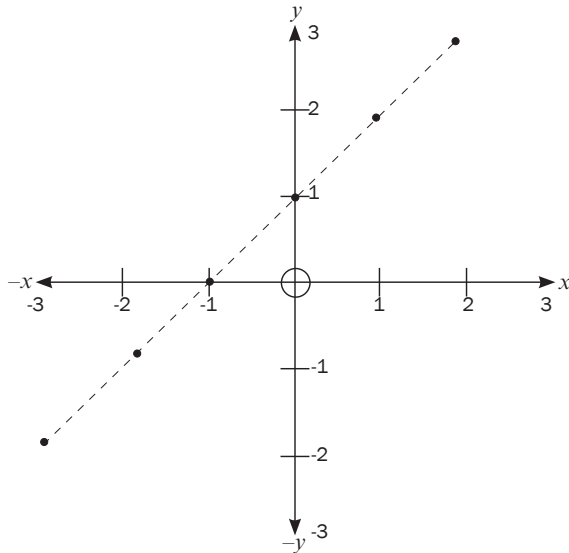
'n Ander manier om te sê dat  $x$  verwant is met  $y$ , of dat  $x$  proporsioneel is tot  $y$ , is om te sê dat  $y$  'n funksie is van  $x$ . Dit word geskryf as  $y = f(x)$ . Dus, in die voorbeeld hierbo gegee, is stroom 'n funksie van weerstand. Maar hoe is  $y$  verwant aan  $x$  in hierdie grafiek? Dit blyk in 'n 1 tot 1 verhouding te wees:  $y = x$ . Daarom is die formule vir hierdie grafiek  $y = x$ . In hierdie geval het ons net met twee faktore te doen;  $x$  en  $y$ . Jy sal vind dat in ander grafieke meer faktore betrokke kan wees, soos versnellingsgrafieke wat eenhede van  $m/s^2$  het. Moenie daarvoor bekommerd wees nie, jy hanteer dit op dieselfde manier (byvoorbeeld,  $m/s^2$  vs. tyd).



## Uitgewerkte Voorbeeld 8

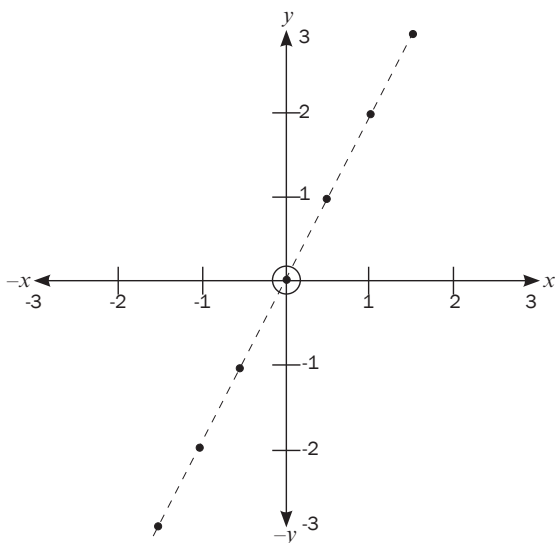
Kom ons kyk na 'n effens meer gekompliseerde geval soos hieronder geïllustreer.

In die volgende grafiek sien mens dat waar  $x$  ook al gelyk is aan iets, is  $y$  plus 1. Dus, Trek met jou vinger van die punt onder links opwaarts. Dit ontmoet die  $x$ -as by punt  $-3$ . Doen dieselfde vir dieselfde punt na die  $y$ -as. Jy sal sien dat dit die  $y$ -as by  $-2$  ontmoet. Jy sal sien die volgende koördinate is  $(-2;-1)$ , dan  $(-1;0)$ , dan  $(0;1)$ ,  $(1;2)$ , en laastens  $(2;3)$ . Dis duidelik dat wat  $x$  ook al is,  $y$  is een meer. Dus,  $y = x + 1$  is die formule vir hierdie lyn.



## Uitgewerkte Voorbeeld 9

Kom ons bekijk nog 'n geval. In hierdie geval sien ons die volgende waardes: waar  $x$  'n sekere waarde het, het  $y$  dubbel die waarde. Laat ons dit tabuleer.



| $x$  | $y$ |
|------|-----|
| 1,5  | 3   |
| 1    | 2   |
| 0,5  | 1   |
| 0    | 0   |
| -0,5 | -1  |
| -1   | -2  |
| -1,5 | -3  |



Dus, as  $x$  1,5 is, is  $y$  3, as  $x$  1 is, is  $y$  2. Die formule vir hierdie lyn is dus:  $y = 2x$ . Die waarde langs  $x$  word die 'helling' of 'gradiënt' van die lyn genoem. Hoe groter die waarde langs  $x$  is, dus hoe groter die gradiënt is, hoe steiler is die helling. Die gradiënt kry dikwels die simbool 'm' wanneer dit onbekend is.

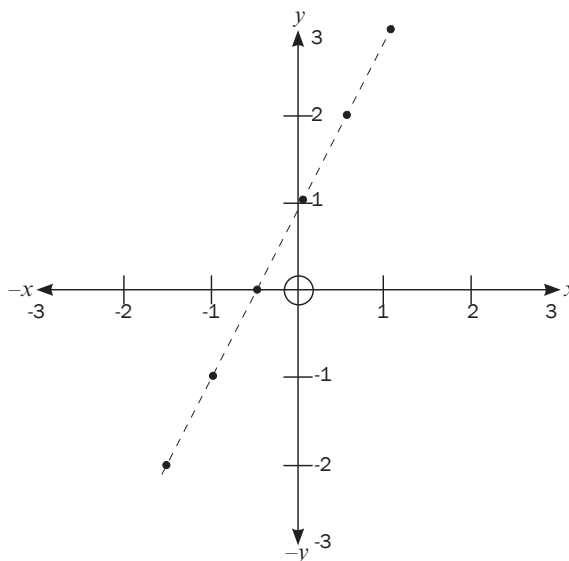
Hoe dit nou toegepas word in wetenskap is eintlik eenvoudig: as ons byvoorbeeld kyk na 'n grafiek van 'n chemiese reaksie sal die  $x$ -as gewoonlik tyd verteenwoordig en die  $y$ -as sal gewoonlik die hoeveelheid (aantal) geproduseerde stof wees. Dus, as ons 'n grafiek het van 'n chemiese reaksie met 'n groot gradiënt, beteken dit die reaksie is vining, 'n klomp stof ( $y$ ) word geproduseer oor 'n kort tydspan ( $x$ ). As ons byvoorbeeld die reaksie verhit en waarneem dat die gradiënt nog meer toeneem, sal dit bewys dat hitte die chemiese reaksie verhoog, of dat reaksiekoers proporsioneel tot hitte is. Net so, as die gradiënt afwaarts gaan, sal dit aantoon dat die reaksie oor tyd afgeneem het, omdat  $y$ , die hoeveelheid stof geproduseer, afgeneem het namate tyd  $x$  (tyd) toegeneem het, dalk omdat die reaktans opgebruik was.



## Uitgewerkte Voorbeeld 10

Ons doen nog een geval. In hierdie geval kan ons sien dat  $y$  'n funksie is van  $x$ , aangesien dit 'n reguit lyn grafiek is. Dit is egter nie so maklik om die verwantskap tussen  $x$  en  $y$  te sien nie. Ons kan sien dat die gradiënt dieselfde is as in die vorige grafiek, so dit moet iets wees soos  $y = 2x$ . Dit maak egter nie heeltemal sin nie, aangesien  $2(-1,5)$  nie  $-2$  is nie. Ons sien dat waar  $x$  nul is (by die oorsprong), is  $y$  by 1. Maar die helling is dieselfde, daarom moet dit wees  $y = 2(0) + 1$ . Dus is die formule:  $y = 2x + 1$ .

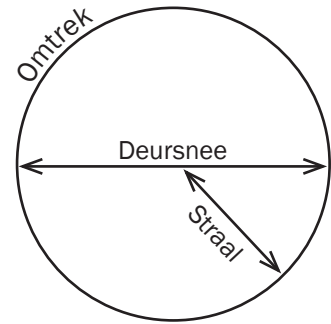
Soos jy kan sien, is dit waar wiskundiges die algemene vergelyking vir 'n reguit lyn gekry het,  $y = mx + c$ . ('c' staan vir 'konstante').



| $x$  | $y$ | $2x + 1$                 |
|------|-----|--------------------------|
| -1,5 | -2  | $2(-1,5)+1 = -3+1 = -2$  |
| -1   | -1  | $2(-1)+1 = -2+1 = -1$    |
| -0,5 | 0   | $2(-0,5) + 1 = -1+1 = 0$ |
| 0    | 1   | $2(0)+1 = 0+1 = 1$       |
| 0,5  | 2   | $2(0,5)+1 = 1+1 = 2$     |
| 1    | 3   | $2(1)+1 = 2+1 = 3$       |

## 7. Sirkels

- Deursnee (diameter) is die wydte van 'n sirkel ( $2r$ ); radius is helfte van die middellyn ( $\frac{d}{2}$ ). Die buiterand van 'n sirkel word die 'omtrek' genoem. 'Diameter' beteken om oorkruis te meet. Vergelyk 'diagonaal' wat 'n hoek oor 'n vierkant of reghoek beteken, dus 'dia-' (Grieks) beteken 'oorkruis'. Die Latynse term vir omtrek beteken 'om 'n sirkel te voltooi'. Dink aan die sirkel wat die aarde om die son voltooi. Die son se strale straal in alle rigtings uit van die middelpunt (son) af, die straal is dus die afstand van die middelpunt van 'n sirkel tot by die buitenste rand van die sirkel wat om die middelpunt loop.
- Oppervlak van 'n sirkel =  $\pi r^2$
- Omtrek =  $2 \pi r$
- Jy kan dit gebruik om op te los vir straal en diameter (deursnee).



## Brondokumente

Die volgende inligtingsdokumente sal in die eksamen aan jou voorsien word. Dis nie nodig vir jou om dit te memoriseer nie.

### SI-Eenhede: Vermenigvuldigers

| Prefiks | Simbool | Waarde     | Uitgeskryf             |
|---------|---------|------------|------------------------|
| Tera    | T       | $10^{12}$  | 1 000 000 000 000      |
| giga    | G       | $10^9$     | 1 000 000 000          |
| mega    | M       | $10^6$     | 1 000 000              |
| kilo    | k       | $10^3$     | 1 000                  |
| hekto   | h       | $10^2$     | 1 00                   |
| deka    | da      | $10^1$     | 1                      |
| desi    | d       | $10^{-1}$  | 0,1                    |
| senti   | c       | $10^{-2}$  | 0,01                   |
| milli   | m       | $10^{-3}$  | 0,00 1                 |
| mikro   | $\mu$   | $10^{-6}$  | 0,00 000 1             |
| nano    | n       | $10^{-9}$  | 0,00 000 000 1         |
| piko    | p       | $10^{-12}$ | 0,00 000 000 000 1     |
| femto   | f       | $10^{-15}$ | 0,00 000 000 000 000 1 |

Moenie verwar word as jy CAT/IT studeer en opmerk dat dieselfde vermenigvuldigers in groothede van  $10^{24}$  gegee word, nie 1000 nie. Dit is omdat rekenaars binêre syfers gebruik (magte van 2)



## Konstante

[illegible]

# Formules

## Kragte en Momentum:

|          |   |                             |
|----------|---|-----------------------------|
| $u, v_0$ | = | snelheid (aanvanklik)       |
| $v, v_1$ | = | snelheid (finaal)           |
| $s, x$   | = | verplasing/afstand beweeg   |
| $t$      | = | tyd                         |
| $a$      | = | versnelling                 |
| $\Delta$ | = | verandering in              |
| $p$      | = | momentum                    |
| $r$      | = | afstand tussen twee liggame |

$$F = ma$$

$$F = G(m_1 m_2)/r^2 \quad (\text{Newton se Swaartekragwet})$$

$$a = \Delta v/t \quad v = s/t$$

$$v = u + at \quad \text{of} \quad v_1 = v_0 + a\Delta t$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{of} \quad \Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad \text{of} \quad v_1^2 = v_0^2 + 2as$$

$$p = mv \quad p_1 v_1 = p_2 v_2$$

Vervang 'a' met  $g$  ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ) as aarde toe geval word.

## Energie, Arbeid, Krag, Golwe:

|           |   |                               |
|-----------|---|-------------------------------|
| $E, W$    | = | energie of arbeid             |
| $E_k$     | = | kinetiese energie             |
| $W_0$     | = | werkfunksie                   |
| $P$       | = | krag                          |
| $H$       | = | hoogte bo die grond           |
| $h$       | = | Planck se konstante           |
| $\lambda$ | = | golflengte (Griekse letter L) |
| $f$       | = | frekwensie                    |
| $c$       | = | spoed van lig                 |
| $m$       | = | massa                         |
| $v$       | = | snelheid                      |
| $T$       | = | tyd/periode                   |

$$E = W \quad P = \frac{W}{t} \quad E_p = mgH$$

$$W = F \Delta x \cos \theta$$

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad (\text{teen snelhede baie minder as lig})$$

$$E = mc^2 \quad (\text{spoed van lig, kernreaksies})$$

$$E = hf$$

$$v = f\lambda \quad (\text{teen spoed van lig, gebruik } c = f\lambda)$$

$$f = \frac{1}{T}$$

## Doppler-effek:

$$f_L = \frac{V \pm V_L (f_s)}{V \pm V_s} \quad \text{OF} \quad f_L = \frac{V (f_s)}{(V - V_s)}$$

## Elektrisiteit en Transformators:

|        |   |                               |
|--------|---|-------------------------------|
| $E$    | = | energie (joules)              |
| $q, Q$ | = | lading                        |
| $v, V$ | = | stroom                        |
| $F$    | = | krag                          |
| $I$    | = | stroom in ampère              |
| $R$    | = | weerstand in ohm ( $\Omega$ ) |
| $s/p$  | = | sekondêre/primêre klosse      |

$$E = \frac{V}{d} \quad E = F/q$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$F = \frac{k(q_1 q_2)}{r^2} \quad (\text{vergelyk met Newton se Gravitasielwet})$$

$$F = k(I_1 I_2)L/r \quad (\text{waar in hierdie geval } k = 2 \times 10^{-7})$$

$$V = IR \quad I = Q/\Delta t$$

$$P = IV = \frac{QV}{t} \quad E = VIt = \frac{Vt}{R}$$

$$R = r_1 + r_2 + r_3 \dots \quad (\text{in serie})$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots \quad (\text{in parallel})$$

$$V_p I_p = V_s I_s \quad \frac{V_s}{V_p} = N_s/N_p$$

### Notas:

In die meeste gevalle beteken 'n voetteken van '1' 'voor' en 'n voetteken van '2' beteken 'na', dus,  $p_1 v_1 = p_2 v_2$  beteken 'momentum teen tyd 1 maal snelheid teen tyd 1 (voor botsing)', is gelyk aan momentum teen tyd 2, maal snelheid teen tyd 2 (na botsing).  
Om om te skakel van km/h na m/s, deel met 3,6.

# Notas

# Meganika: Krag en Newton se Wette

## Opsomming

Hierdie afdeling dek belangrike aspekte van die Graad 11-werk. Maak seker dat jy dit goed hersien het sodat jy daardie kennis in die Graad 12-werk kan toepas. Ten einde in hierdie afdeling suksesvol te wees, moet jy trigonometrie en Pitagoras se Stelling hersien.

### Jy moet weet hoe om:

- 'n Skets te kan teken van parallele en loodregte vektors.
- Bepaal die resultant vektor grafies deur die kop-tot-voetmetode asook deur berekening.
- Skei 'n vektor in sy parallele en loodregte komponente.

### Jy moet die volgende ken:

- Newton se Wette en hoe om dit toe te pas.
- Verskillende soorte krag.
- Kragdiagramme en vryeliggaamdiagramme.

### Definisies en Wette wat jy moet ken:

1. 'n **Krag** is die afstoot of aantrek van 'n voorwerp as gevolg van die voorwerp se interaksie met 'n ander voorwerp.
2. **Gravitasie** is die **aantrekkingskrag** wat voorwerpe uitoefen op ander voorwerpe omdat hulle oor 'n massa beskik. Dit is die krag wat alles laat val en die oseaangetye veroorsaak. Hoe groter die massa van die voorwerp, hoe groter die swaartekrageffek.
3. Die normaalkrag is 'n loodregte krag wat 'n oppervlak uitoefen op 'n voorwerp waarmee dit in aanraking is.
4. Die resultant- (netto) krag uitgeoefen op 'n voorwerp is die vektorsom van al die kragte uitgeoefen op die voorwerp. Die vektorsom is die som van alle vektors (al die kragte bymekaar getel, met inagneming van hulle rigtings).
5. **Newton se eerste wet in terme van momentum:** 'n Voorwerp sal in rus bly of aanhou beweeg teen 'n konstante snelheid (of teen konstante snelheid in 'n reguit lyn) behalwe as dit beïnvloed word deur 'n nie-zero eksterne resultante krag.
6. **Newton se tweede wet in terme van momentum:** As 'n nie-zero resultant (netto) krag 'n voorwerp beïnvloed, sal die voorwerp in die rigting van die resultantkrag versnel. Die versnelling is direk proporsioneel tot die resultante krag en invers proporsioneel tot die voorwerp se massa.
7. **Newton se derde wet in terme van momentum:** Wanneer voorwerp A 'n krag uitoefen op voorwerp B, oefen voorwerp B tegelykertyd 'n krag uit op voorwerp A, wat van gelyke grootte is, maar in die teenoorgestelde rigting.
8. **Newton se wet in terme van universele swaartekrag:** 'n Krag of gravitasie-aantrekking bestaan tussen twee deeltjies of voorwerpe enige plek in die heelal. Die grootte van hierdie krag is direk proporsioneel tot die produk van die voorwerpe se massas en is invers proporsioneel tot die vierkant van die afstand tussen hulle middelpunte.



'Universeel' beteken die stelling is geldig vir enige voorwerp in die heelal.

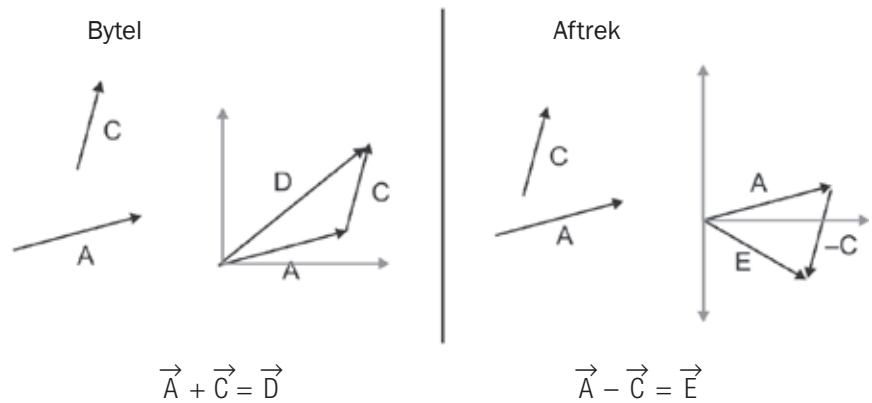


# 1.1 Hersiening: Vektors

'n Vektor is 'n hoeveelheid wat grootte en rigting het.

- 'n Vektor kan verteenwoordig word deur 'R' in vet druk, of 'n pyltjie bo die letter  $\vec{R}$ .
- Vektors kan grafies opgetel of afgetrek word deur hulle kop tot voet / kop tot kop te lê op 'n stel asse.

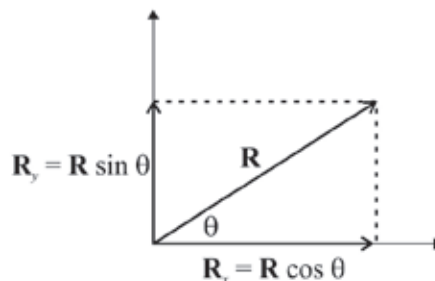
## **bv.** Uitgewerkte Voorbeeld 1



- Net soos wat een vektor die som van twee vektors is, kan ons ook twee vektors vind om een vektor te wees.
- In meganika is dit dikwels bruikbaar om 'n vektor op te breek in twee komponentvektors, een horisontaal en die ander vertikaal. Ons gebruik basiese trigonometrie om die komponente te vind.

## **bv.** Uitgewerkte Voorbeeld 2

**Voorbeeld:** Vektor  $\vec{R}$  maak 'n hoek  $\theta$  met die  $x$ -as.  $\vec{R}$  is opgebreek in komponent  $\vec{R}_x$  en  $\vec{R}_y$ .



$$\begin{aligned}\cos \theta &= \frac{\text{aangr}}{\text{skuins}} = \frac{R_x}{R} \\ \therefore R \cos \theta &= R_x \\ \sin \theta &= \frac{\text{teenoorst}}{\text{skuins}} = \frac{R_y}{R} \\ \therefore R \sin \theta &= R_y\end{aligned}$$

$\vec{R}_x = \vec{R} \cos \theta$  en  $\vec{R}_y = \vec{R} \sin \theta$ , waar  $\theta$  is die hoek tussen  $\vec{R}$  en die  $x$ -as ( $\vec{R}_x$ ).



## Uitgewerkte Voorbeeld 3

As vektor  $\vec{R}$  'n grootheid het van 5 en teen 'n hoek is van  $\theta = 36,86^\circ$ , is die komponente  $\vec{R}_x = 5 \cos 36,86^\circ = +4$  en  $\vec{R}_y = 5 \sin 36,86^\circ = +3$ .

## 1.2 Wat is krag?

Wanneer voorwerpe in interaksie is met mekaar, oefen hulle kragte op mekaar uit.

As 'n krag 'n voorwerp beïnvloed, kan dit 'n verandering in die voorwerp veroorsaak. Moontlike veranderinge is:

- die vorm van die voorwerp
- die voorwerp se rustoestand
- die voorwerp se snelheid
- die rigting waarin die voorwerp beweeg
- die voorwerp se versnelling.

Krag ( $\vec{F}$ ) is 'n **vektorhoeveelheid**, wat beteken dit het grootheid en rigting.

- Dit kan verteenwoordig word deur 'n pyl in 'n vektordiagram. Die lengte van die pyl dui die grootheid aan en die hoek dui die rigting aan.
- Dit word gemeet in die SI-eenheid **newton (N)**.

Ons toon die kragvektor met  $\vec{F}$ .

F sonder die pyl verteenwoordig net die grootheid van die kragvektor.



### DEFINISIE

**Afstoting:** 'n krag tussen twee voorwerpe wat hulle van mekaar weg hou.

**Aantrekking:** 'n krag tussen voorwerpe wat hulle na mekaar trek.

### Voorbeeld

$\xrightarrow{\quad}$  12 N verteenwoordig 'n krag ( $\vec{F}$ ) van 12 N na regs.

- Voorwerpe oefen stoot- (**afstoting**) of trek- (**aantrekking**) krag uit op mekaar.
- 'n Krag kan as 'n **kontakkr**ag of **nie-kontakkr**ag geklassifiseer word.
- Voorwerpe kan 'n krag op mekaar uitoefen wanneer hulle in kontak is (aan mekaar raak), bv. wrywing tussen normaalkragte

of

- Voorwerpe kan 'n krag op mekaar uitoefen wanneer hulle nie in kontak (verwyder van mekaar) met mekaar is nie, bv. magnetiese, elektrostatiese en gravitasiekr

## 1.3 Verskillende soorte kragte

Ons bestudeer hierdie verskillende kragte:

1. Gravitasiekr

5. Spanning ( $\vec{F}_T$  of  $\vec{T}$ )

## 1. Gravitasiekrag ( $\vec{F}_g$ of $\vec{a}$ ):

- Gravitasiekrag (swaartekrag) is die **aantrekkrag** wat die Aarde uitoefen op 'n voorwerp bokant die aardoppervlak.
- Gravitasiekrag trek **afwaarts** na die Aarde se middelpunt.
- Die gewig ( $\vec{w}$ ) van 'n voorwerp is dieselfde as die gravitasiekrag ( $\vec{F}_g$ ) op die voorwerp, dus  $\vec{F}_g = \vec{w}$
- Die **gewig** van 'n voorwerp is die produk van die **massa** en die **gravitasieversnelling** van die Aarde. Dus  $\vec{w} = m\vec{g}$  waar  $m$  massa is en  $\vec{g}$  die versnelling weens gravitasie.

**normaal:**  
In Fisika beteken normaal loodreg tot. Dit beteken nie 'ordinêr' nie.



$$\therefore \vec{F}_g = \vec{w} = m\vec{g}$$

waar  $\vec{F}_g$  die gravitasiekrag is

$\vec{w}$  is die voorwerp se gewig

$m\vec{g}$  is massa  $\times$  gravitasieversnelling

## 2. Normaalkrag ( $\vec{F}_N$ of $\vec{N}$ ):

Wanneer 'n voorwerp op 'n oppervlak rus, oefen die oppervlak 'n krag uit op die voorwerp, bekend as 'n **normaalkrag**.

Dit is 'n **kontak**krag wat teen 'n reghoek ( $90^\circ$ ) opwaarts van die oppervlak af werk.

In die diagramme hieronder sal jy 'n vryliggaamdiagram en 'n kragdiagram sien. Die voorwerp wat kragte ondervind, word in die kragdiagram getoon. Die kragte werk in op die voorwerp by sy 'swaartepunt'. In 'n vryliggaamdiagram word die voorwerp wat kragte ondervind nie getoon nie, d.w.s. die voorwerp word as 'n enkel punt hanteer.

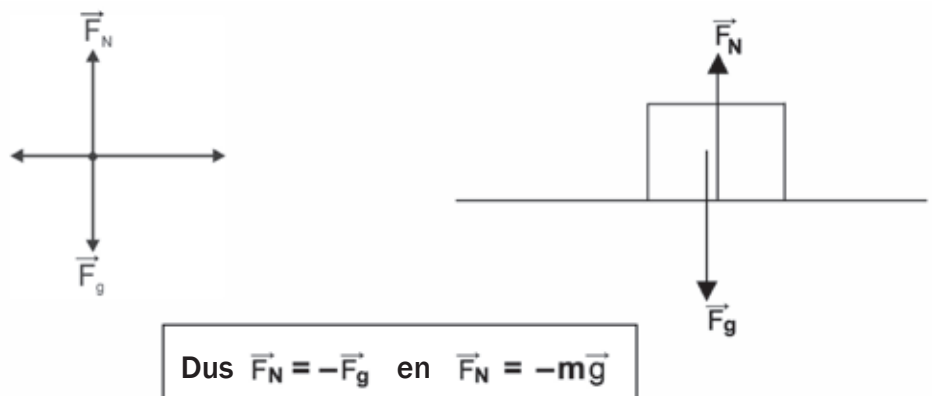


### DEFINISIE

'n 'Swaartepunt' is 'n punt vanwaar die gewig van 'n liggaam of sisteem beskou kan word om te werk. In eenvormige gravitasie is dit dieselfde as middelpunt van massa.

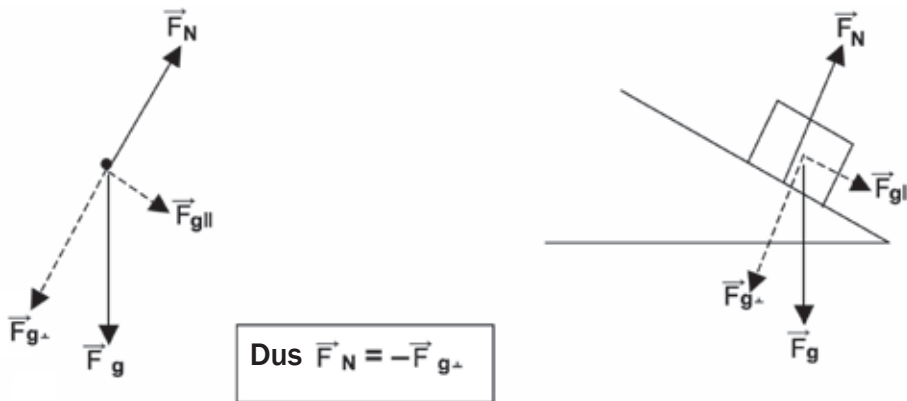
### 2.1. Wanneer 'n voorwerp op 'n horisontale oppervlak rus of beweeg, sal die normaalkrag dieselfde grootheid wees, maar 'n teenoorgestelde rigting tot die voorwerp se massa of gravitasiekrag.

#### 'n Rustende voorwerp op 'n horisontale oppervlak



- 2.2. Wanneer 'n voorwerp op 'n hellingoppervlak rus of beweeg, sal die normaalkrag dieselfde grootheid wees, maar in 'n teenoorgestelde rigting tot die loodregte komponent van die gewig van die voorwerp of gravitasiekrag.

'n Voorwerp rustend op 'n hellingoppervlak



3.1 Wrywingskrag ( $\vec{F}_f$  of  $\vec{f}$ ):

- Wrywingskrag werk beweging teen, dit werk dus teen die beweging van 'n voorwerp.
- Wrywingskrag werk in die teenoorgestelde rigting tot 'n voorwerp se beweging of voorgenome beweging.
- Hoe growwer die oppervlak is, hoe meer wrywing is daar tussen die voorwerp en die oppervlak.

Hoe gladder die oppervlak, hoe minder die wrywing tussen die voorwerp en die oppervlak.

Dit beteken hoe meer die grootheid van die normaalkrag uitgeoefen op die voorwerp, hoe meer is die grootheid van die wrywingskrag. Dink hier aan maal. Hoe harder jy druk, hoe meer 'normaal'- (loodregte) krag word uitgeoefen. Wanneer jy iets maal, bv. mielies om meel te kry, word sterk normaal- (loodregte) kragte uitgeoefen en dus wrywingskragte wat die mielies fyn maal.

- As 'n voorwerp rustend is, is daar 'n **statiese** wrywingskrag.
- As die voorwerp beweeg, is daar 'n **kinetiese** wrywingskrag.

3.2 Die ko-effisiënt van wrywing ( $\mu$ )

Die materiaal van die twee oppervlakke in kontak met mekaar, bepaal die ko-effisiënt van wrywing.

**Voorbeelde**

- Staal op nat ys het 'n lae wrywingsko-effisiënt (gly maklik).
- Rubber op teer het 'n hoër wrywingsko-effisiënt (meer greep, minder gly).

- Wanneer 'n voorwerp rustend is op 'n horisontale oppervlak en geen krag word daarop uitgeoefen nie, is daar nie statiese wrywing nie.
- Wanneer 'n klein krag uitgeoefen word op 'n rustende voorwerp, neem die statiese wrywingskrag toe namate die toegepaste krag toeneem.
- Namate die krag vermeerder, vermeerder die statiese wrywing ook.



- Dit hou aan totdat die statiese wrywing 'n maksimum waarde bereik – dit kan nie verder toeneem nie. Uiteindelik word maksimum statiese krag verbygesteek en die voorwerp beweeg.
  - Die wrywing verminder na 'n laer waarde, genoem die kinetiese wrywing ( $f_k$ ).
  - Die kinetiese energie bly konstant terwyl die voorwerp teen 'n konstante snelheid beweeg.
  - Die kinetiese wrywing bly kleiner as die maksimum statiese wrywing.
- $$f_s \leq \mu_s F_N \quad \text{en} \quad f_k = \mu_k F_N$$



Wanneer 'n voorwerp oor 'n oppervlak met 'n hoek  $\theta$  beweeg, word die normaalkrag vermenigvuldig met die kinetiese ko-effisiënt van wrywing om die wrywingskrag te bepaal.

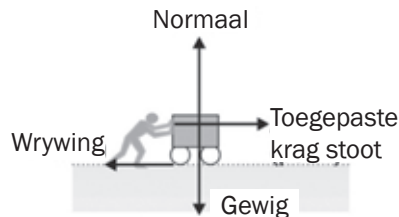
Die kinetiese ko-effisiënt word bereken deur gebruik van  $\cos \theta$ :

$$\vec{F}_N = \vec{F}_{g\perp} = m\vec{g} \cdot \cos \theta \quad f_k = \mu_k \vec{F}_N$$

#### 4. Toegepaste kragte

'n Toegepaste krag is 'n krag wat 'n persoon of voorwerp toepas op 'n ander voorwerp.

Wanneer 'n mens 'n trollie stoot, is daar 'n toegepaste krag wat 'n uitwerking op die trollie het.



#### 5. Spanning ( $\vec{F}_T$ of $\vec{T}$ ):

Wanneer 'n voorwerp met 'n tou (of lyn, of kabel) getrek word, of van die dak hang, pas die tou 'n krag toe op die voorwerp. Hierdie krag word spanning genoem. Dit is 'n kontakkras en werk in die teenoorgestelde rigting van die 'trek'. As 'n voorwerp aan 'n tou hang, is die rigting van spanning altyd opwaarts in die tou. Hierdie krag voldoen aan Newton se derde wet, nl. dit is die reaksie op die trekaksie.



## 1.4 Kragdiagramme en vryeliggaamdiagramme

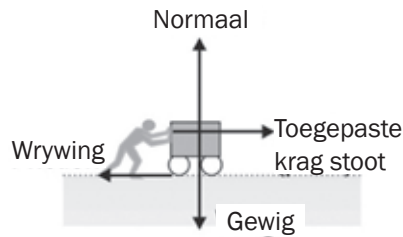


1. In krag- en vryeliggaamdiagramme kyk ons na werking van kragte op EEN (dieselfde) voorwerp.
2. Wanneer jy vrae oor kragte moet beantwoord, moet jy:
  - die kragte benoem
  - sê watter krag 'n krag toepas op watter voorwerp
  - sê wat die kragte se rigtings is.

### Voorbeeld

'n Man stoot 'n volgelaaide trollie oor 'n horisontale vloer.

Ons kan die volgende kragte wat op die trollie toegepas word, identifiseer:

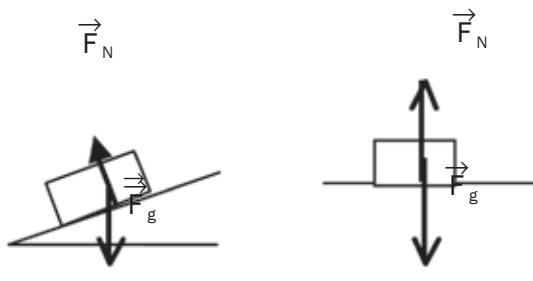


- die gewig of  $\vec{F}_g$  van die trollie en vrag, d.i. die krag wat afwaarts uitgeoefen word deur gravitasie/die aarde
- die normaalkrag,  $\vec{F}_N$ , opwaarts uitgeoefen op die trollie deur die vloer
- die toegepaste krag wat die man op die trollie uitoefen, wat in 'n voorwaartse rigting werk
- die wrywingskrag,  $\vec{F}_f$ , in die teenoorgestelde rigting as die beweging.

Kragte uitgeoefen op 'n voorwerp kan voorgestel word deur krag- of vryeligaamdiagramme.

### Kragdiagram

- Die voorwerp word as 'n blok en die kragte as vektors getoon.
- Die vektors begin by die punt van toepassing.
- Gewig word getrek van die voorwerp se swaartepunt, afwaarts.



### Vryeligaamdiagram

- Die voorwerp word voorgestel as 'n punt en die kragte as vektors.
- Die vektors begin by die punt en almal wys weg van die punt.
- As die voorwerp op 'n hellingoppervlak is, kan die gewigvektor verdeel word in twee komponentvektors.



### Krag simbole in diagramme

Ons gebruik die simbole om te help met voorstelling van kragte in krag- en vryeligaamdiagramme:

- $\vec{F}$  of  $\vec{F}_{\text{toegepas}}$ : toegepaste krag, in die rigting waarin toegepas
- $\vec{F}_f$  of  $\vec{F}$ : wrywingskrag, oppervlak op voorwerp, teenoorgestelde tot rigting van beweging
- $\vec{F}_g$  of  $\vec{W}$ : gravitasiekrag of gewig, krag deur die aarde op voorwerp uitgeoefen, afwaarts
- $\vec{F}_N$  of  $N$ : normaalkrag, oppervlak op voorwerp, loodreg opwaarts van oppervlak af
- $\vec{F}_T$  of  $\vec{T}$ : spanning, kabel of tou aan voorwerp, in rigting van beweging.



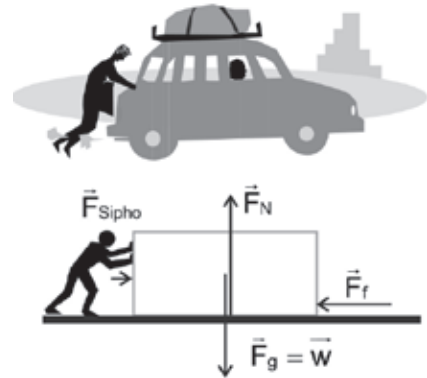


## Stappe om krag- en vryeliggaamdiagramme te teken

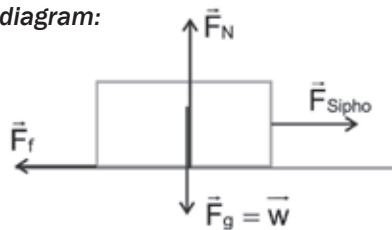
Volg die stappe in hierdie voorbeeld.

**Voorbeeld:** 'n Voorwerp op 'n horisontale vlak:

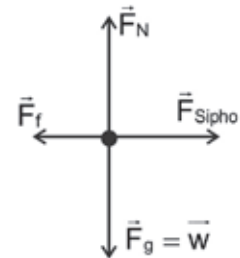
Sipho oefen krag na regs uit terwyl hy die motor oor 'n ruwe, gelyk pad stoot. Teken 'n kragdiagram en 'n vryeliggaamdiagram wat die situasie voorstel.



**Kragdiagram:**



**Vryeliggaamdiagram:**



- Stap 1.** As daar 'n oppervlak is, trek 'n lyn om dit aan te dui.
- Stap 2.** Kragdiagram: teken 'n blok om die voorwerp te verteenwoordig.
- Stap 3.** Vryeliggaamdiagram: stip 'n punt om die voorwerp te verteenwoordig.
- Stap 4.** Trek 'n vektor om die gewig van die voorwerp voor te stel ( $\vec{F}_g$ )
- Stap 5.** As die voorwerp op 'n oppervlak rus, teken 'n pyl om die normaalkrag, opwaarts en loodreg tot die oppervlak, voor te stel. ( $\vec{F}_N$ )
- Stap 6.** Teken 'n pyl om elke toegepaste krag voor te stel.
- Stap 7.** Teken 'n pyl om wrywing aan te dui (as daar wrywing is).
- Stap 8.** As jy 'n vryeliggaamdiagram teken, moet jy die lyn wat die oppervlak voorstel, verwyder.



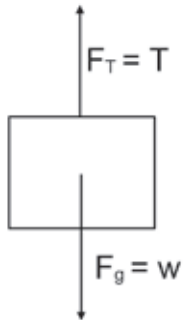
## Uitgewerkte Voorbeeld 4

Teken 'n kragdiagram en 'n vryeliggaamdiagram vir 'n voorwerp wat aan 'n tou of kabel hang.



### Oplossing

**Kragdiagram:**



**Vryeliggaamdiagram:**



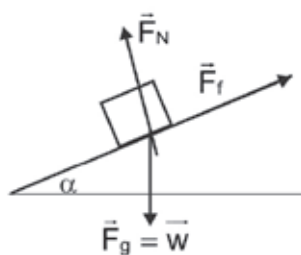
### Komponentvektors in vryeliggaamdiagramme

Vryeliggaamdiagramme is bruikbaar om al die kragte betrokke by 'n situasie te wys.

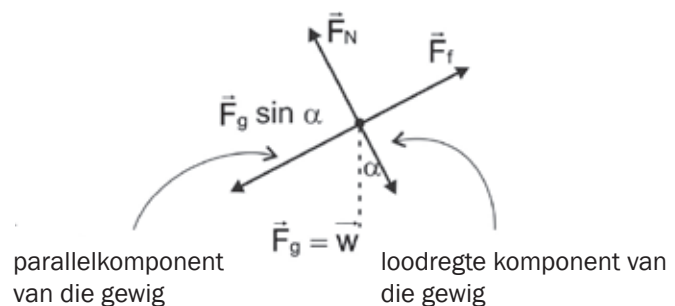
Wanneer 'n voorwerp op 'n hellingvlak rus, kan die krag as gevolg van gravitasie deur twee vektors getoon word:

- een verteenwoordig die komponent parallel met die oppervlak
- die ander verteenwoordig die komponent loodreg tot die oppervlak.

**Kragdiagram:**



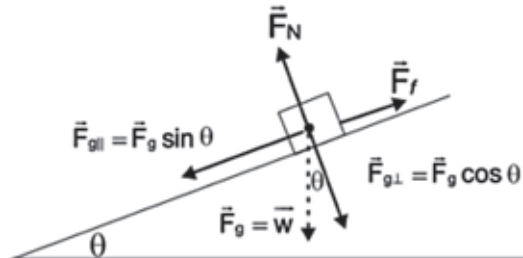
**Vryeliggaamdiagram:**





## Uitgewerkte Voorbeeld 5

As 'n voorwerp met 'n massa van 40 kg afgly teen 'n oppervlak wat 'n ko-effisiënt van kinetiese wrywingskrag  $\mu_k = 0,14$  het, en 'n helling van  $15^\circ$ , wat is die netto krag op die voorwerp soos dit teen die oppervlak afgly? Gebruik die diagram om jou te help.



### Oplossing

**Gewigkomponent teen die helling af**

$$= \vec{F}_g \sin \theta = mg \sin 15^\circ = 40 \times 9,8 \times 0,26 = 101,92 \text{ N.}$$

**Wrywingskrag opwaarts teen helling**

$$\vec{F}_g \cdot \mu_k \cos \theta = 40 \times 9,8 \times 0,14 \times 0,96 = 52,68 \text{ N}$$

$\therefore$  Netto krag teen helling af is:

$$101,92 + (-52,68) = 49,24 \text{ N.}$$



### Rigting van wrywingskrag:

Die wrywing werk teen die voorwerp om te verhoed dat dit teen die helling afgly en werk daarom opwaarts en parallel met die helling.



## Uitgewerkte Voorbeeld 6

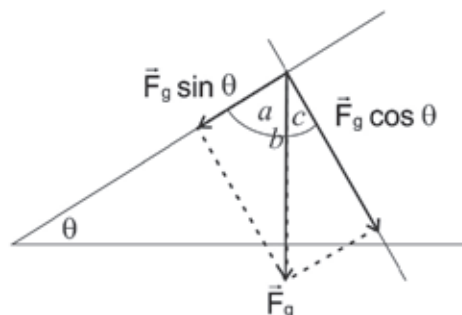
Bereken die komponente van die gewig van 'n voorwerp wat op 'n oppervlak met 'n helling teen 'n hoek van  $\theta$  rus.

### Oplossing

$$\theta + a = 90^\circ \text{ en } a + c = 90^\circ. \text{ So } c = \theta.$$

Die komponent van die gewig loodreg tot die oppervlak met 'n helling van  $\theta$  is

$$\vec{F}_{g\perp} = \vec{F}_g \cos \theta \text{ en parallel met die oppervlak is } \vec{F}_{g\parallel} = \vec{F}_g \sin \theta.$$



## 1.5 Resultant- (netto) krag

Wanneer 'n aantal kragte op 'n voorwerp inwerk, moet ons die resultant- (netto) krag bepaal wat op die voorwerp inwerk.



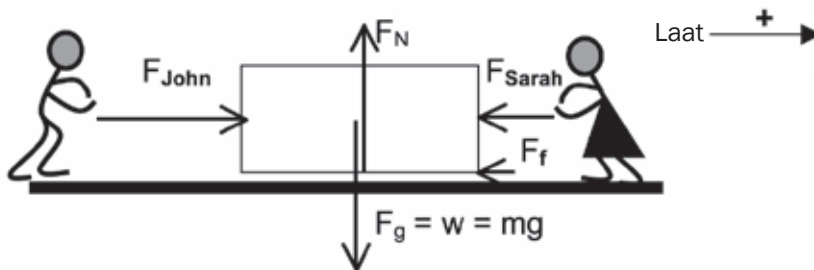
Die resultant- (netto) krag wat op 'n voorwerp inwerk, is die vektorsom van al die kragte wat op die voorwerp inwerk.

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_{\text{res}} = \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

$\sum \vec{F}$  is die som van al die kragte wat op die voorwerp inwerk

### **bv.** Uitgewerkte Voorbeeld 7

John oefen 'n krag van 100 N na regs uit op 'n boks wat op 'n growwe, horisontale oppervlak rus. Sarah oefen 'n krag van 50 N na links uit op die boks. Die wrywing tussen die boks en die oppervlak is 5 N. Teken 'n diagram en bereken die resultantkrag wat op die boks inwerk.



#### Oplossing

$$\vec{F}_{\text{net}} = \sum \vec{F} = (+\vec{F}_{\text{John}}) + (-\vec{F}_{\text{Sarah}}) + (-\vec{F}_f)$$

$$= \vec{F}_{\text{John}} - \vec{F}_{\text{Sarah}} - \vec{F}_f$$

$$= 100 - 50 - 5 = 45 \text{ N} \therefore \vec{F}_{\text{net}} = 45 \text{ N na regs}$$

#### Onthou:

- Krag is 'n vektor.
- Dui die rigting van die krag aan met 'n + of - teken.
- Interpreteer die antwoord in woorde as die finale stap in jou oplossing.

Let op: Aangesien die krag toegepas deur Sarah en die wrywingskrag in die teenoorgestelde rigting is as die krag toegepas deur John, is

$$\vec{F}_{\text{Sarah}} = -50 \text{ N en} \\ \vec{F}_f = -5 \text{ N}$$

Bekyk nou 'n situasie waar 'n boks teen 'n helling afgly. Die krag wat die boks teen die helling laat afgly, is die komponent van die boks se gewig wat parallel met die helling werk.

$\therefore \vec{F}_{\text{g||}} = \mathbf{mg} \cdot \sin \alpha$  waar  $\alpha$  die hoek is tussen die helling en die horisontaal. Bereken **altyd** hierdie krag eerste.





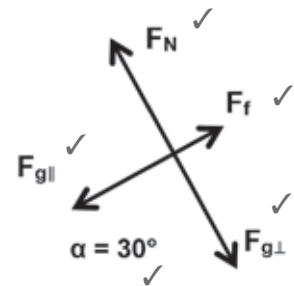
## Aktiwiteit 1

'n Boks met 'n massa van 100 kg gly af teen 'n growwe helling wat 'n hoek van  $30^\circ$  met die horisontaal vorm. Die wrywing wat op die boks inwerk, is 20 N. Teken 'n vryeliggaamdiagram wat al die kragte verteenwoordig wat op die voorwerp inwerk, en bereken die resultantkrag wat op die boks inwerk en dit laat gly. Loodregte kragte kan geïgnoreer word. (12)

### Oplossing

Laat die rigting langs die helling af positief wees.

$$\begin{aligned}
 \text{Dan } \vec{F}_f &= -20\text{ N} \checkmark \\
 \vec{F}_{\text{net}} &= \Sigma \vec{F} = (+ \vec{F}_{\text{gll}}) + (\vec{F}_f) \checkmark \\
 &= \vec{F}_{\text{gll}} + \vec{F}_f \checkmark \\
 &= mg \cdot \sin \alpha + \vec{F}_f \checkmark \checkmark \checkmark \\
 &= (100)(9,8)(\sin 30^\circ) + (-20) \checkmark \\
 &= 490 - 20 = 470 \text{ N} \checkmark \\
 \therefore &470 \text{ N, af teen die helling} \checkmark
 \end{aligned}$$



[12]



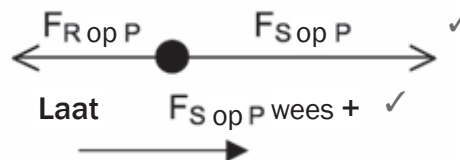
## Aktiwiteit 2

R en S is twee positief gelaaide sfere. P is 'n negatief gelaaide sfeer. Sfeer R oefen 'n elektrostatiese krag van 0,2 N uit op P en sfeer S oefen 'n krag van 0,6 N uit op sfeer P.



Teken 'n vryeliggaamdiagram vir sfeer P en bereken dan die resultantkrag op sfeer P. (5)

### Oplossing



$$\begin{aligned}
 \vec{F}_{\text{net}} &= \Sigma \vec{F} = (\vec{F}_{\text{S op P}}) + (\vec{F}_{\text{R op P}}) \checkmark \\
 &= 0,6 + (-0,2) \checkmark \\
 &= 0,4 \text{ N} \quad \therefore 0,4 \text{ N na S toe} \checkmark
 \end{aligned}$$

Let op:  $\vec{F}_R = -0,2 \text{ N}$

[5]

Onthou:  
Teenoorgestelde ladings  
trek aan. Daarom trek  
R vir P aan en S ook  
vir P.





### Aktiwiteit 3

Drie identiese sfere, X, Y en Z is op dieselfde horisontale vlak. Sfeer X en Z is albei positief en sfeer Y is negatief. Sfeer Y oefen 'n elektrostatiese krag van 450 N uit op sfeer X, en sfeer Z oefen 'n elektrostatiese krag van 350 N op sfeer X uit.

1. Trek 'n vryeliggaamdiagram vir sfeer X en dui die elektrostatiese kragte aan wat daarop inwerk. (2)
  2. Bereken die grootte van die resultant elektrostatiese krag op sfeer X. (8)
- [10]

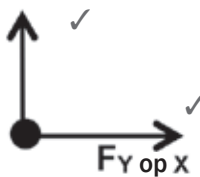


wenk

X en Z is positief  
 $\therefore$  Z verstoot X en  
 Y is negatief en Z is positief  
 $\therefore$  Y trek X aan

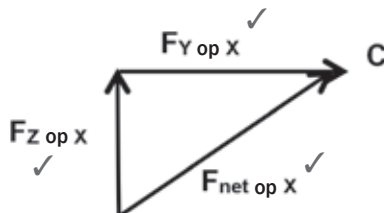
### Oplossings

1. Vryeliggaamdiagram:  $F_{Z \text{ op } X}$



(2)

2.  $\vec{F}_{net}^2 = \vec{F}_{Z \text{ of } X}^2 + \vec{F}_{Y \text{ of } X}^2$  (Pitagoras)  
 $= 350^2 + 450^2 = 325\,000$   
 $= \therefore \vec{F}_{net} = \sqrt{325\,000} = 570,09 \text{ N}$



(8)

[10]

## 1.6 Newton se eerste wet in terme van momentum (Wet van Rustraagheid)



### DEFINISIE

#### Weerstaan:

teenstaan, voorkom, teenwerk



### Rustraagheid

- **Rustraagheid** is die eienskap van 'n voorwerp wat enige verandering weerstaan in die toestand van rus of konstante beweging.  
As die voorwerp in rus is, weerstaan dit enige verandering aan 'n bewegingtoestand. As dit in beweging is, weerstaan dit enige verandering aan die snelheid en rigting van beweging.
- Rustraagheid word deur die voorwerp se massa bepaal. Hoe groter die massa, hoe groter die rustraagheid.

### Voorbeeld

'n Boks in 'n motor se kassebak sal vorentoe beweeg wanneer die motor rem.

Die boks se rustraagheid weerstaan die verandering in beweging en laat die boks toe om aan te hou beweeg in die rigting wat die motor beweeg het voor dit gestop het. Dis hoekom almal sitplekgordels moet dra!



### Newton se eerste wet in terme van Momentum

'n Voorwerp sal in rus bly of aanhou beweeg teen 'n konstante snelheid (in 'n reguit lyn) behalwe as 'n nie-zero eksterne resultantkrag daarop inwerk.

$$F_{\text{net}} = 0 \text{ N} \therefore \vec{a} = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

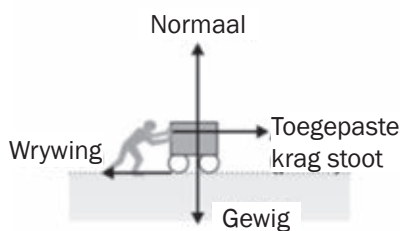




## Uitgewerkte Voorbeeld 8

Die diagram toon die kragte op 'n trollie wat met konstante snelheid beweeg.

- 'n Man stoot 'n gelaai trollie teen 'n konstante snelheid oor 'n horisontale vloer. Die trollie met sy vrug het 'n massa van 56 kg en die wrywing van die bewegende trollie is 2,1 N. Bereken wat die krag is wat die man uitoefen om die trollie oor die vloer te stoot.
- Bereken die versnelling van die trollie as hy die trollie met 'n krag van 2,5 N na regs stoot.



### Oplossings

- Die versnelling is  $= 0$ , dus is die netto krag gelyk aan zero. Die krag waarmee die man die trollie stoot, is gelyk aan en teenoorgesteld tot die kinetiese wrywingskrag op die trollie.

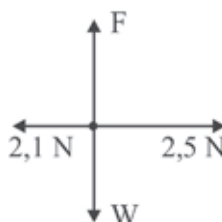
$$F_{\text{stoot}} = F_{\text{trollie}} = 2,1 \text{ N}$$

- Die diagram is die vryeliggaamdiagram. Die netto krag is 0,4 N in die vorentoe rigting.

Die trollie versnel vorentoe:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} = \frac{0,4}{56} = 7,14 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

vorentoe / na regs.



## 1.7 Snelheid en versnelling: Hersiening

Hierdie vergelykings word op die datavel in die eksamenvraestel gelys. Jy hoef dit nie te memoriseer nie, maar jy moet weet hoe om hulle te gebruik.



- Snelheid ( $v$ ) is die veranderingskoers van posisie (verplasing). Dit is 'n vektor. Spoed is 'n skalaar.  

$$\vec{v}_{\text{gemiddeld}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad \dots \Delta x \text{ is die verplasing; koers word getoon deur verandering in tyd } \Delta t$$
- Versnelling ( $\vec{a}$ ) is die veranderingskoers van snelheid.  

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} \quad \dots \Delta v \text{ is verandering in snelheid: finale snelheid } (v_f) - \text{aanvanklike snelheid } (v_i)$$
- Vergelykings van momentum: Jy het hierdie vergelykings wat die verwantskap tussen snelheid, versnelling, verplasing en tyd beskryf, in Graad 10 geleer:
  - $\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a}\Delta t$
  - $\vec{v}_f^2 = \vec{v}_i^2 + 2\vec{a}\Delta x$
  - $\Delta \vec{x} = \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2}\Delta t^2$

## 1.8 Newton se tweede wet in terme van momentum: Versnelling

Wanneer die resultantkrag wat inwerk op die voorwerp NIE-zero is, sal die voorwerp se toestand van beweging verander.

Dit kan:

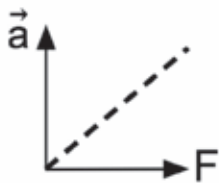
- begin beweeg (dan  $\vec{v}_i = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  en  $\vec{v}_f \neq 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ );
- ophou beweeg (kom tot stilstand, dan  $\vec{v}_f = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ );
- vinniger beweeg (versnel); stadiger beweeg (verminder snelheid); of
- die rigting waarin dit beweeg verander.



### Newton se tweede wet in terme van momentum

As 'n resultant- (netto) krag inwerk op 'n voorwerp, sal die voorwerp in die rigting van die resultantkrag versnel. Die versnelling geproduseer is direk proporsioneel tot die resultantkrag en invers proporsioneel tot die massa van die voorwerp. Met ander woorde, versnelling is die hoeveelheid verandering in spoed (of snelheid) per sekonde, dus, dit is meter per sekonde verandering per sekonde, of  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

Vir enige voorwerp  $\vec{a} \propto \vec{F}_{\text{net}}$  en  $\vec{a} \propto \frac{1}{m}$   $\therefore \vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a}$   
 waar  $\vec{a}$  is versnelling ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ),  $\vec{F}$  is krag (N) en  $m$  is massa (kg)



$\vec{a} \propto \vec{F}_{\text{net}}$   
 $\therefore$  reguit lyn deur oorsprong.



Wanneer  $\vec{a} \propto m$  is die grafiek 'n hiperbool  $\vec{a}$  met  $a$  en  $m$  op die asse.



Wanneer  $\vec{a} \propto \frac{1}{m}$  is die grafiek 'n reguit lyn met  $\vec{a}$  en  $\frac{1}{m}$  op die asse.

As *verskillende* kragte op dieselfde voorwerp toegepas word en die massa bly konstant, dan  
 $\vec{a} \propto \sum \vec{F}$ . Hoe groter die netto resultantkrag wat inwerk op die voorwerp, hoe meer sal die voorwerp versnel.



### Uitgewerkte Voorbeeld 9

'n Resultantkrag  $\vec{F}$  word toegepas op 'n voorwerp met massa  $m$  en die voorwerp versnel teen  $\vec{a}$ .

Wat sal die voorwerp se versnelling wees as die resultantkrag wat op die voorwerp inwerk verdriedubbel word?

#### Oplossing

$m$  is konstant  $\therefore \vec{a} \propto \vec{F}$  en as die krag verdriedubbel (van  $\vec{F}$  tot  $3\vec{F}$ ), sal die versnelling ook verdriedubbel  $\therefore$  die voorwerp sal versnel teen  $3\vec{a}$ .

#### NOTA:

As 'n konstante nie-zero resultantkrag toegepas word op twee voorwerpe, dan is  $\vec{a} \propto \frac{1}{m}$ .

Die voorwerp met die kleiner massa sal meer versnel as die voorwerp met die groter massa. Dink daaroor: dit is makliker om 'n ligter voorwerp vinniger en verder te laat beweeg.



## Uitgewerkte Voorbeeld 10

'n Konstante resultantkrag  $\vec{F}$  word toegepas op voorwerpe met massas  $m$  en  $2m$ . As die voorwerp met massa  $m$  versnel teen  $\vec{a}$ , wat sal die versnelling van die ander voorwerp wees?

### Oplossing

$\vec{F}$  is konstant  $\therefore \vec{a} \propto \frac{1}{m}$

As die massa verdubbel (van  $m$  tot  $2m$ ), sal die versnelling halveer  
 $\therefore$  die voorwerp met massa  $2m$  versnel teen  $\frac{1}{2} \vec{a}$ .



## Stappe om probleme op te los met betrekking tot Newton se Wette

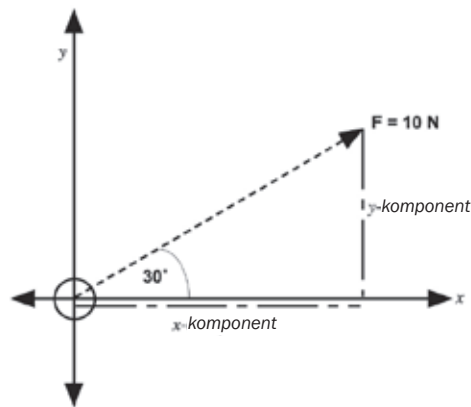
**Stap 1:** Lees die probleem soveel keer as nodig vir jou.

**Stap 2:** Teken die probleem indien nodig.

**Stap 3:** Teken 'n kragdiagram van die situasie.

**Stap 4:** Teken 'n vryeliggaamdigram; jy moet indien nodig die kragte in komponente verdeel op die Cartesiese vlak.

Beskou hierdie voorbeeld. Jy word gesê dat krag  $F$  inwerk teen 'n hoek van  $60^\circ$  tot die normaal of  $30^\circ$  tot die horisontale vlak. Wat is die vertikale en horisontale komponente?



Wel, die  $y$ -komponent is teenoorstaande van die hoek, en die skuinssy ( $10\text{ N}$ ) is bekend, dus  $\sin$  is O/H,  $\sin 30^\circ \times 10\text{ N} =$  die  $y$ -komponent:  $5\text{ N}$ . Net so, die  $x$ -komponent is langsaaan tot die hoek, dus  $\cos$  is A/H,  $\cos 30^\circ \times 10\text{ N} = 8,67\text{ N}$ . Die  $x$ -komponent is dus  $8,67\text{ N}$  en die  $y$ -komponent is  $5\text{ N}$ .

**Stap 5:** Lys al die gegewe inligting en skakel die eenhede om indien nodig.

**Stap 6:** Bepaal watter fisiese beginsel (wet) kan toegepas word om die probleem op te los.

**Stap 7:** Gebruik die beginsel (wet) om die vraag te beantwoord, dikwels deur numeriese waardes te vervang in 'n toepaslike vergelyking.

**Stap 8:** Maak seker dat die vraag beantwoord is en dat die antwoord sin maak.

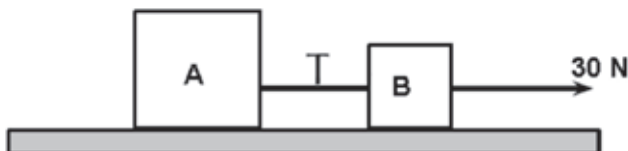


Soms is die kragte wat vir jou gegee word in 'n diagram nie reghoekig tot mekaar nie, maar as jy 'n kragdiagram op die Cartesiese vlak moet trek, moet die kragte reghoekig tot mekaar getrek word. Ten einde uit te vind wat die vertikale en horisontale komponente van 'n krag is, wanneer daardie krag teen 'n hoek is, moet ons trigonometrie gebruik.



## Aktiwiteit 4

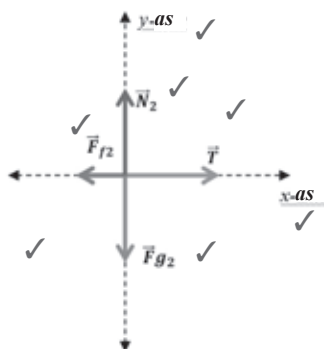
Twee bokse, **A** en **B**, lê op 'n tafel en is met 'n lengte lyn met mekaar gekonnekteer. Die massa van boks **A** is 3 kg en die massa van boks **B** is 2 kg. Aanvaar die lengtelyn se massa is baie klein sodat dit geïgnoreer kan word. 'n 30 N trekkrag na regs word toegepas op boks **B**, wat die twee bokse laat beweeg. Die oppervlak oefen 'n wrywingskrag van 5,9 N uit op boks **A** en 4,1 N op boks **B**.



1. Bereken die versnellings van bokse A en B. (14)
  2. Bereken die grootte van die lyn se spanning. (5)
- [19]

### Oplossing

1. Ons gaan die hele sisteem as 'n geheel hanteer.



Data:

$m_A = 3 \text{ kg}$ ,  $m_B = 2 \text{ kg}$  ✓✓  
 $m_B = 2 \text{ kg}$   $m_T = m_A + m_B = 3 \text{ kg} + 2 \text{ kg} = 5 \text{ kg}$   
 $F_A = 30 \text{ N}$  na regs  
 $F_{fA} = 5,9 \text{ N}$  na links  
 $F_{fB} = 4,1 \text{ N}$  na links  
 $F_{fT} = F_{fA} + F_{fB} = 5,9 + 4,1 = 10 \text{ N}$  na links  
 $a = ?$  na regs  
 $T = ?$

(9)

$$F_{RTx} = m_T a \text{ (van } F = ma) \text{ ✓✓}$$

$$F_A + F_{fT} = m_T a$$

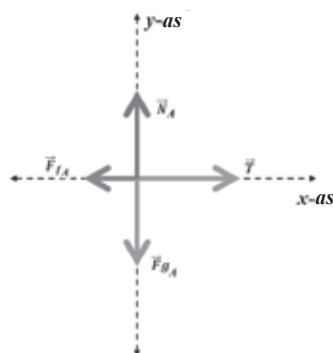
$$(30) + (-10) = 5a$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2 \text{ na regs ✓}$$

(5)

2. Om die spanning te bereken, kan jy boks A of boks B gebruik.

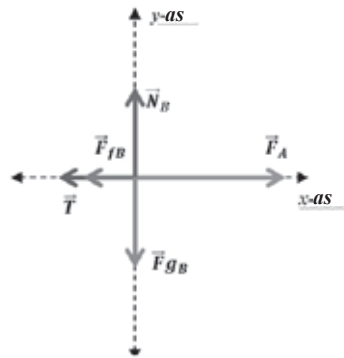
Spanning met gebruik van boks A



$F_{RAx} = m_A a$  ✓  
 $T + F_{fA} = m_A a$  ✓  
 $T - 5,9 = (3)(4)$  ✓✓  
 $T = 12 + 5,9$   
 $T = 17,9 \text{ N}$  ✓

(5)

Spanning met gebruik van boks B



$$\begin{aligned} F_{RBx} &= m_B a \quad \checkmark \\ F_A + T + F_{fB} &= m_B a \quad \checkmark \\ 30 - T - 4,1 &= (2)(4) \quad \checkmark \checkmark \\ -T + 25,9 &= 8 \\ -T &= -17,9 \\ T &= 17,9 \text{ N} \quad \checkmark \end{aligned}$$

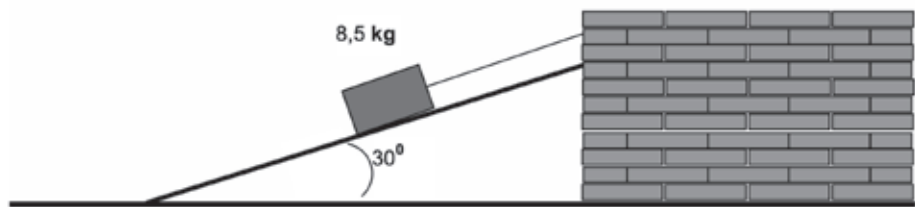
(5)

[19]



## Aktiwiteit 5

Die skets hieronder toon 'n blok van 8,5 kg by ewilibrum op 'n hellingsvlak (skuins oppervlak).



Bereken:

1. Die grootheid van die spanning in die koord. (12)
2. Die grootheid van die normaalkrag wat op die blok inwerk. (6)
3. Die grootheid van die blok se versnelling as die koord gesny word. (4)

[22]

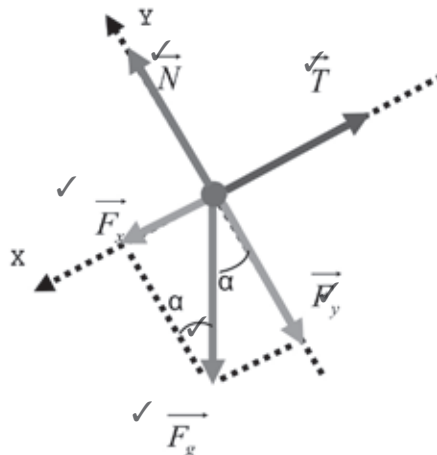
## Oplossing

### 1. Data

$$m = 8,5 \text{ kg} ; \alpha = 30^\circ ; v_i = 0 ; a_i = 0$$

Trek die vryeliggaamdiagram.

(6)



Die gravitasiekrag is nie in die rigting van enige as nie, daarom moet ons die komponente op die  $x$ -as en  $y$ -as bepaal.

## 1. Toepassing van Newton se Eerste Wet

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{F}_g + \vec{T} = 0 \quad \checkmark$$

Werkings van die projekterings van die kragte op die  $x$ -as gee vir ons:

$$F_{gx} - T = 0$$

$$F_g \cdot \sin \alpha - T = 0 \quad \checkmark$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T = 0 \quad \checkmark$$

$$8,5 \times 9,8 \times 0,5 - T = 0$$

$$41,65 - T = 0$$

$$T = 41,65 \text{ N} \quad \checkmark \quad (6)$$

2. Werking op die  $y$ -as

$$N - F_{gy} = 0$$

$$N - (F_g \cdot \cos \alpha) = 0 \quad \checkmark$$

$$N - (m \cdot g \cdot \cos 30^\circ) = 0 \quad \checkmark$$

$$N - (8,5 \times 9,8 \times 0,866) = 0$$

$$N - 73,1 = 0$$

$$N = 73,1 \text{ N} \quad \checkmark \quad (6)$$

## 3. Toepassing van Newton se Tweede Wet

$$\sum \vec{F}_x = m \vec{a}_x \quad \checkmark$$

As die koord gesny word, is daar geen spanningkrag wat op die blok inwerk nie en daar is slegs een krag wat op die rigting van die  $x$ -as inwerk, wat versnelling van die blok veroorsaak.

Werkings van die projekterings

$$F_{gx} = m \cdot a$$

$$F_g \cdot \sin \alpha = m \cdot a$$

$$mg \cdot \sin 30^\circ = m \cdot a \quad \checkmark$$

Vereenvoudig:

$$g \cdot \sin 30^\circ = a$$

$$a = g \cdot \sin 30^\circ$$

$$a = 9,8 \times 0,5 \quad \checkmark$$

$$a = 4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \checkmark \quad (4)$$

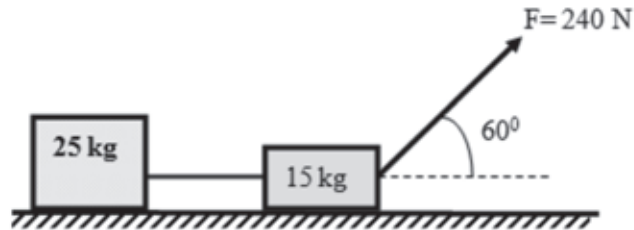
[22]





## Aktiwiteit 6

Twee blokke van 25 kg en 15 kg is verbind met 'n ligte lyn op 'n horisontale oppervlak. Aanvaar dat die lyn nie kan rek nie. 'n Krag van 240 N-grootheid word toegepas op die blok van 15 kg wat 'n hoek van  $60^\circ$  vorm met die horisontaal soos in die skets hieronder getoon. Die ko-effisiënt van kinetiese energie is 0,20.

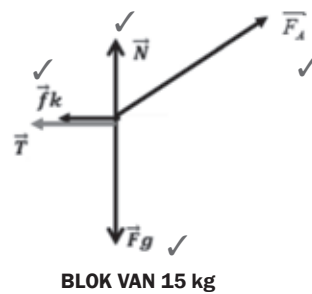
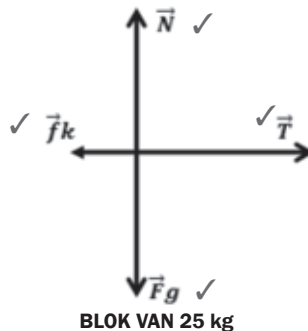


1. Stel Newton se tweede wet in terme van momentum in woorde. (7)
  2. Trek 'n vryeliggaamdiagram vir elke blok. (8)
  3. Bereken die grootte van die versnelling van die blokke. (14)
- [29]

### Oplossings

1. As 'n resultantkrag ✓ inwerk op 'n liggaam, sal dit die liggaam laat versnel ✓ in die rigting van die resultantkrag ✓. Die versnelling van die liggaam sal direk ✓ proporsioneel wees tot die resultantkrag ✓ en invers ✓ proporsioneel tot die massa ✓ van die liggaam. (7)

2.



(8)

3.

#### Opsie 1

Hantering van die voorwerpe as 'n sisteem

$$F_{Rx} = ma \quad \checkmark$$

$$F_x + F_{fT} = ma_x \quad \checkmark$$

$$F_x - F_{fT} = m_1 a_x$$

$$F_x - (F_{f1} + F_{f1}) = (m_1 + m_2) a_x \quad \checkmark$$

$$F_x - (\mu N_1 + \mu N_2) = (m_1 + m_2) a_x$$

**Nota:** In hierdie reeks oplossings het ons die vektorpyl bo F en a weggelaat; sodat dit makliker kan wees om die oplossing te lees.

Ons moet die normaalkrag vir albei blokke bereken

$$N_1 = F_g = m_1 g$$

$$N_2 = m_2 g - F \cdot \sin 60^\circ \quad \checkmark$$

$$F \cdot \cos 60^\circ - [\mu m_1 g + \mu(m_2 g - F \cdot \sin 60^\circ)] = (m_1 + m_2) a_x \quad \checkmark$$

$$(240 \cdot \cos 60^\circ) - [(0,2)(25)(9,8) + (0,2)[(15)(9,8) - 240 \cdot \sin 60^\circ]] = (25 + 15) a_x \quad \checkmark \quad \checkmark \quad \checkmark$$

$$120 - [49 + (0,2)(147 - 207,85)] = 40 a_x \quad \checkmark$$

$$83,17 = 40 a_x \quad \checkmark$$

$$a_x = 2,08 \text{ m/s}^2 \quad \checkmark$$

### Opsie 2

**Toepassing van Newton se tweede wet in terme van momentum op elke voorwerp individueel**

$$F_R = m_1 a$$

Vir voorwerp 1:

$$T = F_{f1} = m_1 a_x \quad \checkmark$$

$$T - F_{f1} = m_1 a_x$$

$$T - \mu m_1 g = m_1 a_x \quad \checkmark$$

Vir voorwerp 2:

$$F_{R2x} = m_2 a \quad \checkmark$$

$$F_x + T + F_{f2} = m_2 a_x \quad \checkmark$$

$$F_x - T - F_{f2} = m_2 a_x \quad \checkmark$$

$$F \cdot \cos 60^\circ - T - \mu N_1 = m_1 a_x$$

$$F \cdot \cos 60^\circ - T - \mu(m_2 g - F \cdot \sin 60^\circ) = m_2 a_x \quad \checkmark$$

Som van vergelyking (1) en (2):

$$T - \mu m_1 g + F \cdot \cos 60^\circ - T - \mu(m_2 g - F \cdot \sin 60^\circ) = m_1 a_x + m_2 a_x$$

$$\text{Neem uit T en } a_x: -\mu m_1 g + F \cdot \cos 60^\circ - \mu(m_2 g - F \cdot \sin 60^\circ) = (m_1 + m_2) a_x$$

$$[-(0,2)(25)(9,8)] + [240 \cdot \cos 60^\circ - (0,2)[(15)(9,8) - (240 \cdot \sin 60^\circ)]] = (25 + 15) a_x \quad \checkmark \quad \checkmark$$

$$(-49 + 120) - (0,2)(147 - 207,85) = 40 a_x$$

$$71 + 12,17 = 40 a_x \quad \checkmark$$

$$83,17 = 40 a_x$$

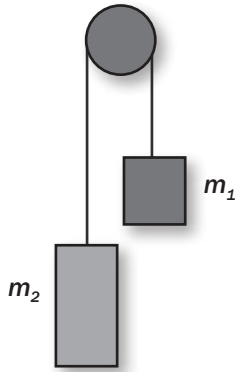
$$a_x = 2,08 \text{ m/s}^2 \quad \checkmark$$

(14)

[29]



## Aktiwiteit 7



Die skets hier langsaan toon twee blokke wat verbind is met 'n lyn van negeerbare massa wat oor 'n spanningsvrye katrolwiel, ook van negeerbare massa, loop. Die opstelling is bekend as *Atwood se masjien*. Een blok se massa is  $m_1 = 2 \text{ kg}$  en die ander se massa is  $m_2 = 4 \text{ kg}$ .

Die blokke is pas van rusposisie losgelaat.

1. Trek 'n vryeliggaamdiagram van al die kragte wat op elke blok inwerk. (6)
2. Bereken die grootte van die versnelling van die sisteem. (7)
3. Bereken die grootte van die spanning in die lyn. (4)
4. Vergelyk die grootte van die netto krag op  $m_1$  met die netto krag op  $m_2$ . (1)

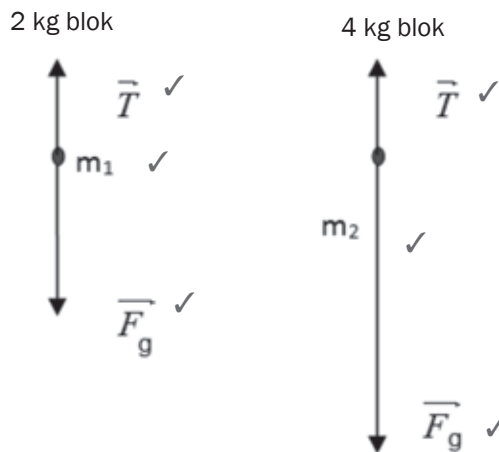
Skryf slegs neer GROTER AS, KLEINER AS of GELYK AAN.

5. Sal die katrolwiel *kloksgewys* of *antikloksgewys* roteer? (1)

[19]

### Oplossings

1. Sien die diagram hieronder:



**Nota:** In hierdie reeks oplossings het ons die vektorpyl bo  $F$  en  $a$  uitgelaat; sodat dit makliker is om die oplossing te lees.

2.  $\Sigma \vec{F}_{\text{net}} = m \vec{a}$  ✓

Vir die 2 kg-blok (+ opwaarts)

$$T - F_{g1} = m_1 a$$

$$T - m_1 g = m_1 a \quad \checkmark$$

$$T - 2 \times 9,8 = 2a \quad \checkmark$$

Vir die 4 kg-blok (+ afwaarts)

$$-T + m_2 g = m_2 a$$

$$-T + 4 \times 9,8 = m_2 a \quad \checkmark$$

Oplos van die sisteem van vergelykings

$$T - 2 \times 9,8 - T + 4 \times 9,8 = (2 + 4)a$$

$$2 \times 9,8 = 6a$$

$$a = + 3,27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ (opwaarts)}$$

$$a = 3,27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \checkmark$$

(6)

(7)

**3. Opsie 1**

$$T - \left( \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) \times g \quad \checkmark \checkmark$$

$$T = \left( \frac{2 \times 2 \times 4}{2 + 4} \right) \times 9,8$$

$$T = 26,13 \text{ N} \quad \checkmark \checkmark$$

**Opsie 2**

$$T - F_{g1} = m_1 a \quad \checkmark \quad \text{OF} \quad T = m_1(a + g) \quad \checkmark$$

$$T = 2(3,27 + 9,8) \quad \checkmark$$

$$T = 26,14 \text{ N} \quad \checkmark$$

**Opsie 3**

$$-T + m_2 g = m_2 a \quad \checkmark \quad \text{OF} \quad -T = m_2 a - m_2 g \quad \checkmark \quad \text{OF} \quad T = -m_2 a + m_2 g \quad \checkmark$$

$$T = 4(-3,27 + 9,8) \quad \checkmark \checkmark$$

$$T = 26,12 \text{ N} \quad \checkmark \quad (4)$$

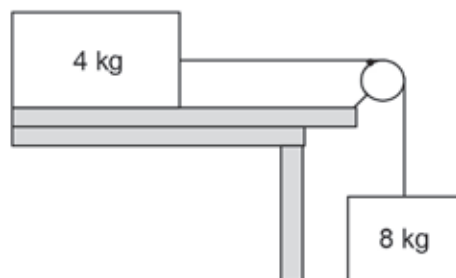
4. Kleiner as.  $\checkmark$  (1)

5. Antikloksgewys.  $\checkmark$  (1)

[19]


**Aktiwiteit 8**

'n 4 kg-blok op 'n horisontale, growwe oppervlak is verbind met 'n 8 kg-blok met 'n ligte lyn wat oor 'n spanningsvrye katrolwiel loop soos hieronder getoon. Aanvaar dat die lyn nie kan rek nie. Die ko-effisiënt van kinetiese (dinamiese) wrywing tussen die blok van 4 kg en die oppervlak is 0,6.

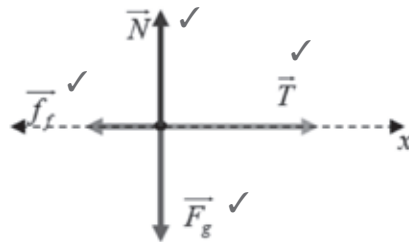


1. Trek 'n vryeliggaamdiagram van al die kagte wat inwerk op albei blokke. (6)
2. Bereken die versnelling van die sisteem. (10)
3. Bereken die grootheid van die spanning in die lyn. (3)
4. Bereken die grootheid van die wrywingskrag wat inwerk op die 4 kg-blok. (4)
5. Bereken die skyngewig van die 8 kg-blok. (4)
6. Hoe vergelyk die skyngewig van die 8 kg-blok met die werklike gewig? Skryf slegs neer GROTER AS, GELYK AAN of KLEINER AS. (1)
7. Hoe vergelyk die skyngewig van die 4 kg-blok met die werklike gewig? Skryf slegs neer GROTER AS, GELYK AAN of KLEINER AS. (1)

[29]

## Oplossings

### 1. BLOK VAN 4 kg



Positief na regs

### BLOK VAN 8 kg



Positief afwaarts

(6)

Kom ons neem die rigting van beweging as positief

### 2. Pas Newton se tweede wet in terme van momentum toe op elke blok.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Blok van 4 kg (A)

In die  $x$ -rigting (horisontaal)

$$T - f_f = m_A a$$

$$T - \mu N = m_A a$$

$$T - \mu m_A g = m_A a \text{ (noem hierdie Vergelyking 1)}$$

Blok van 4 kg (A)

In  $y$ -rigting (op/af)

$$N - F_g = 0 \text{ (beweeg nie horisontaal)}$$

$$N = F_g = mg$$

Blok van 8 kg (B)

In die  $x$ -rigting (horisontaal)

$$-T + F_g = m_B a$$

$$-T + m_B g = m_B a \text{ (noem hierdie Vergelyking 2)}$$

Oplos van die sisteem van vergelykings (som van Vergelyking 1 en 2)

$$T - \mu m_A g - T + m_B g = m_A a + m_B a$$

Verwyder  $T$  en isoleer  $a$ :

$$-\mu m_A g + m_B g = (m_A + m_B) a$$

$$-(0,6)(4)(9,8) + (8)(9,8) = (4 + 8)a$$

$$54,88 = 12a$$

$$a = 4,57 \text{ m/s}^2$$

(10)

### 3. Gebruik Vergelyking 2

$$-T + m_B g = m_B a$$

$$-T = 8 \times 4,57 - (8 \times 9,8)$$

$$T = 41,84 \text{ N}$$

(3)

**Nota:** In hierdie reeks oplossings het ons die vektorpyl bo  $F$  en  $a$  uitgelaat; sodat dit makliker is om die oplossing te lees.

**Gebruik Vergelyking 1**

$$T - \mu m_A g = m_A a$$

$$T - (0,6)(4)(9,8) = (4)(4,57)$$

$$T = (0,6)(4)(9,8) + (4)(4,57)$$

$$T = 41,8 \text{ N} \quad \checkmark \quad (3)$$

$$4. \quad f_f = \mu N$$

$$N = mg$$

$$f_f = \mu mg \quad \checkmark$$

$$f_f = 0,6 \times 4 \times 9,8$$

$$f_f = 23,52 \text{ N} \quad \checkmark \quad (4)$$

$$5. \quad -T + m_B g = m_B a \quad \checkmark \quad \checkmark$$

$$-T = -8 \times 4,57 + (8 \times 9,8)$$

$$\text{Skyngewig} = T = 41,84 \text{ N} \quad \checkmark \quad (4)$$

$$6. \quad \text{Kleiner as} \quad \checkmark \quad (1)$$

$$7. \quad \text{Gelyk aan} \quad \checkmark \quad (1)$$

[29]

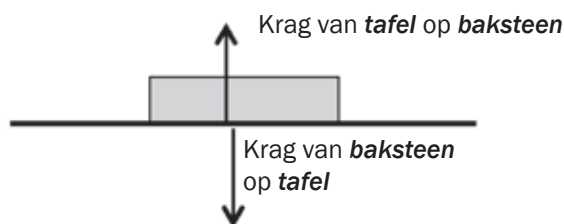
## 1.9 Newton se derde wet in terme van momentum

Derde wet behels gepaarde kragte:

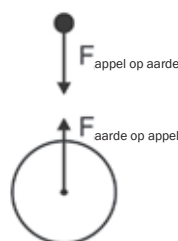
- die kragte is gelyk in grootheid
- die kragte werk in dieselfde reguit lyn, maar in teenoorgestelde rigtings op verskillende voorwerpe
- die kragte *kanselleer* mekaar nie terwyl hulle op verskillende voorwerpe inwerk nie.

**Voorbeeld**

Die kragdiagram toon die gepaarde kragte wanneer 'n baksteen op 'n tafel rus. (Nota: hierdie is die *kontak*kragte)


**Voorbeeld**

Die reaksiekrag van 'n voorwerp se gewig is die krag wat die voorwerp op die aarde uitoefen, opwaarts. (Hierdie is nie kontak kragte nie, hulle werk in op 'n afstandf).



Wanneer gepaarde voorwerpe in interaksie met mekaar is, oefen hulle kragte op mekaar uit. As voorwerp A 'n krag uitoefen op voorwerp B, oefen voorwerp B 'n gelyke krag uit op voorwerp A, maar in die teenoorgestelde rigting.

Vir enige twee voorwerpe A en B;  $\vec{F}_{A \text{ op } B} = -\vec{F}_{B \text{ op } A}$

Teenoorgestelde rigting word aangedui deur 'n negatief-teken (-).



## 1.10 Newton se Wet van Universele Gravitasie



Newton se wet van universele gravitasie stel dat:

Elke liggaam in die heelal **trek elke ander liggaam aan** met 'n krag wat **direk proporsioneel** tot die produk van hulle massas en **invers proporsioneel** tot die kwadraat van die afstand tussen hulle middelpunte is.

Vir enige twee voorwerpe:  $F \propto m_1 \cdot m_2$  en  $F \propto \frac{1}{r^2}$   $\therefore F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

F: grootte van krag (N)

m: massa (kg)

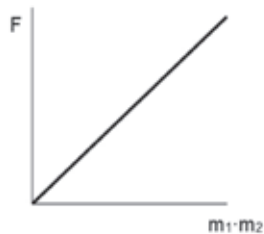
r: afstand tussen die voorwerpe se middelpunte (m)

G: universele gravitasiekonstant ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ )



### DEFINISIE

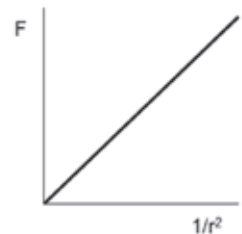
**Universeel** beteken dat die stelling oral in die heelal geldig is.



- 1)  $F \propto m_1 \cdot m_2$   
 $\therefore$  reguit lyn  
 deur die  
 oorsprong



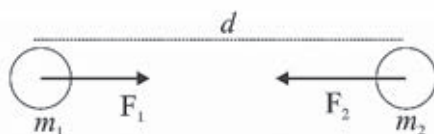
- 2)  $F \propto \frac{1}{r^2}$   
 $\therefore$  hiperbool







## Uitgewerkte Voorbeeld 11



'n Aantrekkingsgravitasiekrag bestaan tussen die aarde met 'n massa van  $m_1$  en 'n persoon met massa  $m_2$ . Die krag op  $m_1$  is  $\vec{F}_1$  en die krag op  $m_2$  is  $\vec{F}_2$ .

Vergelyk die grootte van hierdie kragte en gee die naam van die wet wat jou antwoord verduidelik.

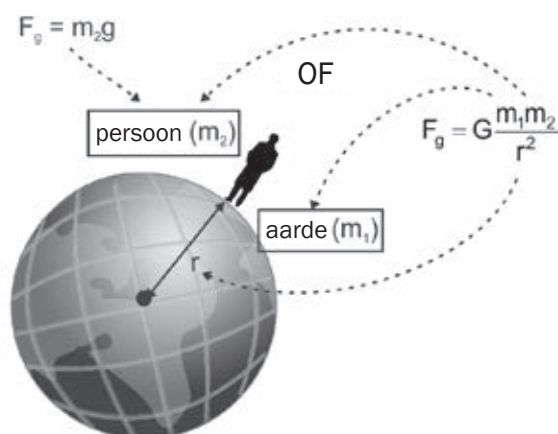
### Oplossing

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  volgens Newton se derde wet in terme van momentum:

Die krag tussen die aarde ( $m_1$ ) en 'n persoon ( $m_2$ ) wat op die aardoppervlak staan:

$$\therefore m_2 g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\therefore g = G \frac{m_1}{r^2}$$



Die gravitasieversnelling op aarde (of enige ander planeet) is:

- **afhanklik** van die **massa van die aarde (planeet)** ( $m_1$ )
- **afhanklik** van die **afstand** tussen die middelpunt van die voorwerp en die middelpunt van die aarde (planeet)
- **onafhanklik** van die **massa van die voorwerp** op die planeet waarop die krag werk. Op 'n ander planeet verskil die gravitasie (swaartekrag) en daarom is versnelling verskillend.

Toepassing van die wet van universele gravitasie: Die wet stel ons in staat om die grootte (massa) van astronomiese liggame soos planete, sterre, ens. te bereken.



Dit is belangrik om te verstaan en in staat te wees om massa en gewig te vergelyk.

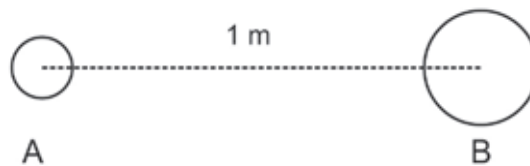
## 1.11 Die verskil tussen massa en gewig

| Massa  | Gewig  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa is die hoeveelheid <b>materie</b> in 'n voorwerp.</li> <li>• Massa bepaal die voorwerp se <b>rustraagheid</b> (inersie).</li> <li>• Massa bly <b>konstant</b>.</li> <li>• Massa word in <b>kilogram</b> (kg) gemeet.</li> <li>• Massa is 'n <b>skalaarhoeveelheid</b> (met grootte, maar nie rigting nie).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewig word bepaal deur die aantrekkingskrag wat die aarde uitoefen op die voorwerp.</li> <li>• Gewig hang af van die voorwerp se afstand van die aarde se middelpunt af.</li> <li>• Gewig hang af van die massa van die aarde (planeet) en die voorwerp.</li> <li>• Gewig word gemeet in Newton (N).</li> <li>• Gewig is 'n vektorhoeveelheid, dit het dus grootte en rigting.<br/> <math>\vec{F}_g = m \cdot \vec{g}</math> of <math>= m \cdot \vec{g}</math> waar<br/> <math>\vec{g}</math> = gravitasieversnelling (<math>9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}</math> op aarde).</li> </ul> |



### Uitgewerkte Voorbeeld 12

Die diagram toon 'n bal A met massa 0,01 kg wat 1 m (gemeet van middelpunt tot middelpunt) van 'n ander bal B met massa 520 g is. Bereken die grootte van die krag wat bal A uitoefen op bal B.



#### Oplossing

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 0,01 \times 0,52}{1^2}$$

$$= 3,57 \times 10^{-14} \text{ N}$$



## Uitgewerkte Voorbeeld 13

'n Voorwerp weeg 720 N op aarde. Dit wentel om die aarde in 'n satelliet op 'n hoogte gelyk aan die aarde se deursnee. Wat is die voorwerp se gewig op die satelliet?

**Wenk:** deursnee =  $2 \times$  straal (radius)



### Stap-vir-stap

**Stap 1.** Bepaal die aantal strale van die aarde se middelpunt.



Op die aardoppervlak is die voorwerp 1 straal weg van die aarde se middelpunt.

**Stap 2.** Bepaal hoeveel keer die afstand tussen die voorwerp en die aarde se middelpunt toeneem het.

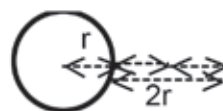


In die wentelbaan is die voorwerp 1 deursnee = 2 strale bo die oppervlak.

**Stap 3.** Kwadreer die getal (maal met homself).



Dus is die voorwerp 3 strale van die middelpunt.  $(3)^2 = 9$



**Stap 4.** Die krag het die aantal kere verminder, omdat  $\vec{F} \propto \frac{1}{r^2}$



$\therefore$  die gravitasiekrag op die voorwerp het 9 keer verminder omdat  $\vec{F} \propto \frac{1}{r^2}$

**Stap 5.** Deel die waarde van die krag (of gewig) met die waarde bereken in Stap 3.



$\therefore$  die gewig op die satelliet is  $720 \text{ N} \div 9 = 80 \text{ N}$

### Gravitasieversnelling op planete anders as die aarde

Newton se universele wet van gravitasie kan gebruik word om die versnelling weens die gravitasie op enige planeet te bereken.

As die massa en straal van 'n planeet bekend is, kan ons  $\vec{g}$  vir daardie planeet bereken.



#### Uitgewerkte Voorbeeld 14

Die Mars Rover is 'n geoutomatiseerde voertuig wat gestuur is om die oppervlak van die planeet Mars te verken.

As die waarde van versnelling weens gravitasie op Mars  $\vec{g}_{\text{Mars}} = 3,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  is, bereken die gewig van die Mars Rover as die massa 174 kg is.

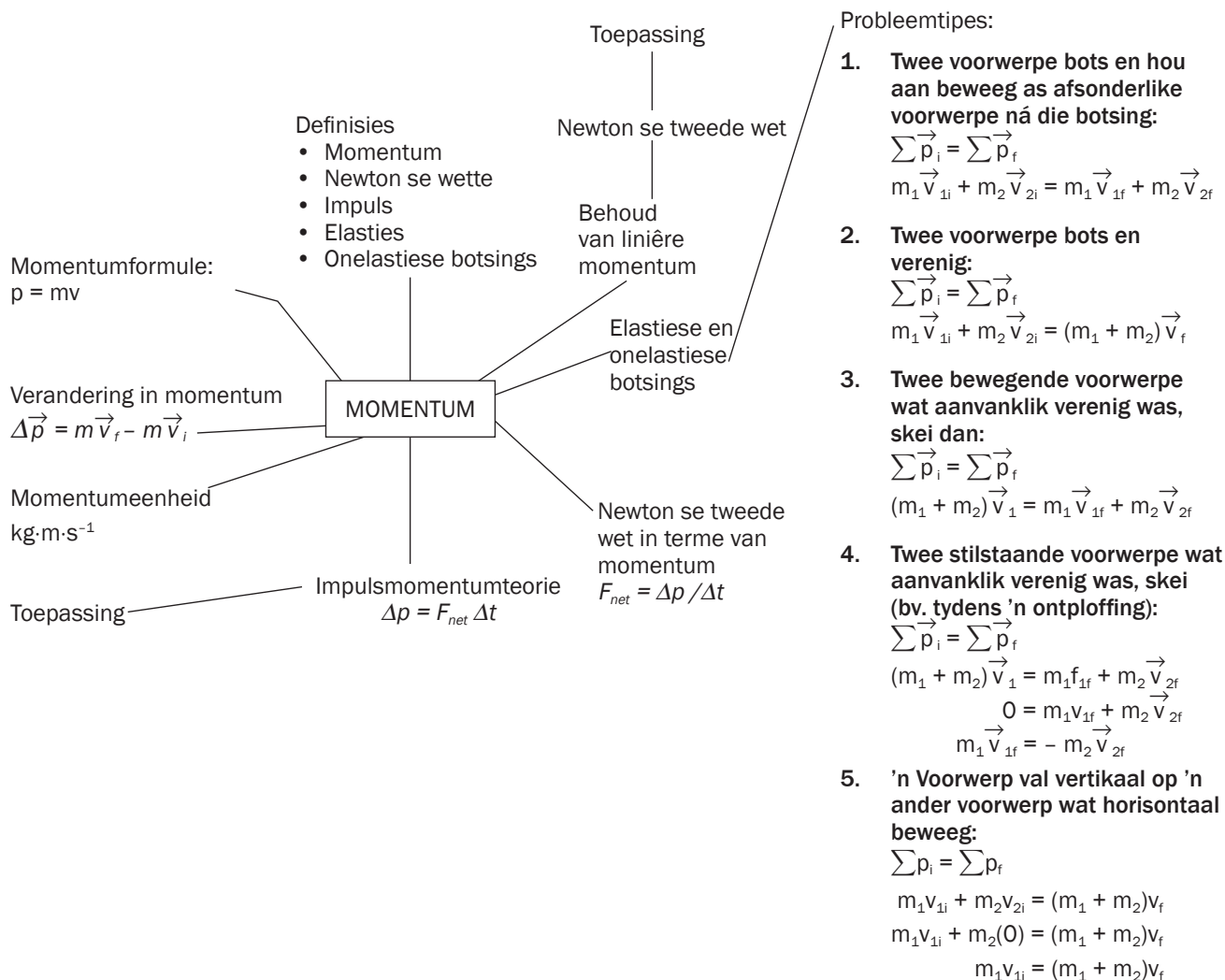
#### Oplossing

$\vec{w}_{\text{Mars}} = \vec{g}_{\text{Mars}} \times m_{\text{voorwerp}} = 3,7 \times 174 = 643,8 \text{ N}$  na die middelpunt van die planeet Mars.



# Momentum en impuls

## Opsomming



## 2.1 Momentum

**Momentum** is 'n vektorhoeveelheid met dieselfde rigting as die voorwerp se snelheid.

Jy moet die verskille tussen spoed en snelheid onthou.

### Spoed

- Spoed is die afstand afgelê per tydeenheid.
- Spoed is 'n skalaarhoeveelheid (het dus grootte en geen rigting).
- Simbool:  $v$

### Snelheid

- Snelheid is die koers waarteen 'n voorwerp verplaas word.
- Snelheid is 'n vektor (het dus grootte en rigting).
- Simbool:  $\vec{v}$



Die formule vir momentum is  $p = mv$

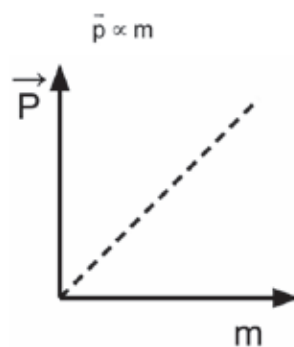
- waar  
 $p$  = momentum  
 $m$  = massa  
 $v$  = snelheid
- massa word gemeet in kilogram (kg)
- snelheid word gemeet in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- momentumteenheid is:  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Bewaring  
(behoud) beteken om goed  
(kragte) dieselfde te hou (in  
'n geslote sisteem). Liniêre  
momentum verwys na die  
momentum van voorwerpe  
in 'n reguit lyn.  
'n Geslote sisteem is 'n  
sisteem wat nie eksterne  
kragte ondervind  
nie.

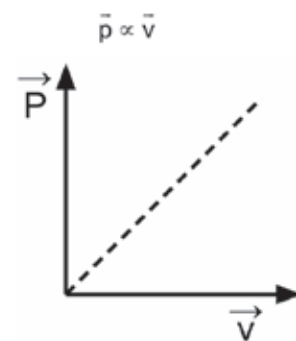


Die momentum van 'n voorwerp word gedefinieer as die produk van sy massa en snelheid ( $\vec{p} = m \vec{v}$ )

Momentum is **direk proporsioneel** tot die **massa** van die voorwerp:



Momentum is ook **direk proporsioneel** tot die **snelheid** van die voorwerp:



### Voorbeelde van momentum:

Die beweging wat die resultaat is van voorwerpe wat met mekaar bots, 'n voorwerp wat ontplof of 'n koeël wat afgevuur word, word beskryf met momentum.

### 2. Impuls:

Impuls is die produk van die netto krag wat inwerk op 'n voorwerp en die tyd wanneer 'n krag op die voorwerp toegepas word. (**Impuls** =  $F\Delta t$ ). Dink aan die term 'impulsief' of 'doen iets op die impuls van die oomblik'. Dit kan jou help onthou wat dit beteken.

### 3. Newton se tweede wet in terme van momentum:

Die **netto (resultant)** krag wat inwerk op 'n voorwerp is gelyk aan die voorwerp se veranderingskoers van momentum. In 'n formule:  $F_{\text{net}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

### 4. Die wet in terme van bewaring van liniêre momentum:

Die **totale** liniêre momentum van 'n **geïsoleerde (geslote)** sisteem bly konstant (bly bewaar).



Definisies en beginsels van wette bevat sekere sleutelwoorde wat nie uitgelaat moet word nie. Dit is aangedui in vet druk in elk van die bostaande definisies.

## 2.2 Verandering in momentum

Wanneer 'n voorwerp se snelheid in grootheid of rigting verander, sal die momentum ook verander. Aangesien 'n voorwerp se massa konstant bly tydens 'n botsing (met aanvaarding dat dit nie opbreek of spoed van lig bereik nie), volg dit dat die verandering in snelheid is wat 'n verandering in momentum veroorsaak.

*Ons bestudeer slegs voorwerpe wat in reguit lyne beweeg, byvoorbeeld, agtertoe en vorentoe, links en regs, op en af.*

| Verandering in snelheid  | Verandering in momentum  |
|--|--|
| $\Delta \vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$                                   | $\Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$   |
| waar   | $\Delta \vec{p} = m \vec{v}_f - m \vec{v}_i$   |
| $\Delta \vec{v}$ : verandering in snelheid in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | $\Delta \vec{p} = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i)$  |
| $\vec{v}_f$ : finale snelheid in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$              | waar   |
| $\vec{v}_i$ : aanvanklike snelheid in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$         | $\Delta \vec{p}$ : verandering in momentum in $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . |
|  | $\vec{p}_f$ : finale momentum in $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .              |
|  | $\vec{p}_i$ : aanvanklike momentum in $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$           |
|  | m: massa in kg   |



Momentum is 'n vektorhoeveelheid, daarom moet rigting in al jou antwoorde aangegee word.



## Stappe wat gevolg moet word met oplossings van probleme

1. Maak 'n skets van die situasie (op die rofwerkbladsy).
2. Kies en dui altyd die rigting aan en skryf dit duidelik neer. Dit word aanbeveel dat jy 'n positiewe rigting kies (na regs is positief).
3. Skryf die inligting in simbole neer. Onthou om die korrekte tekens vir die rigting van die aanvanklike en finale snelheid in te sluit.
4. Kies die korrekte formule van die inligtingvel.
5. Vervang die waardes in die formule.
6. Los op vir die onbekende veranderlike.



## Uitgewerkte Voorbeeld 1

1. 'n Motor het 'n momentum van  $20\,000\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Wat sal die motor se nuwe momentum wees as die massa verdubbel (meer passasiers en groter vrag) en dit steeds teen dieselfde snelheid beweeg?
2. Wat sal die snelheid wees as die momentum  $60\,000\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  is en die massa van die motor  $2\,000\text{ kg}$  is?
3. 'n Vragmotor het 'n massa van  $6\,000\text{ kg}$  en beweeg teen  $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Hoe verander die momentum as die vragmotor met  $1\,200\text{ kg}$  vrag gelaai word en teen  $60\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  beweeg?

### Oplossings

1. Die formule vir momentum is  $\vec{p} = m\vec{v}$ , die momentum sal verdubbel en gelyk wees aan  $40\,000\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  in dieselfde rigting as voorheen.
2.  $\vec{p} = m\vec{v}$   
 $60\,000 = 2\,000 \times \vec{v}$   
 $\therefore \vec{v} = 30\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  in dieselfde rigting as die momentum.
3. Skakel albei snelhede om na  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ :  
 $\vec{v}_i = 22,22\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  &  $\vec{v}_f = 16,67\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $\vec{p}_i = m_i\vec{v}_i = (6000 \times 22,22) = 133\,320\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $\vec{p}_f = m_f\vec{v}_f = (7200 \times 16,67) = 120\,024\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = 133\,320 - 120\,024 = 13296\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

## 2.3 Newton se Tweede Wet in terme van Momentum

Newton se tweede wet in terme van momentum kan gebruik word om die voorwerp se versnelling as gevolg van die netto krag te bepaal, en die voorwerp se verandering van momentum as gevolg van die netto krag.

Ons weet die voorwerp se verandering in beweging is altyd:

- direk proporsioneel tot die netto krag wat inwerk op die voorwerp  $\Delta \vec{p} \propto \vec{F}_{\text{net}}$
- direk proporsioneel tot die tyd wat die netto krag inwerk op die voorwerp  $\Delta \vec{p} \propto \Delta t$  in die rigting van die netto krag wat inwerk op die voorwerp.



Newton se tweede wet in terme van momentum stel dat: **Die resultant- (netto) krag wat op 'n voorwerp inwerk, is gelyk aan die veranderingskoers van momentum en die verandering is in die rigting van die resultant-/netto krag.**



### Uitgewerkte Voorbeeld 2

Hoekom is dit minder pynlik vir 'n hoogspringer om op 'n skuimrubbermat te land as op die grond?

#### Oplossing

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Oplossing  $\vec{F}_{\text{net}}$  wat nodig is om die springer tot rus te bring ( $\vec{v}_f = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) hang af van  $\Delta \vec{p}$  en  $\Delta t$ . Wanneer hy op die rubbermat land, kom hy oor 'n langer tidsperiode ( $\Delta t$ ) tot rus as wanneer hy op die grond sou land.

- Dus tyd geneem  $\Delta t$  om sy momentum te verander, *neem toe*
- $\vec{F}_{\text{net}}$  *neem af* ( $\vec{F}_{\text{net}} \propto \frac{1}{\Delta t}$ )
- Die grootte van  $\vec{F}_{\text{net}}$  bepaal die pynomvang ondervind, dit is dus minder pynlik om op skuimrubber te land.

#### NOTA:

Dieselfde beredenering verduidelik waarom 'n krieketspeler sy hande terugtrek om 'n vinnige bal te vang, en waarom moderne motors met lugsakke en kreukelzones gebou word.



### Uitgewerkte Voorbeeld 3

1. 'n Ruimteskip het 'n massa van 1 000 kg. Die vuurpyl motore brand vir 5 s en vermeerder die ruimteskip se snelheid van 25 tot 30  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Bereken die krag van die motore wat die verandering in momentum veroorsaak het.
2. Aanvaar dat die aanvanklike snelheid positief is en die antwoord wat jy vir die bostaande probleem gekry het, is negatief. Wat sal die rigting van die uitgeoefende krag wees?

#### Oplossings

1. Laat die rigting van die aanvanklike snelheid positief wees.

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{v}_f - m\vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{(1000)(30) - (1000)(25)}{5}$$

$$= 1\,000 \text{ N in die aanvanklike rigting van momentum.}$$

2. Dieselfde, dws in die aanvanklike rigting van momentum.

#### NOTA:

- Omdat die vraag vra vir 'n vektorhoeveelheid (krag) moet die antwoord beide grootte en rigting bevat.
- Aangesien die antwoord positief is en besluit is die rigting van die aanvanklike snelheid was positief, is die rigting van die krag wat uitgeoefen word dieselfde as die aanvanklike snelheid.



## Aktiwiteit 1

Bestudeer die diagramme hieronder wat die beweging toon van 'n 150 g bofbal wat teen reghoeke teen 'n muur gegooi word.

Diagram A

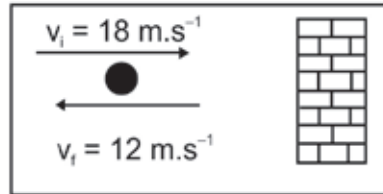


Diagram B

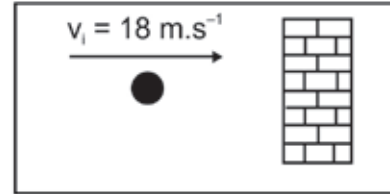


Diagram A

$$m = 150 \div 1000 = 0,15 \text{ kg}$$

$$\vec{v}_i = +18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\vec{v}_f = -12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Diagram B:

$$m = 0,15 \text{ kg}$$

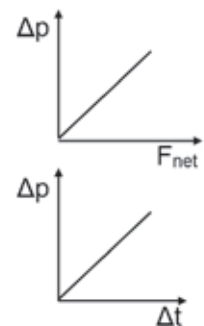
$$\vec{v}_i = +18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\vec{v}_f = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Laat die rigting na die muur toe positief wees.

1. Bereken die momentum van die bofbal wanneer dit die muur tref in Diagram A. (3)
2. Bereken die momentum van die bofbal wanneer dit die muur verlaat in Diagram A. (3)
3. Bereken die verandering in momentum tydens die botsing in Diagram A. (3)
4. Bereken die krag uitgeoefen deur die muur op die bofbal in Diagram A en in Diagram B, as elke botsing 0,1 s duur. (6)
5. Trek 'n vektordiagram om die verwantskap tussen die aanvanklike momentum ( $\vec{p}_i$ ), die finale momentum ( $\vec{p}_f$ ) en die verandering in momentum ( $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ ) vir die bofbal in Diagram A aan te toon. (6)

[21]



**Oplossings**

$$\begin{aligned}
 1. \quad \vec{p}_i &= m \vec{v}_i \quad m = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg} \quad \vec{v}_i = 18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \\
 \vec{p}_i &= m \vec{v}_i = (0,15)(18) \\
 \vec{p}_i &= 2,7 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ na die muur toe} \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad \vec{p}_f &= m \vec{v}_f \quad m = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg} \quad \vec{v}_f = -12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \\
 \vec{p}_f &= m \vec{v}_f = (0,15)(-12) = -1,8 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \\
 \vec{p}_f &= 1,8 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ weg van die muur af} \quad (3)
 \end{aligned}$$

3. Hier is twee maniere om te antwoord:

$$\begin{aligned}
 \Delta \vec{p} &= m \cdot \Delta \vec{v} \quad m = 0,15 \text{ kg} \quad \text{OF} \quad \Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i \\
 \Delta \vec{p} &= (0,15)(-12 - 18) \\
 \Delta \vec{p} &= -4,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \\
 \therefore \Delta \vec{p} &\text{ is } 4,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ weg van die muur} \quad \therefore \Delta \vec{p} \text{ is } 4,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ weg van die muur af} \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$4. \quad \text{Diagram A: } F_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \vec{v}_f - m \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{(0,15)(-12) - (0,15)(18)}{0,1} = -45 \text{ N}$$

Krag uitgeoefen deur die muur is 45 N weg van die muur af

$$\text{Diagram B: } F_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \vec{v}_f - m \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{(0,15)(0) - (0,15)(18)}{0,1} = -27 \text{ N}$$

Krag uitgeoefen deur die muur is 27 N weg van die muur af (6)

$$\begin{aligned}
 5. \quad \vec{p}_f &= -1,8 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ weg van die muur af} \\
 \vec{p}_i &= 2,7 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ na die muur toe} \\
 \Delta \vec{p}_f &= 4,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ weg van die muur af}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\overleftarrow{\vec{p}_f} \quad \overrightarrow{\vec{p}_i} \\
 &-1,8 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \quad +2,7 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \\
 &\overleftarrow{\Delta \vec{p}_f} = -4,5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}
 \end{aligned} \quad (6)$$

[21]

## 2.4 Impuls

Impuls is 'n ander manier om momentum te definieer. Impuls is 'n maatstaf van die hoeveelheid krag wat toegepas word op 'n voorwerp oor 'n spesifieke tydperioed. Dink daaraan as 'n meting van die skok ondervind deur 'n voorwerp wanneer 'n ander voorwerp daarmee bots.

Die formule vir impuls is:  $\text{Impuls} = F \Delta t$  waar

$F$  is die krag in newton N

$\Delta t$  is die verandering in tyd in sekondes

Impuls en momentum is wesenlik dieselfde. Ons kan dit aantoon deur dimensionele analise, dit is, deur uit te werk wat die impulseenhede is en die eenhede met momentumeenhede te vergelyk.

$$F = ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{\Delta s}{t^2}$$

$$\therefore F = \frac{\Delta s}{t^2} \times m$$

$$\text{Impuls} = \frac{\Delta s}{t^2} \times m \times \Delta t$$

$$\text{Impuls} = \frac{\Delta s}{t} \times m$$

$$p = mv = vm$$

$$p = \frac{\Delta s}{t} \times m$$

$$\therefore p = \text{Impuls}$$

Onthou:  
 $1\text{ N}\cdot\text{s} = 1\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $1\text{ newton sekonde} = 1$   
 $\text{kilogram meter}$   
 $\text{per sekonde}$



## Aktiwiteit 2

'n Krieketbal met massa 175 g word horisontaal na 'n speler gegooi teen  $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Dit word teen 'n snelheid van  $30\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  in die teenoorgestelde rigting teruggeslaan. Die bal is vir 'n periode van 0,05 s in kontak met die kolf. Bereken:

1. Die impuls van die bal. (4)
2. Die krag uitgeoefen op die bal deur die kolf. (3)
3. Die krag uitgeoefen op die kolf deur die bal. Motiveer jou antwoord deur te verwys na 'n Wet van Momentum. (5)

[12]

### Oplossings

1. Impuls  $= \vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v} = (0,175)[(-30)-(12)] = -7,35\text{ N}\cdot\text{s}$   
 dus  $7,35\text{ N}\cdot\text{s}$  weg van die kolf (4)
  2.  $\vec{F}\Delta t = -7,35 = F(0,05) \therefore F = \frac{-7,35}{0,05} = -147\text{ N}$   
 dus  $147\text{ N}$  weg van die kolf (3)
  3.  $147\text{ N}$  na die bal toe. Volgens Newton se derde wet in terme van momentum is die krag van die bal op die kolf gelyk aan die krag van die kolf op die bal, maar in die teenoorgestelde rigting. (5)
- $F_{\text{kolf op bal}} = -F_{\text{bal op kolf}}$

[12]

## 2.5 Die beginsel van bewaring van liniêre momentum



Die beginsel van bewaring van liniêre momentum stel dat: Die totale liniêre momentum in 'n geslote sisteem bly konstant (word bewaar).



### Stappe vir oplossing van probleme oor bewaring van liniêre momentum

- Stap 1.** Kies 'n rigting as positief.
- Stap 2.** Skets die situasie – teken 'n blok om elke voorwerp te verteenwoordig.
- Stap 3.** Skryf die vergelyking vir Bewaring van Momentum neer:  
 $\Sigma \vec{p}_i = \Sigma \vec{p}_f$
- Stap 4.** Verleng die vergelyking na gelang van die tipe botsing.
- Stap 5.** Vervang die bekende waardes in die vergelyking. Onthou om seker te maak van die voorwerpe se rigting en om die regte tekens vir die rigtings te gebruik.
- Stap 6.** Bereken die antwoord.
- Stap 7.** Skryf die antwoord neer, sluit eenhede in en dui die rigting aan.

#### BAIE BELANGRIK

- Onthou om altyd eenhede in jou antwoord in te sluit
- Onthou dat die +/- tekens rigting verteenwoordig

Ons kan probleme oor die bewaring van liniêre momentum oplos volgens die aard van die botsing of skeiding (ontploffing) van die voorwerpe betrokke. Ons los gewoonlik probleme op waarby twee voorwerpe betrokke is.

## 2.6 Probleemtipes

1. Twee voorwerpe bots en hou aan beweeg as aparte voorwerpe ná die botsing:

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

2. Twee voorwerpe bots en verenig:

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = (m_1 + m_2) \vec{v}_f$$

3. Twee voorwerpe beweeg wat aanvanklik verenig was en dan skei:

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$(m_1 + m_2) \vec{v}_i = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

4. Twee stilstaande voorwerpe wat aanvanklik verenig was, skei (bv. tydens 'n ontploffing):

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$(m_1 + m_2) \vec{v}_i = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

$$0 = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

$$m_1 \vec{v}_{1f} = - m_2 \vec{v}_{2f}$$

5. 'n Voorwerp val vertikaal op 'n ander voorwerp wat horisontaal beweeg:

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2(0) = (m_1 + m_2) v_f$$

$$m_1 v_{1i} = (m_1 + m_2) v_f$$



Dit lyk erg, maar is nie regtig nie! Dit sê dat die som van die momentums dieselfde bly, voor en na die botsing, die totale momentum voor en ná is dieselfde. Dus,  $\sum p_i$  is die som van al die aanvanklike momentums.  $\sum p_f$  is die som van al die finale momentums. Om die som van die aanvanklike momentums te bereken, tel jy net al die momentums van die voorwerpe bymekaar.

## Probleemtipe 1: Twee voorwerpe bots en hou aan beweeg as twee aparte voorwerpe ná die botsing

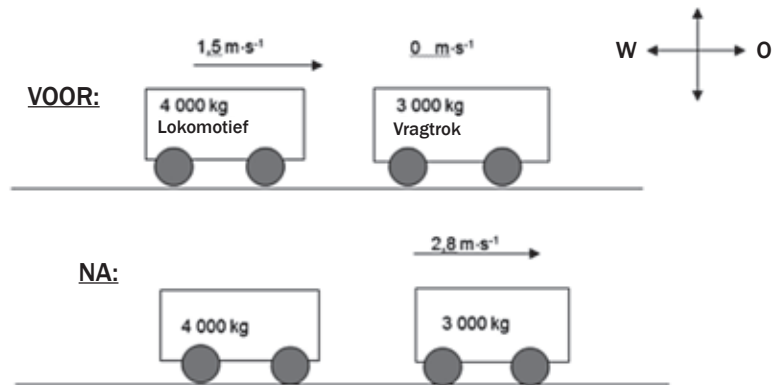


### Aktiwiteit 3

In 'n spoorweg-rangeerwerf beweeg 'n lokomotief met 'n massa van 4 000 kg oos teen 'n snelheid van  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Die drywer probeer dit koppel met 'n stilstaande trok met 'n massa van 3 000 kg deur hulle te laat bots. Die trok beweeg egter oos teen 'n snelheid van  $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Bereken die grootte en rigting van die snelheid van die lokomotief onmiddellik ná die botsing.

(11)



Onthou:  
As 'n voorwerp  
stilstaan, is die  
snelheid  $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



### Oplossing

Laat die lokomotief voorwerp 1 en die trok voorwerp 2 wees.  
Laat die rigting oos positief wees.

Dan:

$$\begin{aligned} m_1 &= 4\,000 \text{ kg} & \text{en} & & m_2 &= 3\,000 \text{ kg} \\ v_{1i} &= +1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} & & & v_{2i} &= 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \\ v_{1f} &= ? & & & v_{2f} &= +2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \vec{p}_i &= \sum \vec{p}_f \\ m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} &= m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f} \\ (4000)(1,5) + (3000)(0) &= (4000)v_{1f} + (3000)(2,8) \\ 4000 \vec{v}_{1f} &= 6000 - 8400 \\ \vec{v}_{1f} &= 0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

$\therefore 0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  na die weste

[11]

## Probleemtipe 2: Twee voorwerpe bots en verenig



## Aktiwiteit 4

'n Seun met 'n massa van 40 kg hardloop teen  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  oos en spring op 'n skaatsplank met massa 2 kg wat oos beweeg teen  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Bereken die spoed waarteen die seun en skaatsplank saam beweeg. (7)

## Oplossing

Laat die seun voorwerp 1 en die skaatsbord voorwerp 2 wees. Beweging na oos is positief.

Dan:

$$m_1 = 40 \text{ kg} \quad \text{en} \quad m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$v_{1i} = 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad v_{2i} = 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v_{(1+2)f} = ?$$

$$\sum p_i = \sum p_f \quad \checkmark$$

$$(40)(5) + (2)(3) = (40 + 2)v_f \quad \checkmark$$

$$42v_f = 206 \quad \checkmark$$

$$v_f = 4,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$$

$\therefore$  die seun en skaatsplank beweeg saam teen  $4,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ✓

[7]

Onthou:  
Die vraag vra vir die **spoed** van die skaatsplank. Spoed is **skalaar**, dus het jy nie nodig om die rigting van beweging in die antwoord aan te dui nie.



## Probleemtipe 3: Twee bewegende voorwerpe wat aanvanklik verenig was, skei



## Aktiwiteit 5

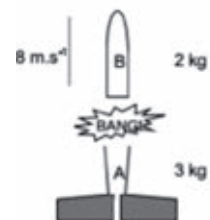
Hendrik is 'n amateur vuurpylbouer. Hy lanseer 'n twee-stadium vuurpyl soos getoon in die diagram. Seksie A (stadium 1) bevat die vuurpylenjin en brandstof. Seksie B (stadium 2) se massa is 2 kg.

1. Hendrik sê hy het Newton se derde wet in terme van beweging gebruik om te verduidelik waarom die vuurpyl opwaarts beweeg tydens die vlug. Identifiseer een aksie/reaksie-paar kragte betrokke by die vuurpyl se beweging. (1)

Op 'n sekere hoogte, wanneer die vuurpyl 'n snelheid van  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  opwaarts bereik het, word die laaste brandstof verbruik en seksie A se massa is 3 kg. Om seksie B nog hoër te laat styg laat 'n klein ontploffing seksie B van seksie A skei en verhoog seksie B se opwaartse snelheid tot  $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

2. Stel die Wet van Bewaring van Liniêre Momentum in woorde. (4)
3. Bereken die snelheid van seksie A ná die ontploffing. (11)

[16]





### Oplossings

1. Die krag van die vuurpyl op die uitgelate gasse en die krag van die uitgelate gasse op die vuurpyl. ✓ (1)

2. Die totale liniêre momentum van 'n geslote sisteem bly konstant in grootte en rigting. ✓ (4)

3. Laat opwaarts positief wees. ✓

Vir seksie A:  $m_A = 3 \text{ kg}$  en  $v_{Af} = ?$

Vir seksie B:  $m_B = 3 \text{ kg}$  en  $v_{Bf} = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Voor die ontploffing:

$$v_{(A+B)i} = 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f \quad \checkmark$$

$$(m_A + m_B)v_i = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} \quad \checkmark$$

$$(3 + 2)(5) = (3)(v_{Af}) + (2)(8) \quad \checkmark$$

$$3 v_{Af} = 25 - 16 \quad \checkmark$$

$$\therefore v_{Af} = \frac{9}{3} = -3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$$

$$\therefore 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ opwaarts} \quad \checkmark$$

(11)

[16]

### Probleemtipe 4: Twee stilstande voorwerpe wat aanvanklik verenig was, en dan skei (bv. deur 'n ontploffing)

Wanneer twee voorwerpe deur 'n ontploffing of as gevolg van 'n saamgeperste spiraalveer wat losspring geskei word, beweeg hulle in teenoorgestelde rigtings ná die ontploffing, bv. wanneer 'n skoot gevuur word, beweeg die koeël vorentoe en die geweer beweeg agtertoe.



### Aktiwiteit 6

'n Geweer met massa 1 kg is gelaai met 'n koeël met massa 2 g en gekoppel aan 'n trollie met massa 4 kg. Die sisteem is in rustoestand op 'n wrywingsvrye horisontale oppervlak. Die geweer word met afstandbeheer afgevuur en die koeël het 'n trompsnelheid van  $350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Bereken die snelheid van die trollie en geweer nadat die skoot afgevuur is. (8)

### Oplossing

Laat die rigting van die koeël se beweging positief wees.

Die trollie en geweer is voorwerp 1:

$$m_1 = 1 + 4 = 5 \text{ kg}$$

$$v_{1f} = ?$$

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f \quad \checkmark$$

Die koeël is voorwerp 2:

$$(m_1 + m_2)v_i = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad \checkmark$$

$$m_2 = 2 \text{ g} = 0,002 \text{ kg}$$

$$0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad \checkmark$$

$$v_{1f} = 350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$m_1 v_{1f} = -m_2 v_{2f} \quad \checkmark$$

Voor die ontploffing:

$$(5)v_{1f} = -(0,002)(350) \quad \checkmark$$

$$v_{(1+2)i} = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v_{1f} = \frac{-(0,002)(350)}{5} = -0,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$$

Dus, die geweer en trollie beweeg teen  $0,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  in die teenoorgestelde rigting as die koeël ná die ontploffing. ✓ [8]

### Probleemtipe 5: 'n Voorwerp val vertikaal op 'n ander voorwerp wat horisontaal beweeg



#### Aktiwiteit 7

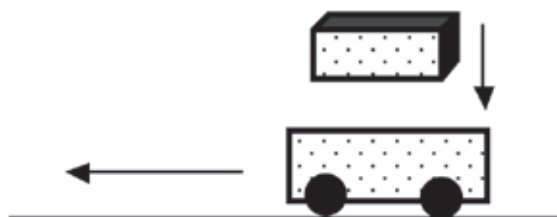
'n Trollie met massa 3 kg beweeg teen  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , wes langs 'n wrywingsvrye horisontale pad. 'n Baksteen met massa van 1 kg val vertikaal op die trollie. Die baksteen land op die trollie met 'n vertikale snelheid van  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Bereken die snelheid van die baksteen- en trolliesisteem ná die botsing.



wenk

As 'n voorwerp vertikaal val, is die horisontale snelheid nul.

[13]



#### Oplossing

Die baksteen tref die trollie vertikaal teen  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Dus is die baksteen se horisontale snelheid zero ( $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). ✓ Momentum word bewaar in 'n reguit lyn. ✓ Dus is die baksteen se vertikale snelheid geïgnoreer wanneer die wet van vertikale snelheid toegepas word. ✓

(3)

*Beweging wes is positief*

Die trollie is voorwerp 1:

$$m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$v_{1i} = +4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

en die baksteen voorwerp 2:

$$m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$v_{2i} = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Ná die botsing:  $v_1 + v_2 = ?$

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f \quad \checkmark$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f \quad \checkmark$$

$$(3)(4) + (1)(0) = (3 + 1) v_f \quad \checkmark$$

Zero, omdat die baksteen nie horisontaal beweeg nie

$$12 = (4) v_f$$

$$v_f = 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$$

∴ baksteen- en trolliesisteem se snelheid is  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  wes (horisontaal) ✓

(10)

[13]

## 2.7 Elastiese en onelastiese botsings

### 2.7.1 Hersiening

Liniêre momentum word altyd bewaar in 'n geslote sisteem. Kinetiese energie word egter altyd bewaar en word dikwels getransformeer in ander energievorms, soos hitte en klank, of potensiaalenergie.

#### wenk

Botsings word as elastiese of onelastiese botsings geklassifiseer.

### 2.7.2 Onderskeiding tussen elastiese en onelastiese botsings

#### Elastiese botsings:

- liniêre momentum word bewaar
- botsende voorwerpe bly apart en word nie verander op enige manier nie
- totale kinetiese energie word bewaar:  

$$\sum E_{ki} = \sum E_{kf}$$
- $E_k \text{ voor botsing} = E_k \text{ na botsing}$
- die aanvanklike kinetiese energie word nie getransformeer in enige ander energievorms nie.

#### Onelastiese botsings:

- liniêre momentum word bewaar
- botsende voorwerpe verenig of hulle vorms word verander
- totale kinetiese energie word nie bewaar nie:  

$$\sum E_{ki} > \sum E_{kf}$$
- $E_k \text{ voor botsing} > E_k \text{ na botsing}$
- van die aanvanklike kinetiese energie word getransformeer in ander energievorms, bv. hitte, lig, klank.

Onthou dat vir voorwerpe wat veel stadiger as die spoed van lig beweeg (bv. koeëls, treine, mense, bakstene)

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

dus, as  $p = mv$ , dan  $E = \frac{1}{2} pv$



### Stappe vir oplossing van probleme oor elastiese en onelastiese botsings

**Stap 1.** Bereken die som van kinetiese energie van al die voorwerpe voor die botsing.

$$\sum E_{ki} = \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2$$

**Stap 2.** Bereken die som van die kinetiese energie van al die voorwerpe ná die botsing.

$$\sum E_{kf} = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

**Stap 3.** Vergelyk die totale kinetiese energie van die sisteem voor die botsing met die totale kinetiese energie van die sisteem ná die botsing.

**Stap 4.** As  $\sum E_{ki} = \sum E_{kf} \therefore \sum E_k \text{ voor die botsing} = \sum E_k \text{ na die botsing}$  daarom was die botsing elasties.

As  $\sum E_{ki} \neq \sum E_{kf} \therefore \sum E_k \text{ voor die botsing} \neq \sum E_k \text{ na die botsing}$  daarom was die botsing onelasties.



## Aktiwiteit 8

Botsings tussen voertuie vind daaglik op ons land se paaie plaas. In een van die ongelukke, het 'n motor met 'n massa van 1 600 kg en wat na links beweeg het teen 'n snelheid van  $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  kop-teen-kop gebots met 'n minibus met 'n massa van 3 000 kg en wat na regs beweeg het teen 'n snelheid van  $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Die twee voertuie het as 'n eenheid in 'n reguit lyn beweeg ná die botsing.

1. Bereken die snelheid van die twee voertuie ná die botsing. (8)
2. Doen die nodige berekeninge om aan te toon dat die botsing onelasties was. (13)
3. Nuwe voertuie het kreukelzones om te help met beperking van beserings in 'n ongeluk. Lugsakke en gestoffeerde binnekante kan ook meehelp om beserings of noodlottigheid te beperk. Gebruik beginsels in Fisika om te verduidelik hoe kreukelzones en lugsakke die moontlikheid van dood of ernstige beserings kan beperk. (9)

[30]

### Oplossings

1. *Beweging na links is positief en die minibus is voorwerp 1 en die motor is voorwerp 2:*



$p_{\text{voor botsing}} = p_{\text{na botsing}}$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f \checkmark$$

$$(1\,600)(30) + (3\,000)(-20) = (1\,600 + 3\,000) v_f$$

$$48\,000 - 60\,000 = (4\,600) v_f$$

$$v_f = -2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\therefore v_f = 2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ na regs } \checkmark \quad (8)$$

2. *Voor die botsing:*

$$\Sigma K_i = \frac{1}{2} m v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 \checkmark$$

$$= \frac{1}{2} (1\,600)(30)^2 + \frac{1}{2} (3\,000)(20)^2 \checkmark$$

$$= 720\,000 + 600\,000 = 1,32 \times 10^6 \text{ J } \checkmark$$

*Ná die botsing:*

$$\Sigma K_f = \frac{1}{2} m v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

$$= \frac{1}{2} (1\,600 + 3\,000)(2,6)^2 \checkmark$$

$$= 15\,548 \text{ J } \checkmark$$

$$\Sigma K_i > \Sigma K_f \checkmark$$

$$\therefore E_{k \text{ voor botsing}} > E_{k \text{ na botsing}} \quad \therefore \text{die botsing is onelasties } \checkmark \quad (13)$$

Onthou:  
Snelheid is 'n  
vektorhoeveelheid  $\therefore$   
sluit die rigting by jou  
antwoord in.



3. Kreukelsoes van 'n motor verseker dat die motor oor 'n langer tydspanne tot stilstand kom ( $\Delta t$ ) tydens 'n botsing, terwyl lugsakke verseker dat die bestuurder/passasiers oor 'n langer tydspanne binne die motor tot stilstand kom.
- $\therefore \Delta t$  om die momentum van die motor en van die bestuurder OF die passasier te verhoog
- $\therefore \vec{F}_{\text{net}}$  verminder ( $\vec{F}_{\text{net}} \propto \frac{1}{\Delta t}$ ) en
- die grootte van  $\vec{F}_{\text{net}}$  bepaal die omvang van die passasiers se beserings
- $\therefore$  kreukelsoes en lugsakke verminder die omvang van beserings gedurende botsings.

[30]

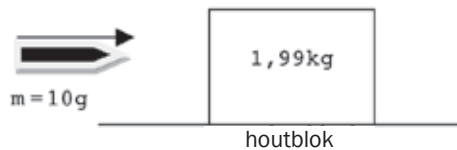


## Aktiwiteit 9

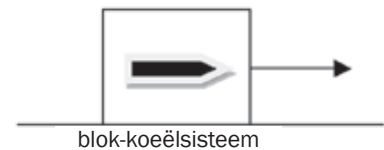
'n Koeël met massa van 10 g beweeg teen 'n snelheid van  $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , en slaan vas teen 'n houtblok met massa 1,99 kg wat rus op 'n plat, horisontale oppervlak soos getoon in die diagram hieronder. Die koeël is in die hout ingebed. Ignoreer die uitwerking van lugwrywing.

### VOOR BOTSING

$$v = 300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$



### NA BOTSING



1. Skryf in woorde die beginsel van bewaring van liniêre momentum. (2)
2. Bereken die spoed van die blok-koeëlsisteem onmiddellik ná die botsing. (4)
3. Is hierdie botsing elasties of onelasties? Gee 'n rede vir jou antwoord. (2)  
Die vloer oefen 'n konstante wrywingskrag van 8 N uit op die blok-koeëlsisteem soos dit tot rus kom.
4. Bereken die afstand wat die blok-koeëlsisteem beweeg het ná die botsing. (5)

[13]

**Oplossings**

1. Die totale (liniêre) momentum bly konstant/word bewaar ✓ in 'n geïsoleerde/geslote sisteem /afwesigheid van eksterne kragte. ✓ (2)
2. Na regs as positief  
 $\Sigma p_{\text{voor}} = \Sigma p_{\text{na}} \checkmark$   
 $(0,01)(300) \checkmark + (1,99)(0) = (0,01 + 1,99)v_{f2} \checkmark$   
 $v_{f2} = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \checkmark$  (4)
3. Onelasties ✓  
 Kinetiese energie word nie bewaar nie. ✓ (2)
4.  $F_{\text{net}} = ma \checkmark$   
 $\therefore (-8) = 2a \checkmark \therefore a = -4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$   
 $v_{f2} = v_{i2} + 2a\Delta x \checkmark$   
 $0^2 = (1,5)^2 + 2(-4)\Delta x \checkmark$   
 $\Delta x = 0,28 \text{ m} \checkmark$  (5)

**[13]***Hou aan!*

# 3 Eenheid

## Vertikale projektielbeweging in een dimensie

### Opsomming

#### Jy moet onthou dat:

versnelling, snelheid en verplasing (verandering in posisie of plek) van 'n projektiel kom voor as dit:

- laat val word van 'n spesifieke hoogte, bv. 'n voorwerp wat vryval van rus af;
- opwaarts geprojekteer (gegooi) word en dan terugval na dieselfde vlak as die oorspronklike vlak;
- opwaarts geprojekteer word en dan terugval na 'n vlak laer as die oorspronklike vlak;
- 'n vallende voorwerp is wat wip op 'n oppervlak.

#### Jy moet in staat wees om:

- Die beweging te beskryf van die verskillende tipes projektiële hierbo genoem;
- Grafieke te teken en te interpreteer van die veranderingskoers van posisie, snelheid en versnelling;
- Die grafieke te gebruik om verplasing of versnelling te bereken (gebruik 'n snelheid-tyd grafiek).

#### Jy moet onthou:

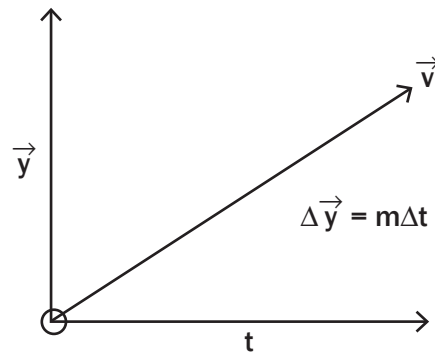
- **verplasing** = beweeg na 'n ander plek
- **snelheid** = spoed in 'n spesifieke rigting
- **versnelling** = verandering in snelheid binne 'n spesifieke tyd.



### 3.1 Hersiening: Grafieke van snelheid, versnelling en verplasing

1. Die helling van 'n verplasing-tyd grafiek toon die snelheid van 'n voorwerp:

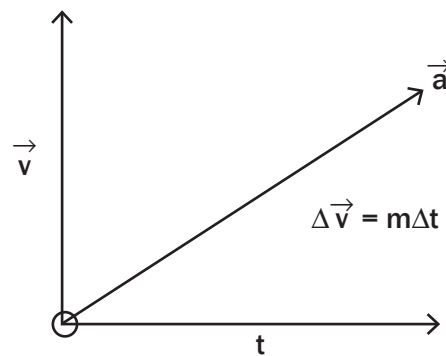
$$\text{helling} = \frac{\Delta \vec{y}}{\Delta t} = \vec{v} \text{ (m/s)}$$



waar m die snelheid is

2. Die helling van 'n snelheid-tyd grafiek toon die versnelling van die voorwerp:

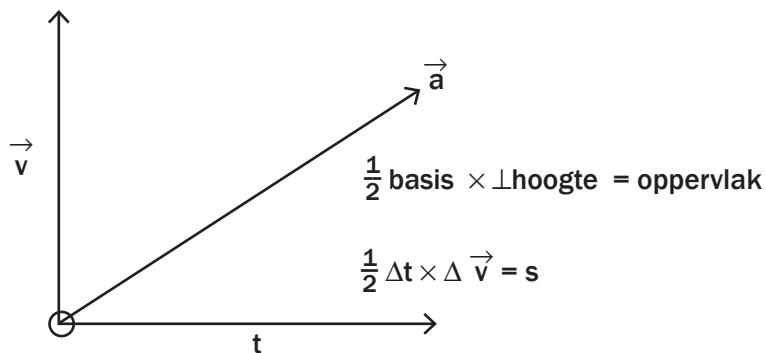
$$\text{helling} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{a} \text{ (m/s}^2\text{)}$$



waar m die versnelling is

3. Die oppervlak onder 'n snelheid-tyd grafiek toon die verplasing van die voorwerp:

$$\text{Oppervlak van driehoek} = \frac{1}{2} \text{ basis} \times \perp (\text{loodregte}) \text{ hoogte}$$



waar s die verplasing is



## 3.2 Vryval



**projektiel:** 'n voorwerp (bv. klip, bal of koeël) wat deur die lug trek met gravitasie die enigste krag wat dit beïnvloed.

**ongehinderd:** sonder om teengestaan, verhinder of gesteur te word.



### DEFINISIES:

- **Vryval** is die ongehinderde beweging van 'n voorwerp in afwesigheid van lugwrywing (weerstand) waar slegs gravitasiekrag die voorwerp beïnvloed.
- **Gravitasieversnelling:**
  - Gravitasieversnelling ( $\vec{g}$ ) is die konstante versnelling van 'n vryvallende voorwerp weens gravitasie (swaartekrag).
  - Alle voorwerpe ondervind dieselfde gravitasieversnelling (as ons die uitwerking van lugweerstand ignoreer). Dus, as daar geen lug was nie, sou 'n veer net so vining soos 'n klip val. Sien [http://www.youtube.com/watch?v=5C5\\_dOEyAfk](http://www.youtube.com/watch?v=5C5_dOEyAfk).
- **Die rigting is altyd afwaarts.**
- Op aarde is dit  $\vec{g}_{\text{aarde}} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  en op die maan:  $\vec{g}_{\text{maan}} = 1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

### Formules

Al die onderstaande formules is bruikbaar wanneer jy projektielbeweging bereken:

- $\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t$
- $\vec{v}_f^2 = \vec{v}_i^2 + 2 \vec{a} \cdot \Delta \vec{y}$
- $\Delta \vec{y} = \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} \Delta t^2$
- $\Delta \vec{y} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \times \Delta t$

waar:

$\vec{v}_i$  is aanvanklike snelheid ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$\vec{v}_f$  is finale snelheid ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$\Delta \vec{y}$  is verplasing (m)

$\vec{a}$  is versnelling ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )

$\Delta t$  is tyd (s)

### Wenke vir berekenings:

- Ignoreer lugweerstand vir alle berekenings in Graad 12 behalwe as die vraag duidelik stel dat daar lugweerstand is.
- Vryvallende voorwerpe ondervind 'n konstante afwaartse versnelling gelyk aan die gravitasieversnelling, ( $\vec{g} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).
- Kies 'n rigting (afwaarts of opwaarts) as positief en hou dit onveranderd deur die probleem.
- Dui die rigting wat jy as positief gekies het duidelik aan die begin van jou antwoorde aan.

bv.  $\downarrow$

$\uparrow$

### ONTHOU:

Gravitasieversnelling " $\vec{g}$ " is konstant en altyd afwaarts gerig selfs al beweeg die voorwerp opwaarts.

#### Daarom:

- As opwaartse rigting gekies is as positiewe gravitasieversnelling, sal ( $\vec{g}$ ) negatief wees.
- As afwaartse rigting gekies is as positiewe gravitasieversnelling sal ( $\vec{g}$ ) positief wees.

### 3.3 Grafieke van Projektielbeweging Tipe 1: Laat val van 'n projektiel

Wanneer 'n projektiel laat val word (van rus) van 'n sekere hoogte, dan:

- Aanvanklike snelheid  $\vec{v}_i = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Die snelheid neem toe soos die voorwerp afwaarts val
- Die snelheid is 'n maksimum ( $\vec{v}_f$ ) wanneer die voorwerp die grond tref.

#### NOTA:

As die voorwerp afwaarts gegooi word (nie laat val word nie) van 'n sekere hoogte af, is die aanvanklike snelheid nie nul nie.  
 $\vec{v}_i \neq 0$   
 $\vec{v}_i$  = die snelheid waarteen die voorwerp gegooi is.

As jy afwaarts gekies het as positief

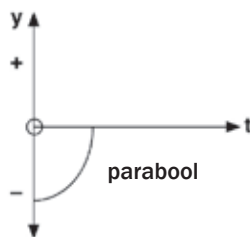
$$\begin{aligned} \vec{v}_i &= 0 \\ \vec{a} &= +9,8 \\ \Delta \vec{y} &+? \\ \Delta t &=? \\ \vec{v}_f &= + \text{maks} \end{aligned}$$

As jy opwaarts gekies het as positief

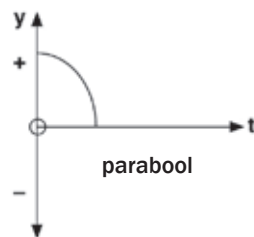
$$\begin{aligned} \vec{v}_i &= 0 \\ \vec{a} &= -9,8 \\ \Delta \vec{y} &-? \\ \Delta t &=? \\ \vec{v}_f &= - \text{maks} \end{aligned}$$

#### Grafieke en Projektielbeweging: Tipe 1 – Laat val van 'n projektiel

Afwaarts as positief



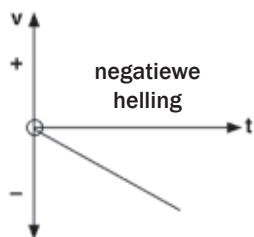
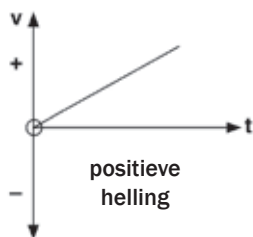
Opwaarts as positief



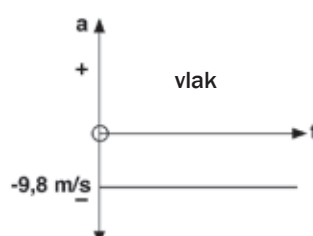
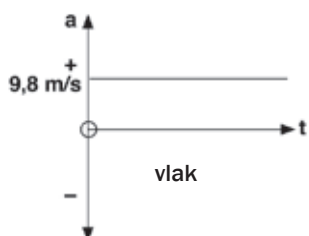
Die afstand (y) begin stadig toeneem en dan vinniger.

#### NOTA:

Let op dat die grond geneem is as die nulverwysing vir hierdie grafieke.



Die snelheid (v) neem toe teen dieselfde koers van begin tot einde.



Die versnelling is konstant teen  $9,8 \text{ m/s}^2$  of dit in 'n positiewe rigting is of nie. Slegs die teken verander.



Die massa van 'n vallende voorwerp is nie relevant tydens vryval nie. Ignoreer die gegewe waarde! Die waarde van die massa is slegs relevant as jy gevra word om die momentum te bereken waarmee die voorwerp die grond tref. Onthou die veer en klip.



## Aktiwiteit 1

'n Bal met 'n massa van 200 g word laat val van die dak van 'n 100 m hoë gebou. Ignoreer lugweerstand en bereken:

1. Die snelheid van die bal wanneer dit die grond tref. (4)
  2. Hoe lank die bal in die lug is voor dit die grond tref. (5)
- [9]

### Oplossings

(Berekenings vir 'af positief' en vir 'op positief' word voorsien. Jy moet net een rigting doen!)

Laat die rigting van beweging af positief wees

$$\begin{aligned}\vec{v}_i &= 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} & \vec{v}_f &= ? \text{ (a)} \\ \Delta \vec{y} &= +100 \text{ m} & \vec{a} &= +9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \\ \Delta t &= ? \text{ (b)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1. \quad \vec{v}_f^2 &= \vec{v}_i^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta \vec{y} \quad \checkmark \\ &= 0^2 + (2)(9,8)(100) \\ &= 1960 \quad \checkmark \checkmark \checkmark \\ \vec{v}_f &= \sqrt{1960} = +44,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \\ \therefore 44,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, \text{ afwaarts} \quad \checkmark\end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}2. \quad \vec{v}_f &= \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t \quad \checkmark \\ 44,27 &= 0 + (9,8) \Delta t \\ \Delta t &= \frac{44,27}{9,8} = 4,52 \text{ s} \quad \checkmark \\ \therefore \text{die bal is in die lug vir } 4,52 \text{ s} \quad \checkmark\end{aligned} \quad (5)$$

[9]

As ons die rigting van beweging boontoe positief gemaak het, sou die oplossing dieselfde gewees het, net die teken sou verander.

Hierdie voorbeeld toon dat projektiële se beweging bepaal kan word deur 'n enkel stel vergelykings vir beide opwaartse en afwaartse beweging. Dit is nie nodig om beweging in twee rigtings te stel vir dieselfde vraag nie.

**Dit is egter belangrik dat jy in staat moet wees om probleme op te los deur albei benaderings te gebruik, d.i. afwaarts – positief OF opwaarts – positief.**

## 3.4 Grafieke van Projektielbeweging

### Tipe 2: Projektiel opgeskiet, val dan terug

#### Dink aan Fisika

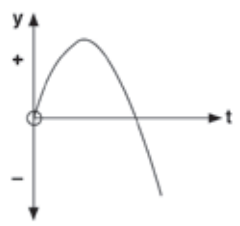
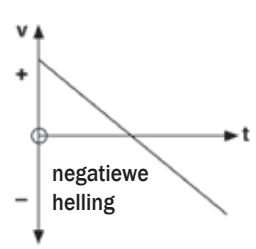
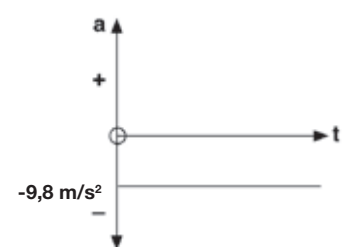
'n Geweer skiet 'n koeël in die lug op en die koeël verlaat die geweer teen mach 1 (die snelheid van klank). Veronderstel die koeël trek op tot 'n sekere hoogte en val dan terug na die aarde. Sal dit die grond tref weer teen mach 1, of sal dit 'n sekere beperkte snelheid bereik en nie weer mach 1 haal nie?

**Antwoord:** Dit sal die grond tref teen ongeveer mach 1 (ignoreer lugweerstand). Die rede is namate die koeël opwaarts trek, verminder die snelheid (trek gaandeweg stadiger), totdat dit 0 m/s bereik by die bopunt van die vlug. Dit het dan dieselfde  $E_p$  (potensiaalenergie) as wat dit was toe dit die geweer verlaat het met die oorspronklike kinetiese energie ( $E_k$ ).

Dus, namate dit terugval aarde toe, word die  $E_p$  weer omgeskakel na  $E_k$ . Omdat energie bewaar word, moet die hoeveelheid energie waarmee dit die grond tref dieselfde wees as die energie wat dit gehad het toe dit die geweer verlaat het, naamlik genoeg energie om mach 1 te bereik.

Die snelheidvermindering van die koeël van mach 1 tot 0 m/s is in geheel weens gravitasie en lugweerstand; sodat wanneer dit terugval, is die versnelling geheel te wyte aan gravitasie.

**LW: Die drie grafieke hieronder is van dieselfde gebeure: 'n voorwerp opwaarts gegooi, en die terugval.**

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
| Verplasing - tydgrafiek  |  | <p>Die verplasing (<math>y</math>) neem toe in die positiewe rigting tot dit 'n maksimum bereik, en dan neem dit af. Dit word negatief as dit onder die beginpunt beweeg.</p> <p><b>LW: Hierdie grafiek volg die posisie van 'n voorwerp wat in die lug gegooi is, dan terugval, oor tyd. Dit BETEKEN NIE dat die voorwerp in 'n boog gegooi is nie.</b></p>                        |
| Snelheid - tydgrafiek    |  | <p>Die snelheid (<math>v</math>) neem af tot dit nulpunt bereik by die maksimum hoogte. Dan neem die grootte van die snelheid toe, maar in 'n negatiewe rigting, dus onder die <math>t</math>-as.</p> <p><b>LW: Dit is NIE 'n rots wat teen 'n helling afrol nie. Dit is 'n voorwerp wat in die lug gegooi of geskiet word, 'n maksimum hoogte bereik en dan weer terugval.</b></p> |
| Versnelling - tydgrafiek |  | <p>Die versnelling is deurgaans konstant teen <math>9,8 \text{ m/s}^2</math>, aangesien ons opwaarts as positief gekies het.</p> <p><b>LW: Dit is NIE 'n voorwerp wat in 'n reguit lyn beweeg nie, dit is 'n voorwerp wat uniforme negatiewe versnelling (spoedafname) ervaar weens gravitasie.</b></p>   |



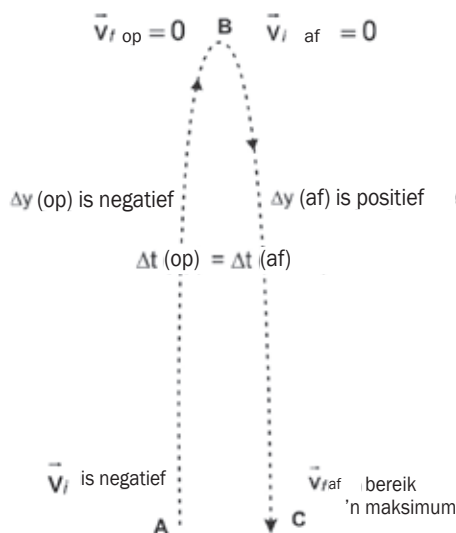
Vir die drie grafieke op die vorige bladsy geïllustreer:

- Opwaarts is positief. As afwaarts as positief geneem word, sal die grafieke invers (onderstebo) wees.
- Die oorspronklike posisie is geneem as die verwysingspunt.

## 3.5 Tipe 2a: 'n Projektiel vertikaal opgestuur wat terugval na dieselfde vlak

- Ons kies afwaarts as positief.
- Aanvanklike snelheid ( $\vec{v}_i$ ) by A. Die voorwerp verlaat die beginpunt in 'n opwaartse rigting.
- $\vec{v}_i$  is negatief omdat dit opwaarts beweeg.
- Die *grootheid* van die snelheid verminder namate die voorwerp styg.
- Die snelheid is nul wanneer die voorwerp die hoogste stygpunt bereik het by B.
- $\vec{v}_f(\text{op})$  by B = 0  
=  $\vec{v}_i(\text{af})$  by B
- Die snelheid neem toe terwyl die voorwerp na die grond toe terugval.
- Die aanvanklike snelheid op is gelyk in grootheid aan die finale snelheid af.
- $\vec{v}_i(\text{op})$  by A =  $\vec{v}_f(\text{af})$  by C

As afwaarts gekies was as positief  
 $\vec{g} = +9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ALTYD.



**NOTA:**  $v_i(\text{op})$  by A =  $v_f(\text{af})$  by C omdat vlak A dieselfde is as vlak C.

- Die tydsduur om te styg van A tot B = tydsduur om terug te val van B tot die oorspronklike posisie C.  
 $t(\text{op}) AB = t(\text{af}) BC$
- Die totale tydsduur deur AB tot C = tydsduur om te styg van A tot B + tydsduur om terug te val van B tot die oorspronklike posisie C.
- Die voorwerp se verplasing is nul (omdat dit terugkeer na die oorspronklike posisie).
- Die snelheid ( $\vec{v}_f$ ) af is 'n maksimum wanneer die voorwerp die grond tref by C.
- Die versnelling van die voorwerp is konstant by  $\vec{g} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  afwaarts deur die beweging.

As opwaarts gekies was as positief  
 $\vec{g} = -9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ALTYD.



## Aktiwiteit 2

'n Bal word vertikaal opwaarts gegooi teen  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  en keer na die gooier se hand terug.

Laat die afwaartse rigting van beweging positief wees.

**Bereken:**

1. Die maksimum hoogte bereik deur die bal. (4)
2. Die tydsduur vir die bal om die hoogste punt van die vlugbaan te bereik. (5)
3. Die totale tyd wat die bal in die lug is. (3)
4. Die bal se totale verplasing gedurende die beweging. (1)

[13]

### Oplossings

Laat die rigting van beweging afwaarts positief wees

$$\vec{v}_i = -4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\vec{v}_f = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\Delta \vec{y} = ? \text{ (a) m}$$

$$\vec{a} = +9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$\Delta t = ? \text{ (b)}$$

$$\begin{aligned} 1. \quad \vec{v}_f^2 &= \vec{v}_i^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta \vec{y} \quad \checkmark \\ 0 &= (-4)^2 + (2)(9,8) \vec{y} \Delta \quad \checkmark \\ 19,6 \Delta \vec{y} &= -16 \\ \Delta \vec{y} &= -0,82 \text{ m} \quad \checkmark \\ \therefore \text{ die bal bereik 'n hoogte van } 0,82 \text{ m bo die beginvlak} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} 2. \quad \vec{v}_f &= \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t \quad \checkmark \\ 0 &= (-4) + (9,8) \Delta t \quad \checkmark \\ \Delta t &= \frac{4}{9,8} = 0,41 \text{ s} \quad \checkmark \\ \therefore \text{ die bal neem } 0,41 \text{ s om die hoogste punt in sy vlugbaan te bereik} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} 3. \quad \text{Tyd opwaarts} &= \text{tyd afwaarts} \quad \checkmark \\ \therefore \text{ totale tyd in die lug is } &\quad \checkmark \\ (2)(0,41) &= 0,82 \text{ s} \quad \checkmark \end{aligned} \quad (3)$$

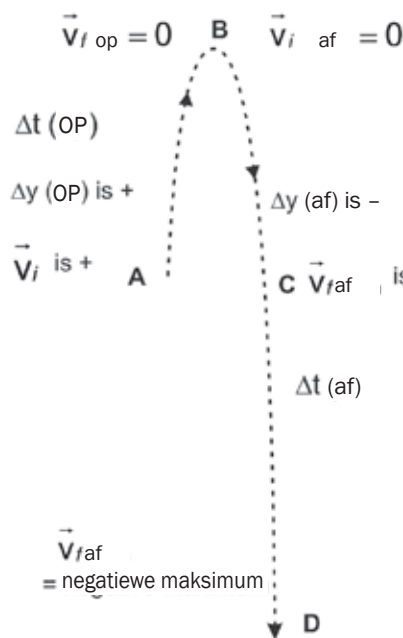
$$\begin{aligned} 4. \quad \text{Totale verplasing} &= \Delta \vec{y} = 0 \text{ m} \quad (1) \\ \text{Verplasing word gemeet in 'n reguit lyn van die oorspronklike posisie af (die gooier se lyn van die aanvanklike posisie tot die finale posisie). Die gooier se hand is die aanvanklike en finale posisie.} \end{aligned}$$

[13]



## 3.6 Tipe 2b: 'n Projektiel wat vertikaal opwaarts gestuur is en wat terugval tot onder die oorspronklike vlak

- Ons kies opwaarts as positief.
- Aanvanklike snelheid ( $\vec{v}_i$ ) by A is die snelheid wanneer die voorwerp die beginpunt verlaat en opwaarts beweeg. Dit is positief.
- Die grootte van die snelheid neem af namate die voorwerp styg.
- Die snelheid is nul wanneer die voorwerp die hoogste punt bereik by B, d.i.  $\vec{v}_f(\text{op})$  by B = 0 =  $\vec{v}_i(\text{af})$  by B.
- Die grootte van die snelheid neem toe soos die voorwerp na onder val.
- Die grootte van die aanvanklike snelheid opwaarts by A is gelyk aan die grootte van die snelheid onder by die beginvlak, C.
- $\vec{v}_i(\text{op})$  by A =  $-\vec{v}_f(\text{onder by beginvlak})$  by C.



- Die tydskuur om te styg van A tot B = tydskuur om terug te keer tot die oorspronklike posisie C.
- Die totale tydskuur om deur ABC tot D te beweeg = tydskuur om te styg van A tot B + tydskuur om terug te keer van B tot die oorspronklike posisie C + tydskuur van C tot die grond D.
- Die verplasing van die voorwerp is afwaarts (gaan deur die beginpunt en verder afwaarts val).
- Die verplasing van die voorwerp (A tot D) is gelyk in grootte tot die hoogte vanwaar dit losgelaat is.
- Die finale snelheid ( $\vec{v}_f$ ) is 'n maksimum wanneer die voorwerp die grond tref by D.
- Die versnelling van die voorwerp is konstant  $\vec{g} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  afwaarts deur die beweging.

As afwaarts gekies is as positief  
 $\vec{g} = +9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ALTYD.

As opwaarts gekies is as positief  
 $\vec{g} = -9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ALTYD.



- Gebruik 'n liniaal om die asse en enige reguit lyn te teken!

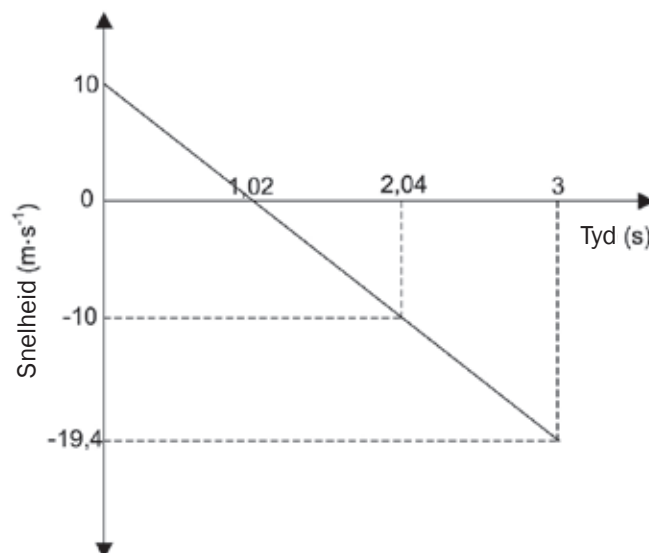
### Trek 'n sketsgrafiek

- Die grafiek hoef nie volgens skaal te wees nie, maar dit moet die korrekte vorm hê.
- Die grafiek moet die fisiese hoeveelheid in woorde toon, gevolg deur die afgekorte eenheid (in hakies), bv. snelheid ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )
- Die grafiek moet die waardes insluit waarvoor die vraag vra.



### Aktiwiteit 3

Lerato gooi 'n klip vertikaal in die lug in van die bokant van 'n krans af. Die klip tref die grond ná 3 s. Die snelheid- vs. tydgrafiek hieronder toon die beweging van die klip. Ignoreer die effek van lugweerstand.



1. Hoe lank neem dit vir die klip om van die hoogte van die krans tot onder op die grond te val? (2)
  2. Wat is die maksimum hoogte wat die klip bo die grond bereik? (Wenk: bereken die hoogte wat die klip bo die krans bereik, bereken dan die hoogte van die krans, en tel die twee by mekaar). (4)
  3. Trek 'n posisie- vs. tydgrafiek. Gebruik opwaarts as negatief. (6)
- [12]

### Oplossings

1.  $3 - 2,04\checkmark = 0,96\text{ s}\checkmark$  (2)

#### 2. Opsie 1

$$\begin{aligned}\Delta y &= v_i \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2 \checkmark \\ &= (10)(3) + \frac{1}{2} (-9,8)(3)^2 \checkmark \\ &= 14,1\text{ m}\end{aligned}$$

$$\Delta y = 14,1\text{ m onder die beginpunt}$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta y$$

$$0 = 100 + 2(-9,8) \Delta y \checkmark$$

$$\Delta y = 5,1\text{ m}$$

$$\text{Maksimum hoogte bokant die grond} = 5,1 + 14,1 = 19,2\text{m} \checkmark$$

#### Opsie 2

$$\begin{aligned}\Delta y &= v_i \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2 \checkmark \\ &= 0 \checkmark + \frac{1}{2} (-9,8)(3 - 1,02)^2 \checkmark \\ &= -19,21\text{ m}\end{aligned}$$

$$\Delta y = 19,21\text{ m (maksimum hoogte bokant die grond)} \checkmark$$

#### Opsie 3

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta y \checkmark$$

$$(-19,4)^2 \checkmark = 0 + 2(-9,8) \Delta y \checkmark$$

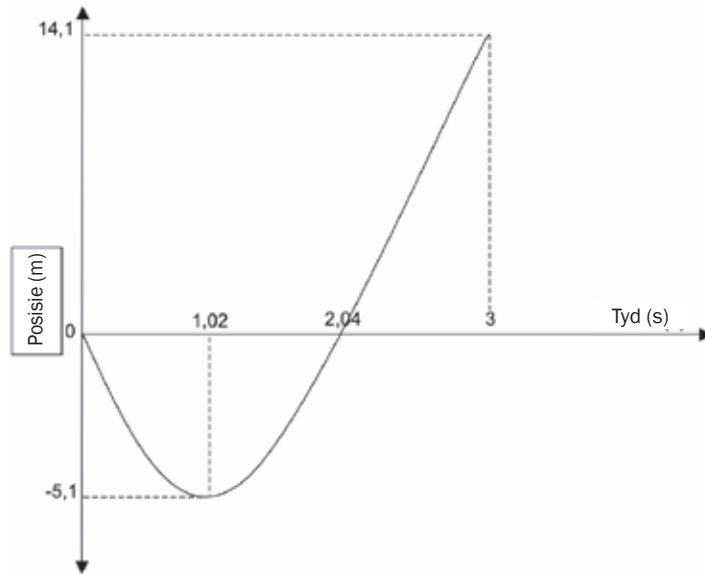
$$\Delta y = 19,2\text{ m (maksimum hoogte bokant die grond)} \checkmark$$
 (4)



Die bal se massa is irrelevant. Die bal is in vryval – dit beteken dat alle effekte van lugweerstand geïgnoreer kan word.



3.



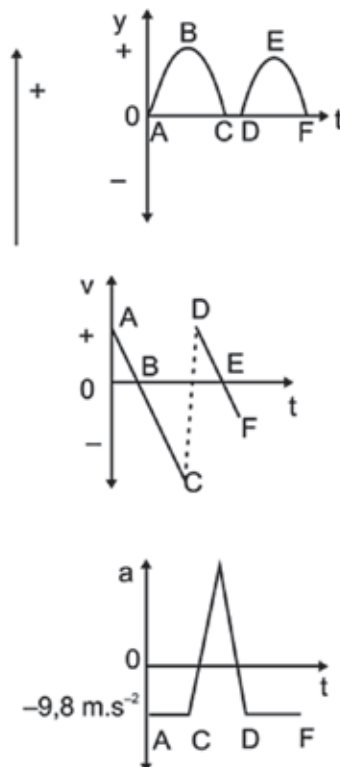
**Punte vir:** korrekte vorm ✓✓; grafiek begin by die nulpunt ✓; Maksimum hoogte getoon as  $-5,1$  m ✓; tyd korrek aangedui ✓; grafiek eindig by 3 s ✓.

[12]

## 3.7 Grafieke van projektielbeweging Tipe 3: 'n Bonsende bal

Wanneer 'n bal vryval deur die lug is gravitasie die enigste krag wat daarop inwerk. Die rigting van die resultantkrag is afwaarts en dit versnel in die rigting van die resultantkrag (Newton se Tweede Wet van Momentum).

- Beskou 'n bal wat van die grond af opbors (by A). Laat rigting van beweging opwaarts wees.
- Die bal styg tot 'n maksimum hoogte terwyl dit stadiger trek (gravitasie versnel dit afwaarts teen  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ )
- By die hoogste punt van die trajek (by B) is die snelheid  $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Dit versnel steeds afwaarts teen  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  weens gravitasie.
- Dit val grond toe en die snelheid neem toe tot dit die grond tref (by C).
- Van C tot D is die bal in kontak met die grond.
- Die grond oefen 'n opwaartse krag op die bal uit wat groter as die gravitasiekrag is.



- Die resultantkrag op die bal is daarom opwaarts en die bal versnel opwaarts, met ander woorde dit verstadig en stop.
- Terwyl dit in kontak met die grond is, begin dit opwaarts beweeg en (by D) verlaat dit die grond.
- Die botsings met die grond is onelasties en van die bal se kinetiese energie word getransformeer in bv. klank en hitte elke keer wat dit die grond tref.
- Dus, die snelheid wanneer die bal die grond verlaat ( $\vec{v}_i$  opwaarts) is minder as die snelheid waarmee dit die grond tref.
- Ná elke bons is die hoogte wat die bal bereik minder as met die vorige bons.



## Aktiwiteit 4

'n Warmlugballon styg op teen 'n konstante snelheid van  $5 \text{ ms}^{-1}$ . 'n Seun laat val 'n bal van die ballon af op 60 m bo die grond en die bal is in vryval.

Aanvaar dat die ballon aanhou op beweeg teen dieselfde konstante snelheid. Toe die bal die grond tref, bons dit vertikaal op tot 'n hoogte van 8 m bo die grond. Dit val terug op die grond en bons weer op tot 'n hoogte van 5 m. Beskou opwaarts as positief.

1. Beskryf die bal se beweging van die oomblik toe dit laat val is totdat dit die grond tref. (8)
2. Hoekom bereik die bal met die tweede bons nie dieselfde hoogte as met die eerste bons nie? (7)
3. Wat is die grootte en rigting van die bal se snelheid die oomblik toe dit laat val is? (1)
4. Bereken die maksimum hoogte wat die bal bereik het. (5)
5. Waar is die bal ná 3 sekondes? (6)
6. Hoe ver sal die bal en ballon van mekaar verwyder wees ná 3 sekondes? (7)
7. Bereken hoe lank dit die bal sal neem om die grond te bereik. (7)
8. Bereken die tyd wat die bal neem om die hoogte van 8 m te bereik ná die eerste bons. (10)
9. Bereken die snelheid waarteen die bal die grond tref ná die eerste bons. (4)
10. Trek 'n sketsgrafiek van snelheid vs. tyd vir die bal van die oomblik toe dit laat val is tot dit die hoogte van 5 m ná die eerste bons bereik. (5)
11. Trek 'n sketsgrafiek van posisie vs. tyd vir die bal vir dieselfde tyd as in 10. Gebruik die posisie van die bal toe dit laat val is as verwysingspunt. (5)
12. Trek 'n sketsgrafiek van versnelling vs. tyd vir die bal vir dieselfde tyd as in 10. (4)

[69]



Die verwysingspunt vir 'n posisie-tydgrafiek word op die tyd-as geplaas, waar  $y = 0 \text{ m}$ .

### Oplossings

1. Aanvanklik sal die bal en warmlugballon albei opwaarts beweeg teen 'n konstante snelheid. ✓  
Toe die bal laat val is, het dit aanhou opwaarts beweeg, ✓ maar snelheid konstant verminder (teen  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) ✓ weens die gravitasie ✓ aantrekkingskrag van die aarde en verstadig totdat dit die hoogste punt van die vlugtrajek (baan) bereik ✓. Dit stop momenteel ( $\vec{v} = 0$ ) ✓ en begin dan om konstant afwaarts te versnel ✓ (teen  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Die spoed neem toe totdat dit met die grond bots teen maksimum snelheid ✓. (8)
2. Die botsing van die bal met die grond is onelasties. Van die bal se kinetiese energie word getransformeer in hitte- ✓ en klankenergie en die bal se vorm word verander tydens die botsing. ✓ Die opwaartse krag van die grond af op ✓ die bal laat dit opwaarts bons, maar die kinetiese energie is minder as voor die botsing, dus die snelheid ✓ waarteen die bal die grond verlaat, is minder as ✓ die snelheid waarteen dit die grond tref, en die hoogte bereik ✓ is laer ✓ as die vorige bons. (7)

3.  $5 \text{ ms}^{-1}$  opwaarts ✓  
(1)

4.  $\vec{v}_i = +5 \text{ ms}^{-1}$   $\vec{v}_f = 0 \text{ ms}^{-1}$   $\vec{a} = -9,8 \text{ ms}^{-2}$

$$\vec{v}_f^2 = \vec{v}_i^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta \vec{y} \quad \checkmark$$

$$0^2 = 5^2 + 2(-9,8)\Delta \vec{y} \quad \checkmark$$

$$-25 = -19,6\Delta \vec{y} \quad \checkmark$$

$$\Delta \vec{y} = \frac{-25}{-19,6} = 1,28 \text{ m} \quad \checkmark$$

∴ die bal sal 'n maksimum hoogte bereik van

$$(60 + 1,28) = 61,28 \text{ m}$$

(5)

5.  $\vec{v}_i = +5 \text{ ms}^{-1}$   $\Delta t = 3 \text{ s}$   $\vec{a} = -9,8 \text{ ms}^{-2}$

$$\Delta \vec{y} = \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2 \quad \checkmark$$

$$\therefore \Delta \vec{y} = (5)(3) + \frac{1}{2}(-9,8)(3)^2 \quad \checkmark$$

$$\therefore \Delta \vec{y} = -29,1 \text{ m}$$

∴ die bal is 29,1 m onder die punt vanwaar dit laat val is, of

$$(60 - 29,1) = 30,9 \text{ m bokant die grond.} \quad \checkmark$$

(6)

6. Die warmlugballon het opwaarts beweeg teen 'n konstante snelheid.

$$\Delta \vec{y} = v_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} \Delta t^2 \quad \checkmark$$

$$\Delta \vec{y} = (5)(3) + 0$$

$$\Delta \vec{y} = 15 \text{ m} \quad \checkmark$$

∴ Ná 3 s sal die warmlugballon 15 m bo die beginpunt wees.

Ons weet van Vraag 4 dat die bal 29,1 m onder die beginpunt is ná 3 s.

∴ ná 3 s sal die warmlugballon en die bal  $(15 + 29,1)$

$$= 44,1 \text{ m van mekaar verwyder wees.} \quad \checkmark$$

(7)

7. **NOTA:** Bereken altyd eers die snelheid waarteen die bal die grond tref.

$$\vec{v}_i = +5 \text{ ms}^{-1} \Delta y = -60 \text{ m} \vec{a} = -9,8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\vec{v}_f^2 = \vec{v}_i^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta \vec{y} \quad \checkmark$$

$$\vec{v}_f^2 = (5)^2 + 2(-9,8)(-60) \quad \checkmark$$

$$\therefore \vec{v}_f = 34,66 \text{ ms}^{-1} \text{ afwaarts} \quad \checkmark$$

$$\text{dan } \vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \cdot \Delta t$$

$$-34,66 = 5 + (-9,8)\Delta t$$

$$\therefore \Delta t = 4,05 \text{ s} \quad \checkmark$$

(7)

8. **NOTA:** Die op en af verplasing van die bal van die eerste tot die tweede kontak met die grond, is dieselfde in grootheid en

$$t_{op} = t_{af}$$

Beskou die afwaartse beweging as negatief soos in die vorige berekenings. Vir die afwaartse deel van die bons:

$$\vec{v}_i = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\Delta \vec{y} = -8 \text{ m}$$

$$\vec{a} = -9,8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\Delta \vec{y} = \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} \Delta t^2$$

$$-8 = 0 + \frac{1}{2}(-9,8)(\Delta t^2)$$

$$\Delta t = 1,28 \text{ s}$$

$$\text{maar } t_{op} = t_{af}$$

∴ die bal neem 1,28 s om 'n hoogte te bereik van 8 m. (10)

9.  $\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t$

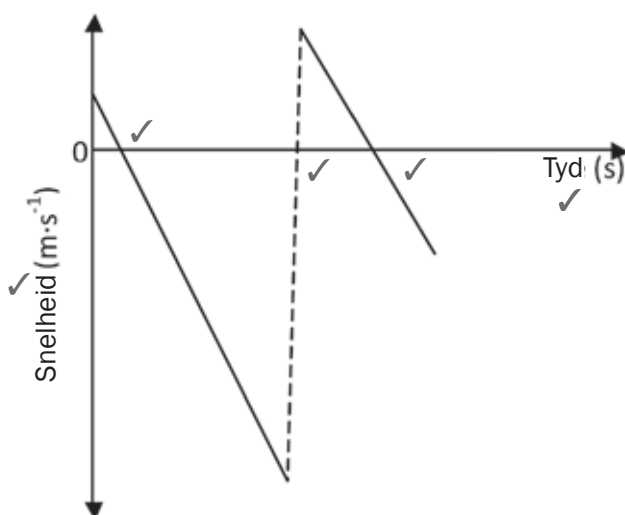
$$\vec{v}_f = 0 + (-9,8)(1,28)$$

$$\vec{v}_f = -12,54 \text{ ms}^{-1}$$

bal tref die grond teen  $12,54 \text{ ms}^{-1}$  afwaarts ná die eerste bons

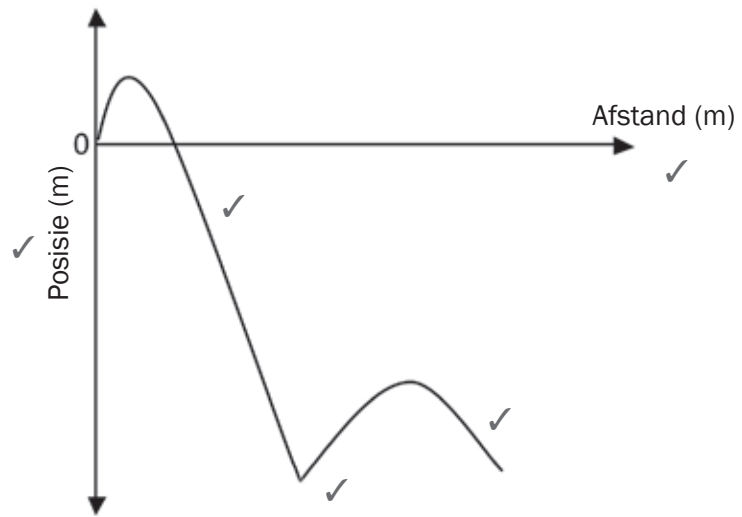
(4)

10.



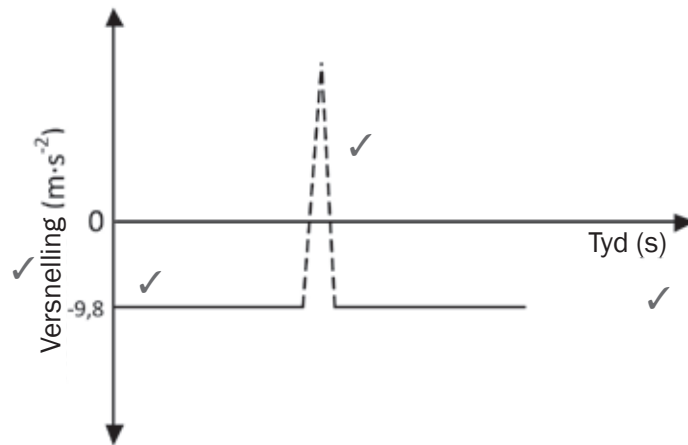
(5)

11.



(5)

12.



(4)

[69]



## Aktiwiteit 5

1. 'n 30 kg ystersfeer en 'n 10 kg aluminiumsfeer met dieselfde deursnee vryval van 'n hoë gebou se dak. Ignoreer die uitwerking van wrywing. Wanneer die sfere 5 m bo die grond is, het hulle dieselfde ...  
 A Momentum  
 B Versnelling  
 C Kinetiese energie  
 D Potensiaalenergie (2)
  
  2. 'n Voorwerp word vertikaal die lug in gegooi teen  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  in die afwesigheid van lugweerstand. Wanneer die voorwerp by die hoogste punt is, is die snelheid in  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  van die voorwerp  
 A 0  
 B 9,8 afwaarts  
 C 9,8 opwaarts  
 D 12 (2)
  
  3. 'n Voorwerp word vertikaal opgestuur en val dan terug tot op grondvlak. Die versnelling van die voorwerp is ...  
 A Deurgaans opwaartsgerig deur sy beweging.  
 B Nul by die hoogste punt.  
 C Deurgaans afwaartsgerig deur sy beweging.  
 D Opwaartsgerig en dan afwaartsgerig. (2)
- [6]

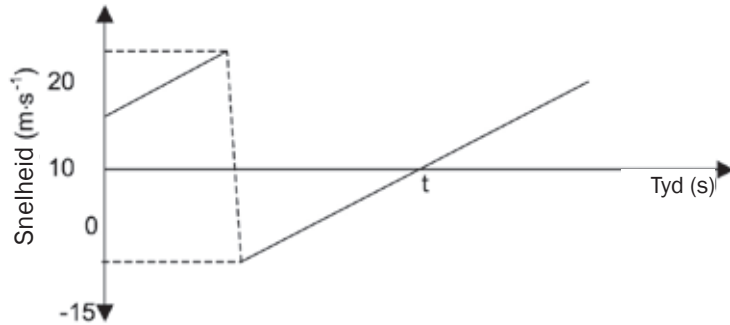
### Oplossings

- |    |      |     |
|----|------|-----|
| 1. | B ✓✓ | (2) |
| 2. | A ✓✓ | (2) |
| 3. | C ✓✓ | (2) |
|    |      | [6] |



## Aktiwiteit 6

'n Bal met 'n massa van 0,15 kg word vertikaal afwaarts bo van 'n gebou afgegooi na 'n sementvloer. Die bal bons van die vloer af. Die snelheid vs. tydgrafiek hieronder toon die beweging van die bal. Ignoreer die uitwerking van lugweerstand. NEEM AFWAARTSE BEWEGING AS POSITIEF.



1. Skryf neer, van die grafiek af, die grootheid van die snelheid waarmee die bal van die vloer af bons. (1)
2. Is die botsing van die bal met die vloer ELASTIES of ONELASTIES? Verwys na die grafiekdata om die antwoord te verduidelik. (2)
3. Bereken die:
  - a. Hoogte waarvandaan die bal gegooi is. (3)
  - b. Grootheid van die verplasing van die bal van die oomblik af dat dit gegooi is tot by tyd  $t$  (5)
 (in 'n eksamen kan jy die woord "grootheid" teenkom – dit beteken "grootte").
4. Teken 'n posisie- vs. tydgrafiek vir die beweging van die bal van die gooi-oomblik af tot dit die maksimum hoogte ná die bons bereik het. GEBRUIK DIE VLOER AS DIE NULPOSISIE.

Dui die volgende op die grafiek aan:

- Die hoogte waarvandaan die bal gegooi is
- Tyd  $t$

(4)

[15]

# Oplossings

1.  $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \checkmark$  (1)

2. Onelasties  $\checkmark$

Die spoed/snelheid waarmee die bal die vloer verlaat, is minder/  
verskillend van dié waarteen die vloer getref is OF Die spoed/  
snelheid van die bal verander tydens die botsing.  $\checkmark$

Daarom verander die kinetiese energie/word nie bewaar nie. (2)

3a.  $v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta y \checkmark$   
 $(20)^2 = (10)^2 + 2(9,8)\Delta y \checkmark$   
 $\therefore \Delta y = 15,31 \text{ m} \checkmark$  (3)

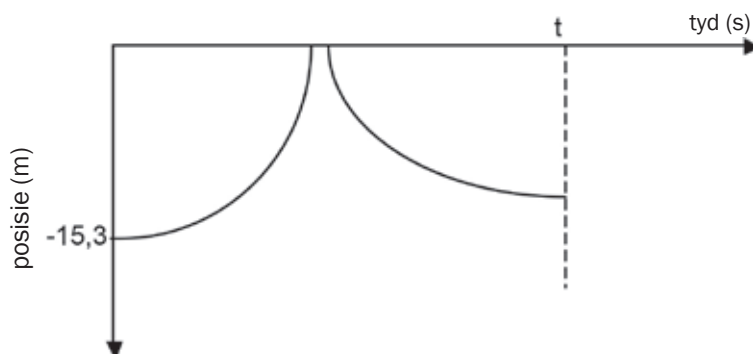
3b Verplasing van die vloer na maksimum hoogte

$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta y \checkmark$   
 $(0)^2 = (-15)^2 + 2(9,8)\Delta y \checkmark$   
 $\Delta y = -11,48 \text{ m} \checkmark$

Totale verplasing

$= -11,48 + 15,3 \checkmark$   
 $= 3,82 \text{ m} \checkmark$  of  $3,83 \text{ m}$  (5)

4.



## Merkkriteria vir grafiek:

|   |              |
|---|--------------|
| Korrekte vorm soos getoon vir die eerste deel.  | $\checkmark$ |
| Korrekte vorm soos getoon vir die tweede deel tot by $t / 2,55 \text{ s}$ .                                     | $\checkmark$ |
| Grafiek begin by $-15,3 \text{ m}$ by $t = 0 \text{ s}$ .   | $\checkmark$ |
| Maksimum hoogte na bons teen tyd $t / 2,55 \text{ s}$ .<br>Maksimum hoogte na bons minder as $15,3 \text{ m}$ . | $\checkmark$ |

(4)

[15]



Hou aan!



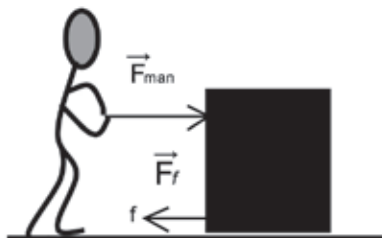
# 4 Eenheid

## Werk, energie en krag

### 4.1 Werk

#### Opsomming

- Werk is 'n **skalaarhoeveelheid** en het daarom nie 'n rigting nie.
- Die meeteenheid van werk is Joule. Die simbool vir Joule is J.
- **Netto werk** is die som van al die werk gedoen op 'n voorwerp.
- **Netto werk word gedoen deur 'n Netto Krag.**
- **Positiewe werk** is die werk gedoen op 'n voorwerp om dit in die rigting van die krag (of komponent van die krag) te beweeg. Positiewe werk verhoog die kinetiese energie van die voorwerp.
- **Negatiewe werk** is die werk gedoen deur 'n teenkrag. Negatiewe werk verlaag die kinetiese energie van 'n voorwerp.
- Werk gedoen deur die man is positief.
- Werk gedoen deur wrywing is negatief.



#### Jy moet onthou:

- **Werk** is gedefinieer as die produk van die krag parallel tot die beweging van 'n voorwerp en die verplasing van die voorwerp.
- **Werk** kan Wiskundig gedefinieer word as:  $W = F \Delta x \cos \theta$ 
  - W is grootte van werk
  - F is die grootte van die toegepaste krag
  - $\Delta x$  is die grootte van die verplasing
  - $\theta$  is die hoek tussen die toegepaste krag en die verplasing van die voorwerp.
- **Werk-energiestelling:** Die netto werk gedoen op 'n voorwerp is gelyk aan die verandering in die voorwerp se kinetiese energie OF Werk gedoen op 'n voorwerp deur 'n netto krag is gelyk aan die verandering in die voorwerp se kinetiese energie.
- **Werk-energiestellingformule:**  $W_{\text{net}} = \Delta K = K_f - K_i$   
Dit sê net dat die totale werk die verskil is tussen die aanvanklike en finale kinetiese energieniveaus.



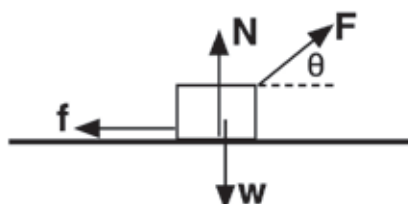
## Aktiwiteit 1

### Meervoudigekeuse vrae

Vier opsies word voorsien as moontlike antwoorde op die volgende vrae. Slegs EEN korrekte antwoord vir elke vraag. Skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommer neer.

(1.1 – 1.2).

- 'n Voorwerp beweeg in 'n reguit lyn op 'n ROWWE horisontale oppervlak. As die netto werk gedoen op die voorwerp nul is, dan
  - het die voorwerp nul kinetiese energie.
  - beweeg die voorwerp teen konstante spoed.
  - beweeg die voorwerp teen konstante versnelling.
  - is daar nie 'n wrywingskrag wat op die voorwerp inwerk nie. (2)
- 'n Voorwerp word langs 'n reguit horisontale pad na regs getrek sonder om opgelig te word. Die kragdiagram hieronder toon al die kragte wat op die voorwerp inwerk.



Watter EEN van die kragte hierbo **werk positief** in op die voorwerp?

- W
  - N
  - f
  - komponent F (2)
- [4]

### Oplossings

- B ✓✓ (2)
  - D ✓✓ (2)
- [4]



## Aktiwiteit 2: Werk

'n 220 N-krag word horisontaal toegepas op 'n boks met massa 50 kg wat rus op 'n growwe horisontale oppervlak en die boks beweeg 10 m. Die kinetiese wrywing tussen die oppervlak en die boks is 40 N. Bereken:

1. Die werk gedoen op die boks deur die toegepaste krag. (3)
2. Die werk gedoen op die boks deur die normaalkrag. (3)
3. Die werk gedoen op die boks deur die wrywing. (3)
4. Die netto werk gedoen op die boks. (3)
5. Die netto krag wat inwerk op die boks. (5)
6. Die werk gedoen op die boks deur die netto krag. (3)

[20]

### Oplossings

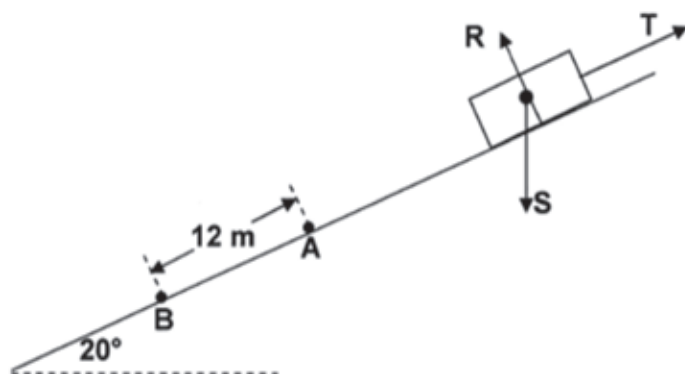
1.  $W_{F_{\text{toegepas}}} = F_{\text{toegepas}} \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = (220)(10)(\cos 0^\circ) = (220)(10)(1)$   
 $= 2\,200 \text{ J}$  (3)
2.  $W_{F_{\text{normaal}}} = F_{\text{normaal}} \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = mg \cdot \Delta x \cdot \cos 90^\circ = (50)(9,8)(10)(0)$   
 $= 0 \text{ J}$  (3)
3.  $W_{F_{\text{wrywing}}} = F_{\text{wrywing}} \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = (40)(10)(\cos 180^\circ) = (40)(10)(-1)$   
 $= -400 \text{ J}$  (3)
4.  $W_{\text{net}} = \Sigma W = W_{F_{\text{toegepas}}} + W_{F_{\text{wrywing}}} = (2\,200) + (-400) = 1\,800 \text{ J}$  (3)
5. Laat  $F_{\text{toegepas}}$  in die positiewe rigting werk ( $\therefore F_{\text{wrywing}}$  werk in die negatiewe rigting)  
 $F_{\text{net}} = \Sigma F = (F_{\text{toegepas}}) + (-F_{\text{wrywing}}) = (220) + (-40) = +180 \text{ N}$   
 $\therefore 180 \text{ N}$  in die rigting van die toegepaste krag (5)
6.  $W_{F_{\text{net}}} = F_{\text{net}} \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = (180)(10)(\cos 0^\circ) = (180)(10)(1)$   
 $= 1\,800 \text{ J}$  (3)

[20]



### Aktiwiteit 3: Werk

'n Krat met massa **70 kg** gly langs 'n growwe helling af wat 'n hoek van **20°** met die horisontaal maak, soos aangetoon in die diagram hieronder. Die krat ondervind 'n konstante **wrywingskrag** van **190 N** grootheid gedurende die beweging langs die helling af. Die kragte wat inwerk op die krat word verteenwoordig deur **R**, **S** en **T**.

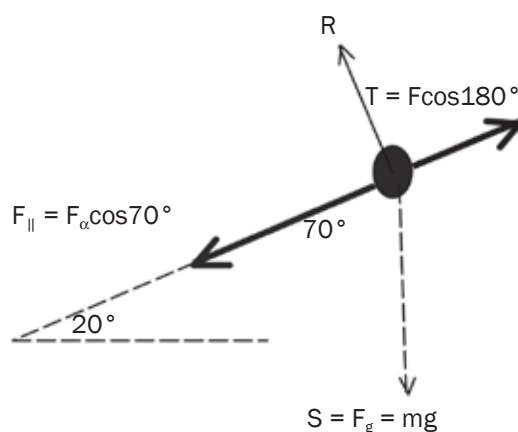


1. Benoem die kragte **R**, **S** en **T**. (3)
2. Die krat beweeg deur punt A teen 'n spoed van  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  en beweeg 'n afstand van 12 m voor dit punt B laer af op die helling bereik. Bereken die netto krag ingewerk op die krat tydens die beweging van punt A na punt B. (5)  
[8]

#### Oplossings

1. **R** is die Normaalkrag ✓, **S** is gravitasiekrag ✓ en **T** is die wrywingskrag. ✓ (3)

2.



$$\begin{aligned}
 W_{\text{net}} &= F_g \Delta x \cdot \cos \theta + F_t \cdot \Delta x \cdot \cos \theta \quad \checkmark \\
 W_{\text{net}} &= (686)(12)(\cos 70^\circ) \quad \checkmark + (190)(12)(\cos 180^\circ) \quad \checkmark \\
 W_{\text{net}} &= 2815,51 - 2280 \quad \checkmark \\
 W_{\text{net}} &= 535,51 \text{ J} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

(5)[8]



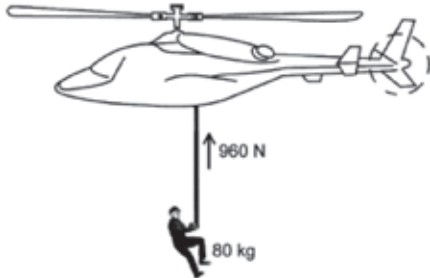
wenk

1. Trek 'n vryeliggaamdiagram en benoem al die kragte.
2. Verdeel die gravitasiekrag in sy komponente om die toegepaste krag wat teen die helling af werk te bepaal.
3. Pas die formule ( $W = F \Delta x \cdot \cos(180^\circ)$ ) toe op beide die toegepaste krag en die wrywingskrag en tel bymekaar om die netto werk gedoen te bepaal.



## Aktiwiteit 4: Werk-energiestelling

'n Reddingshelikopter hang stil bo 'n soldaat. Die soldaat met massa 80 kg word vertikaal opgehys tot 'n hoogte van 20 m teen 'n KONSTANTE SPOED van  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Die spanning in die kabel is 960 N. Aanvaar dat daar geen sywaartse beweging tydens die ophig is nie. Lugwrywing moet nie geïgnoreer word nie.



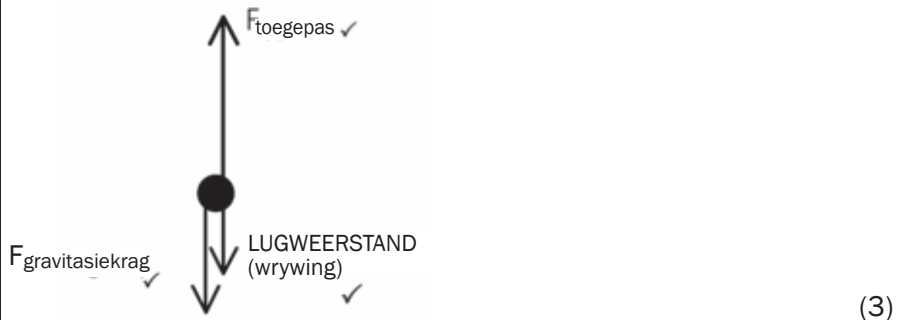
1. Gee die werk-energiestelling in woorde. (2)
2. Trek 'n benoemde vryeliggaamdiagram wat ALLE kragte toon wat op die soldaat inwerk terwyl hy opgehys word. (3)
3. Skryf die naam van 'n nie-konstante krag neer wat op die soldaat inwerk terwyl hy opgehys word. (1)
4. Gebruik die WERK-ENERGIESTELLING om die werk gedoen op die soldaat deur wrywing te bereken ná die ophys tot 20 m-hoogte. (5)
5. Identifiseer TWEE kragte wat negatiewe werk doen. (2)

[13]

### Oplossings

1. Die netto (totale) werk gedoen op die voorwerp ✓ is gelyk aan die verandering in kinetiese energie van die voorwerp. ✓ OF Die werk gedoen op 'n voorwerp deur 'n netto (resultant) krag ✓ is gelyk aan die verandering in kinetiese energie van die voorwerp. ✓ (2)

2.



3. Gravitasiekrag of gewig van die soldaat. ✓ (1)

4. Oplossing soos volg:

$$W_{\text{net}} = \Delta K \quad \checkmark$$

$$W_{\text{gravitasie}} + W_{\text{spanning}} + W_{\text{wrywing}} = \Delta K$$

$$F_g \Delta y \cdot \cos \theta + F_T \Delta y \cdot \cos \theta + F_f \Delta y \cdot \cos \theta = \Delta K$$

$$(960)(20) \cdot \cos 0^\circ \quad \checkmark + (80)(9,8) \cdot \cos 180^\circ \quad \checkmark + W_f = 0 \quad \checkmark$$

$$19200 - 15680 + W_f = 0$$

$$\therefore W_f = 3520 \text{ J} \quad \checkmark \quad (5)$$

5. Lugweerstand ✓ en Krag van gravitasie ✓ (2)

[13]

## 4.2 Energie

### Opsomming

- **Energie** is 'n **skalaarhoeveelheid** en het daarom nie rigting nie.
- Die meeteenheid van energie word **Joule** genoem. Die simbool van Joule is **J**.
- Die **beginsel van bewaring van meganiese energie** stel dit dat die **totale meganiese energie** (som van gravitasie potensiaalenergie en kinetiese energie) in 'n **geïsoleerde sisteem konstant bly**. ('n Sisteem is geïsoleer wanneer die resultant/netto eksterne krag wat op die sisteem inwerk, nul is.)
- Los bewaring van energieprobleem op met gebruik van die vergelyking:  

$$W_{nc} = \Delta E_k + \Delta E_p$$
- Die formule  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$  word gebruik om **kinetiese energie** te bereken.
- Die formule  $E_p = mgh$  word gebruik om die **potensiaalenergie** te bereken.
- Die **Wet van Energiebewaring** stel dat energie nie geskep of vernietig kan word nie. Energie kan slegs getransformeer word van een voorwerp na 'n ander, of van een tipe energie na 'n ander tipe.

### Jy moet onthou:

- Energie is die vermoë om te kan werk.
- 'n Konserwatiewe krag is gedefinieer as 'n krag waarvan die werk gedoen om 'n voorwerp tussen twee punte te beweeg, onafhanklik van die roete is. Voorbeelde is gravitasiekrag, die elastiese krag in 'n veer en elektrostatiese kragte (coulombkragte).
- 'n Nie-konserwatiewe krag word gedefinieer as 'n krag waarvan die werk gedoen om 'n voorwerp tussen twee punte te beweeg afhanglik is van die roete. Voorbeelde is wrywingskrag, lugweerstand, spanning in 'n kabel, ens.



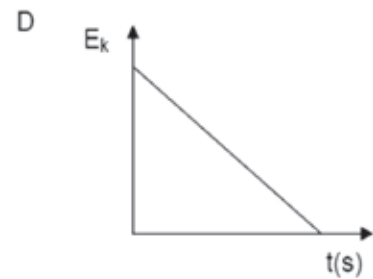
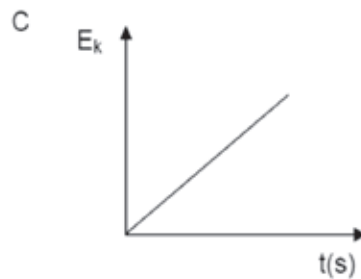
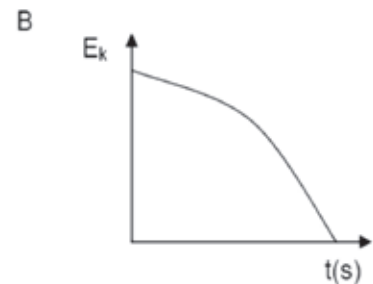
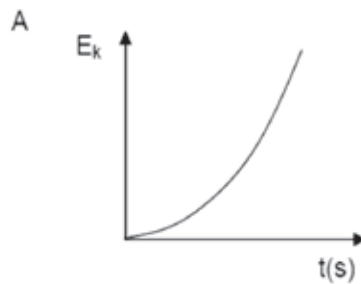


## Aktiwiteit 5

### Meervoudige vrae:

Vier opsies word voorsien as moontlike antwoorde op die volgende vrae. Elke vraag het slegs EEN korrekte antwoord. Skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommer (5.1 – 5.2).

1. Die kinetiese energie van 'n motor wat teen 'n konstante snelheid beweeg, is  $K$ . Die motor se snelheid verander na  $2v$ . Wat is die motor se nuwe kinetiese energie?  
 A 0,25  $K$   
 B 0,5  $K$   
 C 2  $K$   
 D 4  $K$  (2)
2. 'n Klip word van 'n kransrand laat val. Watter een van die volgende grafieke verteenwoordig die beste die verandering in die klip se kinetiese energie terwyl dit val?



(2)

[4]

### Oplossings

1. D ✓✓

(2)

2. A ✓✓

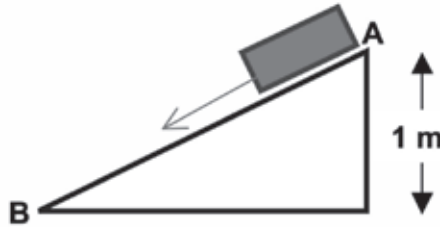
(2)

[4]



## Aktiwiteit 6: Werk gedoen deur nie-konserwatiewe kragte

'n Boks met massa 100 kg gly langs 'n helling af. Die snelheid neem toe van  $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  by punt A tot  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  by punt B soos getoon in die diagram. Bereken die werk gedoen deur die nie-konserwatiewe krag terwyl dit van A tot B gly.



[4]



Onthou dat 'n wrywingskrag 'n voorbeeld is van 'n nie-konserwatiewe krag, daarom

$$W_{nc} = W_f$$

### Oplossing

$$W_{nc} = \Delta E_p + \Delta E_k \checkmark$$

$$= [mgh_B - mgh_A] + \left[\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2\right]$$

$$= [(100)(9,8)(0) - (100)(9,8)(1)] \checkmark + \left[\left(\frac{1}{2}\right)(100)(4)^2 - \left(\frac{1}{2}\right)(100)(0)^2\right] \checkmark$$

$$= -980 + 800 = 180 \text{ J}$$

$$\therefore W_{wrywing} \text{ is } 180 \text{ J} \checkmark$$

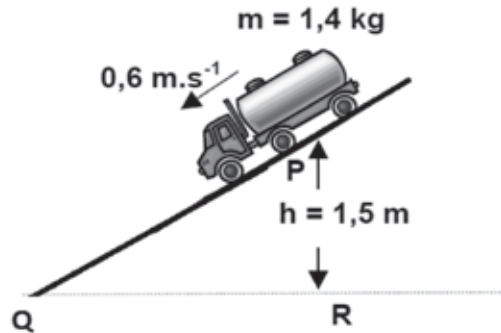
[4]





## Aktiwiteit 7

'n Speelgoedvragmotortjie met massa  $1,4 \text{ kg}$  wat langs 'n hellingspoor afbeweeg, het 'n spoed van  $0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  by punt P, wat op 'n hoogte van  $1,5 \text{ m}$  bo grondvlak QR is. Die geboë seksie van die spoor, PQ, is  $1,8 \text{ m}$  lank. Wanneer die vragmotortjie punt Q bereik, beweeg dit teen  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Daar is wrywing tussen die spoor en die vragmotortjie.



1. Gee die beginsel van bewaring van meganiese energie in woorde. (2)
2. Word meganiese energie bewaar? Verduidelik. (2)
3. Aanvaar dat die gemiddelde wrywingskrag tussen die spoor en die vragmotortjie konstant is langs PQ en bereken die gemiddelde wrywingskrag op die vragmotortjie soos dit langs PQ beweeg. (6)

[10]

### wenk

- Gebruik die formule  $W_{\text{net}} = \Delta E_k + \Delta E_p$  om die werk gedoen deur die nie-konserwatiewe krag (wrywing) te bereken.
- Gebruik die werk gedoen deur die nie-konserwatiewe krag om wrywing te bereken.
- Onthou, werk is skalaar. Dit het nie rigting nie en daarom moet jy nie jou antwoord in negatiewe vorm gee nie.

### Oplossings

1. Die totale meganiese energie in 'n geïsoleerde sisteem ✓ bly konstant of word bewaar. ✓ (2)
2. Die meganiese energie is nie bewaar nie ✓ weens die teenwoordigheid van nie-konserwatiewe krag (wrywingskrag). ✓ (2)
3.  $W_{\text{nc}} = \Delta E_k + \Delta E_p$  ✓  
 $W_{\text{nc}} = \left(\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2\right) + (mgh_f - mgh_i)$  ✓  
 $W_{\text{nc}} = (0,5)(1,4)(32) - (0,5)(1,4)(0,62) + 0 - (1,4)(9,8)(1,5)$  ✓  
 $W_{\text{nc}} = 6,3 - 0,252 + 0 - 20,58$   
 $W_{\text{nc}} = -14,532 = 15,532 \text{ J op langs helling}$  ✓  
 $W_f = f\Delta x \cdot \cos \theta$  ✓  
 $14,532 = f(1,8) \cdot \cos 0^\circ$   
 $f = 8,07 \text{ N}$  ✓

(6)  
[10]

## 4.3 Krag

### Opsomming

- Krag is die koers waarteen werk gedoen word of energie oorgedra (of omgeskakel) word.
- Krag is 'n aanduiding van die koers waarteen (hoe vinnig) werk gedoen word of energie oorgedra word, of getransformeer word en is 'n skalaarhoeveelheid.

### Jy moet onthou:

- Die eenheid van **krag** is watt.
- Die simbool van watt is **W**.
- Die formule  $P = \frac{W}{\Delta t}$  word gebruik om krag te bereken, waar **P** krag is, **W** is werk en  $\Delta t$  is die verandering in tyd.
- Gemiddelde krag kan bereken word met toepassing van die formule  $P_{av} = FV_{av}$ , waar  $P_{av}$  die gemiddelde krag is, **F** is die krag of netto krag en  $V_{av}$  is die gemiddelde spoed of snelheid.

Leer die opsomming vir Krag baie goed.



### Aktiwiteit 8

#### Meervoudigekeuse vrae:

Vier opsies word as moontlike antwoorde vir die volgende vrae voorsien. Elke vraag het slegs EEN korrekte antwoord. Skryf slegs die letter (A-D) langs die vraagnommer neer (8.1 – 8.2).

1. Krag is gedefinieer as die koers ...
  - A van verandering in snelheid.
  - B waarteen werk gedoen word.
  - C van momentumverandering.
  - D van verplassingsverandering.

(2)
2. Watter EEN van die volgende fisiese hoeveelhede is gelyk aan die produk van krag en gemiddelde snelheid?
  - A Werk
  - B Gemiddelde krag
  - C Energie
  - D Gemiddelde versnelling

(2)

**[4]**

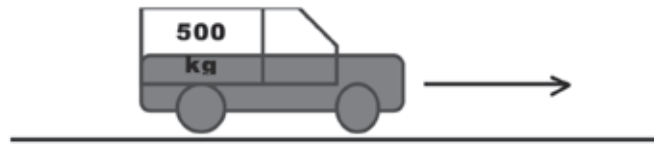
#### Oplossings

1. B ✓✓ (2)
  2. B ✓✓ (2)
- [4]**



## Aktiwiteit 9: Krag

'n Motor met massa 500 kg versnel van  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  tot  $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  in 20 s. Bereken die krag van die motor. [5]



### Oplossing

$$W_{\text{net}} = \Delta E_k = \left(\frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2\right) \checkmark$$

$$W_{\text{net}} = (0,5)(500)(30^2) - (0,5)(500)(10^2) \checkmark$$

$$W_{\text{net}} = 200\,000 \text{ J} \checkmark$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = 200\,000 \div 20 \checkmark$$

$$P = 10\,000 \text{ W} \checkmark$$

[5]



**wenk**

1. Bereken eers die werk gedoen deur toepassing van die werk-energiestelling.
2. Bereken die krag (P).



## Aktiwiteit 10: Krag

'n Pomp is nodig om water te verplaas oor 25 m uit 'n boorgat teen 'n vaste koers van 180 kg/min. Wat is die minimum kragvermoë wat die pomp moet hê as die snelheid by die inlaat  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  is, maar by die uitlaat beweeg die water teen 'n spoed van  $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ?



[8]

### Oplossing

$$W_{\text{nc}} = \Delta E_k + \Delta E_p \checkmark$$

$$W_{\text{nc}} = \left(\frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2\right) + (mgh_f - mgh_i) \checkmark$$

$$W_{\text{nc}} = (0,5)(3)(9^2) - (0,5)(3)(4^2) + (3)(9,8)(25) - 0 \checkmark$$

$$W_{\text{nc}} = 121,5 - 24 + 735 - 0 \checkmark$$

$$W_{\text{nc}} = 832,5 \text{ J} \checkmark$$

Maar

$$P = \frac{W}{\Delta t} = 832,5/1 = 832,5 \text{ W} \checkmark$$

[8]



**wenk**

Die massa van die water wat gepomp word in 1 sekonde, is  $180 \text{ kg}/60 \text{ s} = 3 \text{ kg}$



## Aktiwiteit 11: Krag

'n 0,5-perdekrag elektriese pomp word gebruik om water uit 'n boorgat wat 80 m diep is, te pomp. 1 perdekrag = 745,7 W. Bereken die massa van die water wat in een minuut uit die boorgat gepomp word. [5]

### Oplossing

$$P = 0,5 \times 745,7 = 372,85 \text{ W}$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \checkmark$$

$$372,85 = W / 60$$

$$W = 22\,371 \text{ J}$$

$$W = F \Delta y \cdot \cos \theta \quad \checkmark$$

$$F = mg$$

$$W = mg \Delta y \cdot \cos 0^\circ \quad \checkmark$$

$$22\,371 = m \times (9,8)(80) \cos 0^\circ$$

$$22\,371 = 784 \times m \quad \checkmark$$

$$\therefore m = 28,53 \text{ kg} \quad \checkmark$$

[5]



## Aktiwiteit 12: Krag

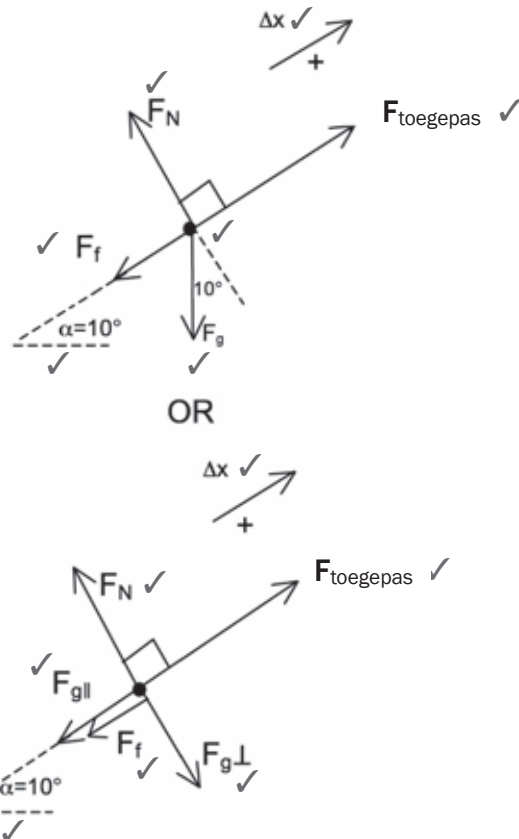
'n Motor met massa 1 400 kg beweeg teen 'n konstante spoed teen 'n helling op wat 'n hoek van  $10^\circ$  met die horisontaal vorm. Die motor is onderworpe aan 'n wrywingskrag van 700 N soos dit teen die helling opbeweeg.

1. Trek 'n vryeliggaamdiagram om die kragte wat op die motor inwerk, aan te dui. (7)
2. Bereken die toegepaste krag wat nodig is om die motor teen die helling op te beweeg teen 'n konstante spoed. (5)
3. Bereken die kraglewering van die motor se enjin as die motor teen  $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , beweeg. (3)

[15]

## Oplossings

1.



$F_{\text{toegepas}}$ : trekkrag uitgeoefen deur die enjin ✓

$F_N$ : normaalkrag opwaarts op die motor deur die oppervlak ✓

$F_g$ : gravitasie-aantrekking van die aarde op die motor vertikaal afwaarts ✓

$F_{g||}$ : komponent parallel tot die helling ✓

$F_{g\perp}$ : komponent loodreg tot die helling ✓

$F_f$ : wrywingskrag tussen die motor en die oppervlak, in die teenoorgestelde rigting as die beweging ✓

(7)

2. As  $v$  konstant is, is  $a = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  en  $F_{\text{net}} = 0 \text{ N}$

Laat die rigting op teen die helling positief wees.

$$F_{\text{net}} = ma = \sum F \quad \checkmark$$

$$0 = F_{\text{toegepas}} - F_f - F_{g||} \quad \checkmark$$

$$0 = F_{\text{toegepas}} - 700 - (1400)(9,8)(\sin 10^\circ) \quad \checkmark$$

$$F_{\text{toegepas}} = 700 + (1400)(9,8)(\sin 10^\circ) \quad \checkmark$$

Die toegepaste krag is 3 082,45 N op teen die helling. ✓ (5)

### ONTHOU

Skakel eers km/h na  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . 'n Maklike manier om dit te doen, is om met 3,6 te deel.

3.  $v = 80 \text{ km/h} = (80\,000 \text{ m}) / (3600 \text{ s}) = 22,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$

$$P = Fv = (3\,082,45)(22,22) = 68\,498,89 \text{ W} \quad \checkmark$$

(3)

[15]



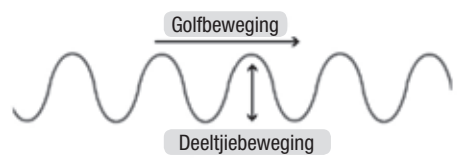
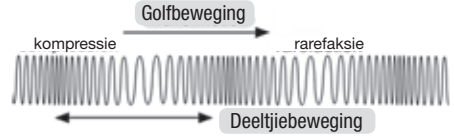
Hou aan!

# Doppler-effek

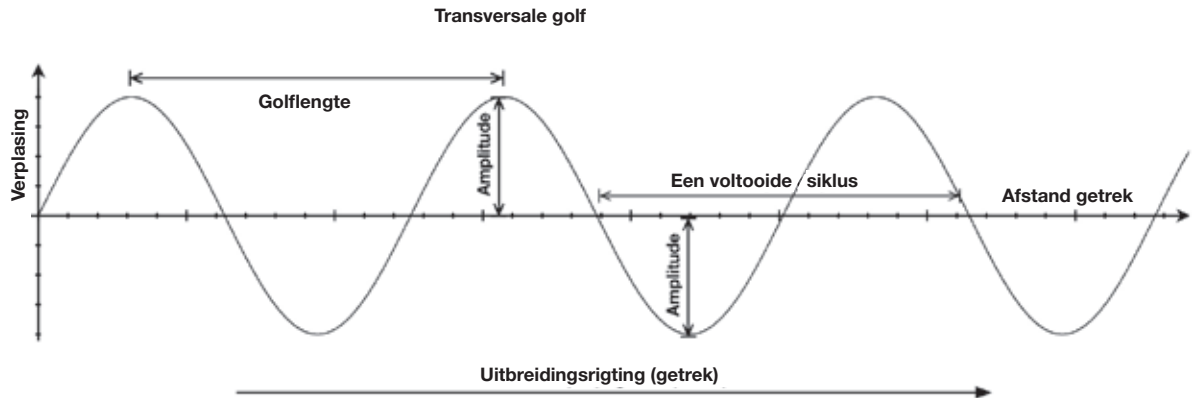
## 5.1 Golwe: Hersiening

- **Vibrasies** veroorsaak golwe en golwe veroorsaak vibrasies.

Daar is twee soorte golwe: dwarsgolwe en lengtegolwe.

| Dwarsgolwe  | Lengtegolwe  |
|---|--|
|    |    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Die versteuring van die medium is loodreg tot die rigting van die golf se oorsprong (gestuur).</li><li>• <b>Voorbeelde:</b> watergolwe, elektromagnetiese golwe (lig, radiogolwe, X-strale, ens.)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Die versteuring van die medium is parallel tot die rigting van die puls se oorsprong.</li><li>• <b>Voorbeeld:</b> klankgolwe, slingerveer.</li></ul> |

### 5.1.1 Golfeienskappe



- Die amplitude (hoogte) van 'n golfbeweging is die maksimum verplasing van die deeltjies vanaf hulle ewilibrum- (rus) posisie. Die amplitude bepaal die volume van 'n klankgolf.
- Die **golflengte** ( $\lambda$ ) van 'n golf is die afstand tussen twee opeenvolgende punte in die golf wat in fase is en in meter (m) gemeet word.
- Dit is daarom ook die afstand tussen twee opeenvolgende kruine of die afstand tussen twee opeenvolgende trôe.
- Die frekwensie ( $f$ ) van 'n golfbeweging is die aantal voltooide golwe wat verby 'n spesifieke punt beweeg per sekonde en gemeet word in hertz (Hz).
- Die frekwensie van 'n klankgolf bepaal die toonhoogte. Die frekwensie van 'n liggolf bepaal die kleur.
- Die frekwensie van 'n golf bepaal die golf se energie.
- Hoe hoër die frekwensie, hoe hoër die energie. Dus,  $E \propto f$



Die **periode (T)** van 'n golfbeweging is die tyd wat een voltooide golfbeweging neem om verby 'n vaste punt te beweeg.

$$f = \frac{\text{aantal golwe wat verby 'n punt beweeg}}{\text{tyd}}$$

en

$$T = \frac{\text{tyd}}{\text{aantal golwe wat verby 'n punt beweeg}}$$

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{en}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

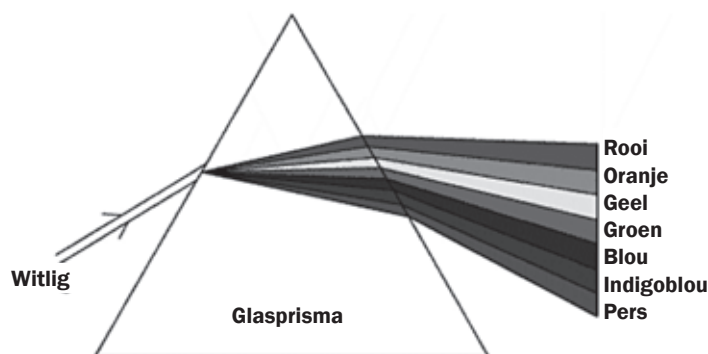
T is die periode van die grafiek  
(s) f is die frekwensie (Hz)

Die **spoed (v)** van 'n golf is die koers waarteen die energie voortgeplant word deur die golf en gemeet in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

$$v = f\lambda$$

|      |                         |                                    |
|------|-------------------------|------------------------------------|
| waar | v spoed is              | ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) |
|      | f is frekwensie         | (Hz)                               |
|      | $\lambda$ is golflengte | (m)                                |

## 5.1.2 Lig



- Die sigbare ligspektrum is slegs 'n klein deel van 'n baie groter reeks golflengtes wat die elektromagnetiese spektrum genoem word.
- Die spoed van lig (en alle ander elektromagnetiese straling) is konstant ( $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).
- Die frekwensie bepaal die kleur van lig.
- In die kleurspektrum het rooi die langste golflengte en laagste frekwensie, en pers die kortste golflengte en hoogste frekwensie.

**Vir lig:  $c = f \lambda$**

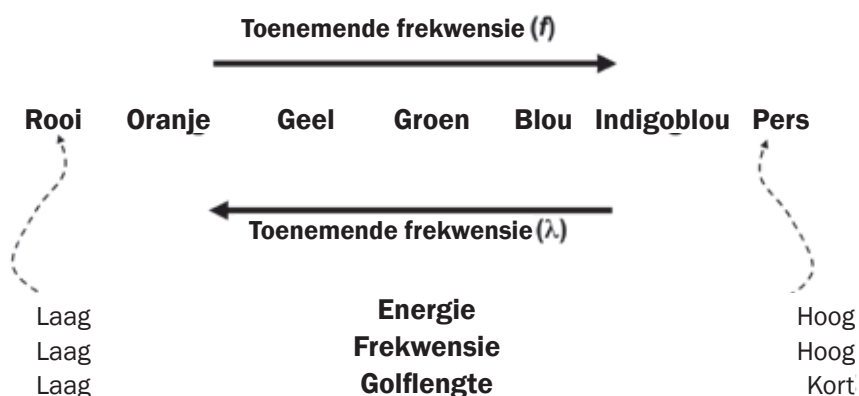
$c$  is die snelheid van 'n elektromagnetiese golf ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$f$  is frekwensie (Hz)

$\lambda$  is golflengte (m)

### Die Sigbare Ligspektrum





## 5.2 Die Doppler-effek



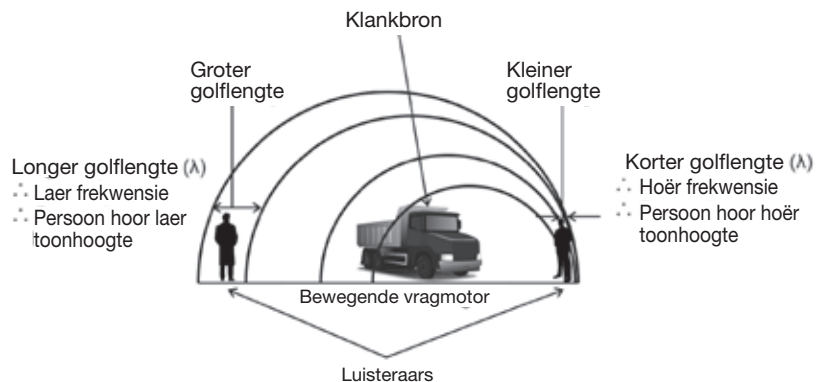
Die Doppler-effek is die verandering van **frekwensie**, of **toonhoogte** van die klank, of die kleur van lig wat waargeneem word wanneer die golfbron en die waarnemer **relatief tot mekaar beweeg**.

Woordeskat: Frekwensie beteken 'hoe dikwels'. 'Waarnemer' beteken die persoon wat sien, hoor of andersins bewus word van iets deur die sinuie.

### Voorbeeld

Wanneer 'n motor 'n luisteraar nader:

- word die klankgolwe uitgestuur deur die motor se toeter voor die motor saamgepers word;
- meer klankgolwe bereik die luisteraar per sekonde en
- die toonhoogte klink hoër as die klank uitgestuur deur die bron (die motortoeter). Die teenoorgestelde is waar wanneer die motor wegbeweeg van die luisteraar.



$$f_L = f_S \frac{v \pm v_L}{v \pm v_S}$$

+ Na luisteraar  
 - Weg van luisteraar  
 + Bron weg  
 - Na bron

|       |                             |                      |
|-------|-----------------------------|----------------------|
| $f_L$ | : frekwensie van luisteraar | (Hz)                 |
| $f_S$ | : frekwensie van bron       | (Hz)                 |
| $v$   | : spoed van klank           | (m·s <sup>-1</sup> ) |
| $v_L$ | : spoed van luisteraar      | (m·s <sup>-1</sup> ) |
| $v_S$ | : spoed van bron            | (m·s <sup>-1</sup> ) |



## Aktiwiteit 1

1. 'n Klankbron nader 'n stilstaande waarnemer teen konstante snelheid. Watter EEN van die volgende beskryf hoe die waargeneemde frekwensie en golflengte verskil van dié van die klankbron?

|    | Waargeneemde Golflengte | Waargeneemde Frekwensie |
|----|-------------------------|-------------------------|
| A. | Meer as                 | Meer as                 |
| B. | Minder as               | Minder as               |
| C. | Meer as                 | Minder as               |
| D. | Minder as               | Meer as                 |

(2)

2. Watter een van die volgende is die hoofbeginsel toegepas wanneer die bloedvloei of die hartklop van 'n fetus in die baarmoeder gemeet word?

- A. Doppler-effek
- B. Foto-elektriese effek
- C. Huygens-beginsel
- D. Diffraksie

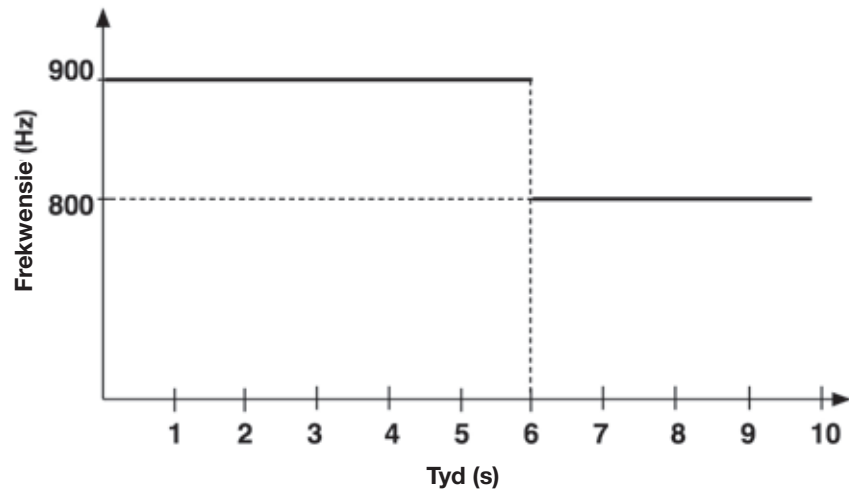
(2)

3. 'n Ambulans nader 'n botsingstoneel teen konstante snelheid. Die ambulans se sirene stuur klankgolwe uit teen 'n frekwensie van 980 Hz. 'n Detektor op die toneel meet die frekwensie van die uitgestuurde klankgolwe as 1 050 Hz.

- a. Bereken die spoed waarteen die ambulans die botsingstoneel nader. Gebruik die spoed van klank in lug as  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (6)
- b. Verduidelik hoekom die gemete frekwensie hoër is as die frekwensie van die bron af. (2)
- c. Die beginsel van die Doppler-effek is toegepas in die Dopplervloeimeter. Noem EEN positiewe impak van die gebruik van die Dopplervloeimeter op mense. (2)

4. Die sirene van 'n stilstaande ambulans stuur klankgolwe uit teen 'n frekwensie van 850 Hz.

'n Waarnemer wat in 'n motor ry teen 'n konstante snelheid en in 'n reguit lyn, begin die frekwensie van die klankgolwe uitgestuur deur die sirene meet wanneer hy op 'n afstand  $x$  van die ambulans af is. Die waarnemer hou aan om die frekwensie te meet namate hy nader kom, verby ry en verder weg beweeg van die ambulans af. Die meetresultate word getoon in die grafiek op bladsy 86.



- Die waargeneemde frekwensie verander skielik by  $t = 6$  s. Gee 'n rede vir die skielike verandering in frekwensie. (1)
  - Bereken
    - Die motor se spoed (Neem die spoed van klank in die lug as  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (5)
    - Afstand  $x$  tussen die motor en die ambulans toe die waarnemer BEGIN het om die frekwensie te meet. (3)
- [23]

### Oplossings

- D ✓ ✓ (2)
- A ✓ ✓ (2)
- $$f_L = \frac{V \pm V_L (f_s)}{V \pm V_s} \quad \text{OF} \quad f_L = \frac{V (f_s)}{(V - V_s)} \quad \checkmark$$

$$\therefore 1050 \checkmark = (340 - 0) / (340 - V_s) \times 980 \checkmark$$

$$\therefore V_s = 22,67 \text{ m/s} \checkmark \quad (6)$$
  - Golwe voor die bewegende bron word saamgepers. Die waargeneemde golflengte verminder (✓). 'n Hoër frekwensie sal waargeneem word vir dieselfde spoed van klank (✓). (2)
  - Stel vas of are verstop of vernou is (✓), sodat voorsorg getref kan word om 'n hartaanval of beroerte te voorkom (✓), OF Meet die hartklop (✓) van 'n fetus om seker te maak dat die kind leef en nie 'n hartdefek het nie. (✓). (2)
- Die naderende waarnemer (hoër  $f$ ) gaan by die bron verby by  $t = 6$  s en beweeg weg (laer  $f$ ) van die bron. (✓) (1)
  - Opsie 1. Naderende waarnemer:**

$$f_L = \frac{V \pm V_L (f_s)}{V \pm V_s} \quad \text{OF} \quad f_L = \frac{V + V_L (f_s)}{V} \quad \checkmark$$

$$\therefore 900 \checkmark = (340 + V_L) (850) \checkmark / (340)$$

$$\therefore V_L = 20 \text{ m/s} \checkmark \quad (5)$$

**Opsie 2.** Waarnemer beweeg weg:

$$f_L = \frac{V \pm V_L (f_s)}{V \pm V_s} \quad \text{Of} \quad \frac{f_L = V - V_L (f_s)}{V} \quad \checkmark$$

$$\therefore 800 \checkmark = (340 - V_L) (850) \checkmark / (340)$$

$$\therefore V_L = 20 \text{ m/s} \checkmark \quad (5)$$

**Nota:** enige ander korrekte Doppler-effekformule verdien maksimum  $\frac{3}{4}$  van die punte.

**4b(2)**

**Opsie 1.**

$$\Delta x = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2 \quad \checkmark$$

$$= (20)(6) + \frac{1}{2} (0) \Delta t^2 \quad \checkmark$$

$$= 120 \text{ m} \quad \checkmark$$

**Opsie 2.**

$$\Delta x = v \Delta t \quad \checkmark$$

$$= (20)(6) \quad \checkmark$$

$$= 120 \text{ m} \quad \checkmark \quad (3)$$

**Nota:** aanvaar  $s = ut$  of  $s = vt$ , asook  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ , en  $\Delta y = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$

[23]



## Aktiwiteit 2

'n Ambulans beweeg teen  $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  en nader 'n verkeerslig waar 'n blinde man en sy hond wag om die straat oor te steek. Die ambulans se sirene (*bron*) stuur klankgolwe teen 'n frekwensie van  $350 \text{ Hz}$  ( $f_s$ ). uit. Die klank wat die man hoor se toonhoogte neem toe namate die ambulans nader aan hom kom, en neem af namate die ambulans verbygaan en weg van hom af beweeg.

1. Bepaal die frekwensie ( $f_L$ ) van die klankgolwe wat die man hoor terwyl die ambulans na hom toe aankom, as die spoed van klank in lug  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  is. (3)
2. Verduidelik hoe hierdie effek 'n blinde persoon wat wag om die straat oor te steek, kan help. (2)

[5]

### Oplossings

$$1. \quad f_L = \frac{(V \pm V_L)}{(V \pm V_s)} f_s \quad \checkmark$$

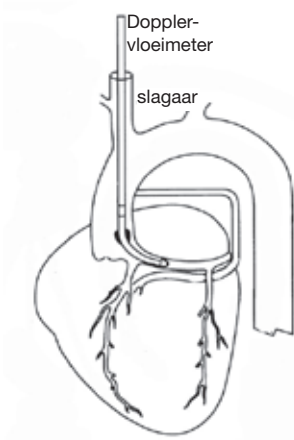
$$f_L = \frac{(340+0)}{(340-40) \times 350 \text{ Hz}} \quad \checkmark$$

$$f_L = 396,67 \text{ Hz} \quad \checkmark \quad (3)$$

2. 'n Blinde persoon kan bepaal of 'n motor aankom of verby gery het wanneer hy die straat wil oorsteek. As die toonhoogte van 'n motor afneem,  $\checkmark$  weet die persoon dat die motor weg van hom af beweeg, en omgekeer.  $\checkmark$  (2)

[5]

## 5.3 Toepassings van die Doppler-effek met ultrasoniese klankgolwe



Die Doppler-vloeimeter word gebruik om die bloedvloeï in 'n pasiënt se bloedvate te meet.

- Ultraklank is 'n lengtegolf met baie hoë frekwensie van meer as 20 kHz wat 'n mens nie kan hoor nie.
- 'n Kateter gekoppel aan 'n Doppler-vloeimeter word in 'n bloedvat ingesit. Dit stuur 'n klankgolf teen ultraklank-frekwensie uit. Die bloedvloeï deur die hart veroorsaak 'n 'Doppler-verskuiwing' in die frekwensie van die terugkerende golwe. Die meter meet dit en vergelyk die frekwensies.
- Die ontvanger neem die weerkaatste klank waar en 'n elektroniese teller meet die weerkaatste frekwensie.
- Die spoed van die bloedvloeï kan vasgestel word van die verandering in frekwensie en vernouing van bloedvate kan geïdentifiseer word.

## 5.4 Toepassings van die Doppler-effek met lig

### Die elektromagnetiese spektrum

Die elektromagnetiese spektrum is die volle reeks van tipes elektromagnetiese straling.

Elektromagnetiese straling bestaan uit golwe wat 'n elektriese komponent én magnetiese komponent bevat. Hulle is dwarsgolwe. Hulle word deur baie voorwerpe uitgestuur, bv. die son, ligte, vure, stowe, mense.

Alle vorms van lig, radio en hitte op 'n afstand is elektromagnetiese straling. Let op dat elektromagnetiese straling NIE dieselfde is as radioaktiwiteit nie, behalwe gammastrale, wat van kernreaksies afkomstig is. Die elektromagnetiese spektrum word op die volgende bladsy getoon.



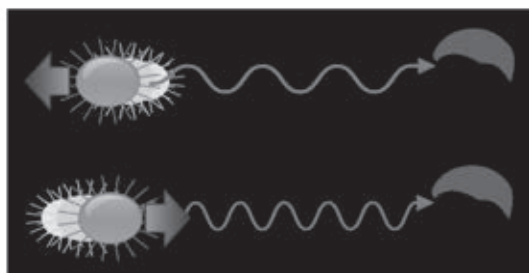
#### Onthou:

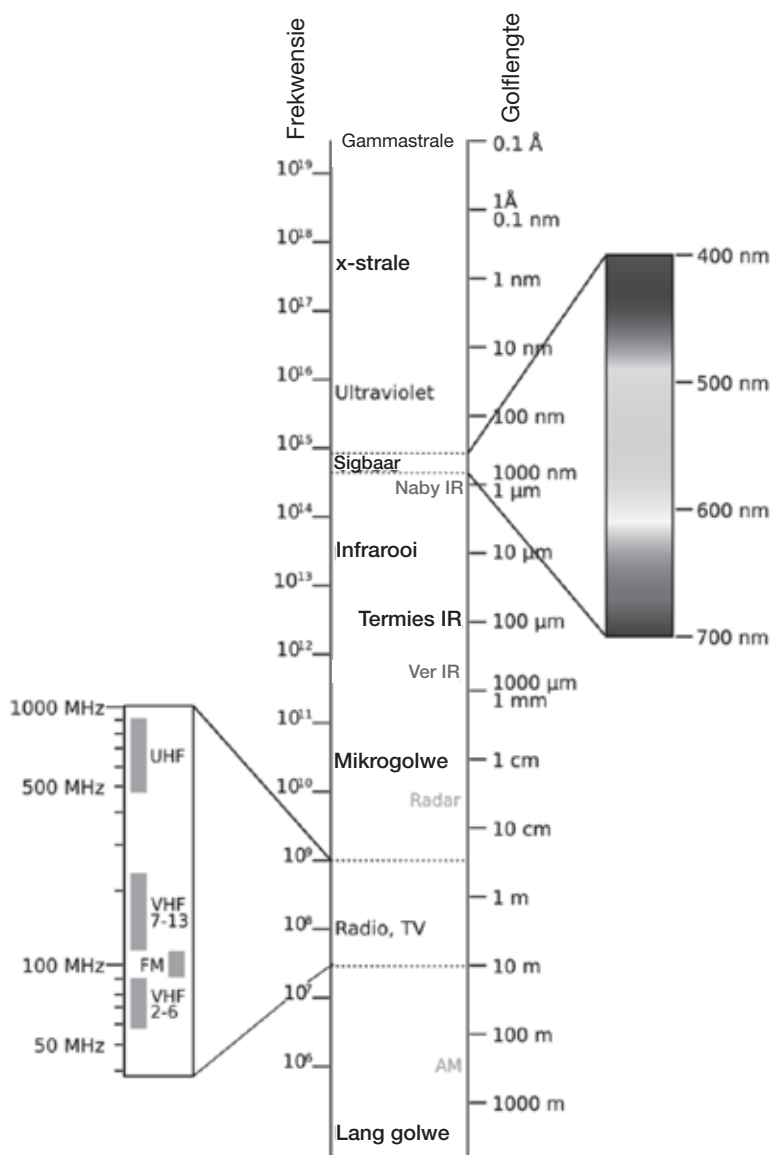
Die golflengte van lig word gewoonlik gemeet in nm (nanometer) en moet na meter (m) omgeskakel word voor enige berekenings gedoen kan word.

$$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Sigbare lig is deel van die elektromagnetiese spektrum.

- Sterre straal lig uit, net soos die son.
- Wanneer 'n ster wegbeweeg van die Aarde af, verskuif die spektrum na langer golflengtes (laer frekwensies) – met ander woorde, die rooi kant van die spektrum. Die ster lyk rooi.
- Wanneer 'n ster na die Aarde beweeg, verskuif sy spektrum na korter golflengtes (hoër frekwensies) – met ander woorde, die blou kant van die spektrum. Die ster lyk blou.





Ultraklankmasjiene gebruik die Doppler-effek om lesings te neem van ongebore babas in die baarmoeder sodat dokters kan vasstel of die baba gesond is.



Hou aan!

# 6 Eenheid

## Elektrostatika

### Opsomming

- Elektrostatika is die studie van statiese (rus of stilstaande) positiewe of negatiewe ladings. Dink byvoorbeeld aan die ligte skokkies wat jy kan voel as jy met rubbersooskoene oor 'n mat skuur en dan aan 'n metaalvoorwerp raak. Hierdie tipe elektrisiteit vloei nie, anders as byvoorbeeld die elektrisiteit van 'n muurprop af.
- Definieer elektrostatika, elektriese veld en elektriese veldsterkte.
- Gee bewyse vir die bestaan van twee tipes elektriese lading (gelyke ladings stoot af, ongelyke ladings trek aan).
- Beskryf en demonstreer 'n metode om vas te stel of 'n onbekende lading positief of negatief is.
- Noem die ladingseenheid en bespreek die grootheid ten opsigte van algemene elektrostatiese situasies en in terme van die aantal ladingseenhede wat dit verteenwoordig.
- Beskryf wat dit beteken as gesê word 'n lading is bewaar.
- Coulomb se Wet
- Teken van elektriese veldlyne.
- Toepassing van Coulomb se Wet en elektriese veldsterkte (deur berekenings).

### 6.1 Definisies: Elektriese lading en elektriese krag

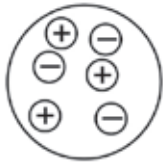
#### Elektriese lading

- Op kernvlak word lading geassosieer met protone en elektrone. Hulle het dieselfde grootheid ladings, maar hulle ladings het teenoorgestelde tekens. Protone het positiewe ladings en elektrone het negatiewe ladings. Die simbool vir 'n proton is  $p+$  en die simbool vir 'n elektron is  $e-$ .
- Lading word gemeet in Coulomb, afgekort C. Dit neem  $6,25 \times 10^{18}$  ladings vir 1C-lading, d.i. 6 250 000 000 000 000 000 gelaai partikels.  $6,25 \times 10^{18}$  elektrone maak -1C-lading. 'n Coulomb word tegnies gedefinieer as een ampère-sekonde (1 As), met ander woorde, die hoeveelheid lading gedra deur een ampère in een sekonde.
- Coulomb se Wet is 'n meting van hoe sterk die krag is tussen twee gelaai voorwerpe. Die formule is:
$$F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$
- Elektriese ladings oefen kragte uit op mekaar. Twee positiewe ladings sal mekaar afstoot. (Soortgelyke ladings, of ladings met dieselfde teken, stoot mekaar af.) 'n Positiewe en 'n negatiewe lading trek mekaar aan. (Niesoortgelyke ladings trek mekaar aan.)
- Elektrostatiese lading is 'n sterk krag.

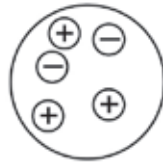
Statika, rus of stilstaande het dieselfde betekenis in wetenskap.



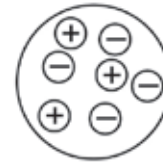
- Die resultaat is dat meeste voorwerpe ongeveer dieselfde hoeveelheid positiewe en negatiewe ladings het. As hulle presies dieselfde hoeveelheid positiewe en negatiewe ladings het, is die netto lading nul en ons sê hulle is neutraal.
- Gerieflikheidshalwe kan ons 'positief' en 'negatief' afkort na +we en -we onderskeidelik.



getal +we = getal -we ladings  
 $\therefore$  neutraal



getal +we ladings > aantal -we ladings  
 $\therefore$  netto positiewe lading



getal +we ladings < getal -we ladings  
 $\therefore$  netto negatiewe lading

## Elektriese krag

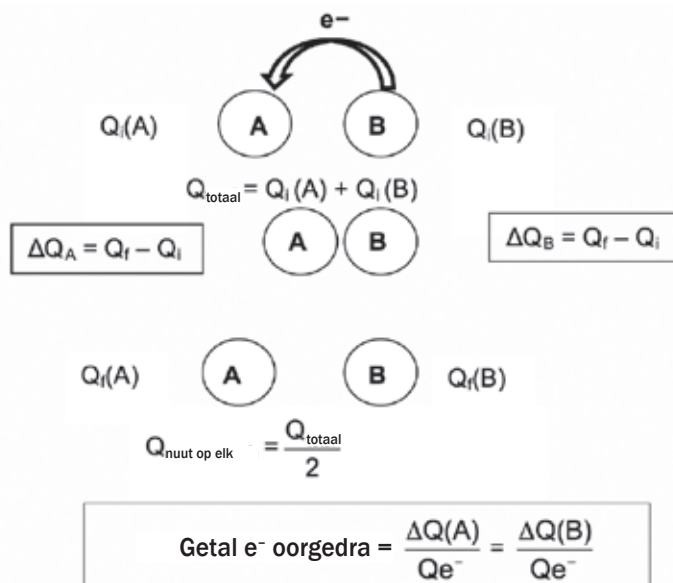
- Die krag is proporsioneel tot die produk van die ladings en invers proporsioneel tot die kwadraat van die afstand tussen hulle. (As een lading verdubbel, verdubbel die krag. As albei ladings verdubbel, neem die krag vier keer toe. As die afstand tussen die ladings toeneem, verminder die krag, en omgekeerd.) Dit is soortgelyk aan Newton se gravitasiewet wat dieselfde formulestruktuur het.
- Elektriese kragte kan werk doen en daar is potensiaalenergie geassosieer met hierdie krag.

## 6.2 Die Wet van Bewaring van Lading

- Wanneer twee gelaaide sfere in kontak met mekaar gebring word, vloei elektrone van die sfeer met die meeste elektrone na die sfeer met minder elektrone.
- Die simbool vir lading is  $Q$ . Moenie dit verwar met stroom,  $I$ , nie.  $Q$  word gemeet in coulomb en  $I$  in ampère.
- As sfeer B meer elektrone het as sfeer A:



Lading kan nie vernietig of geskep word nie, maar kan slegs oorgedra word van een voorwerp na 'n ander.



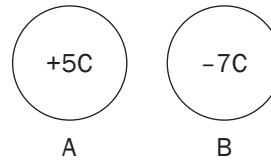
ONTHOU dat wanneer ladings in kontak gebring word, dit bymekaar getel en deur TWEE gedeel moet word om 'n gemiddeld te verkry.







## Uitgewerkte Voorbeeld 1



Twee sfere A en B dra ladinge van +5 C en -7 C onderskeidelik. Hulle word in kontak gebring en dan geskei.

1. Wat is die toestand van die krag tussen die ladinge voor hulle in kontak was? Verduidelik.
2. In watter rigting word elektrone oorgedra tydens die kontak? Verduidelik.
3. Bereken die totale lading in die sisteem.
4. Bereken die lading van elke sfeer ná hulle geskei is.
5. Bereken die verandering in die lading van A en B.
6. Bereken die aantal elektrone wat oorgedra is van een sfeer na die ander.

### Oplossings

1. Aantrekking. Teenoorgestelde ladinge (+ en -) het interaksie.
2. Van sfeer B na sfeer A. Elektrone word oorgedra van die sfeer met die meeste elektrone (B in hierdie geval) na die sfeer met die minste elektrone (A).
3.  $Q_{\text{totaal}} = Q_i(A) + Q_i(B) = +5 + (-7) = -2 \text{ C}$
4.  $Q_{\text{nuut op elk}} = Q_{\text{totaal}} / 2 = \frac{-2}{2} = -1 \text{ C} = Q_f$
5.  $\Delta Q_A = Q_f - Q_i = -1 - (+5) = -6 \text{ C} \therefore 6 \text{ C-lading is oorgedra van B na A}$   
 $\Delta Q_B = Q_f - Q_i = -1 - (-7) = +6 \text{ C} \therefore 6 \text{ C-lading is oorgedra van B na A}$
6. Getal  $e^-$  oorgedra  $\frac{\Delta Q(A)}{Q_{e^-}} = \text{getal } e^- \text{ oorgedra} = \frac{\Delta Q(B)}{Q_{e^-}}$   
 $= \frac{6}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ of } = \frac{6}{1,6 \times 10^{-19}}$   
 $= 3,75 \times 10^{19} \text{ elektrone}$

## 6.3 Coulomb se Wet

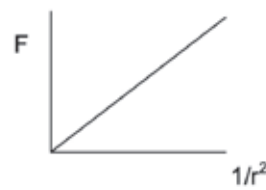
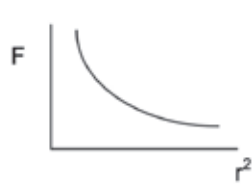
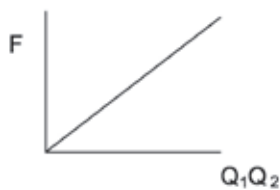
Coulomb se Wet sê die elektrostatische aantrekkings- of afstotingskrag tussen twee gelaaide voorwerpe is direk proporsioneel tot die produk van die ladings en invers proporsioneel tot die kwadraat van die afstand tussen die twee middelpunte.



Vir enige twee ladings, waar  $F$  die elektrostatische krag (N) is,  $Q$  lading (C) is,  $r$  die afstand tussen die middelpunte van die voorwerpe (m) is en  $k$  is Coulomb se konstante ( $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ )

$$F \propto Q_1 \cdot Q_2 \text{ en } F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$\therefore F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$



### 6.3.1 Gebruik van Coulomb se Wet

Ons pas Coulomb se Wet toe om te bepaal hoe die elektrostatische krag tussen twee gelaaide voorwerpe (of puntladings) verander wanneer die lading op een of albei die voorwerpe verander en wanneer die afstand tussen hulle middelpunte verander.

Ons kan ook Coulomb se Wet gebruik om die elektrostatische krag tussen twee ladings, die afstand tussen hulle of die grootte van die twee ladings te bereken.



#### Uitgewerkte Voorbeeld 2

Die oorspronklike krag tussen twee ladings is  $F$ . As altwee ladings verdubbel en die afstand is 'n derde van die oorspronklike afstand, wat is die nuwe krag se grootte relatief tot die oorspronklike krag?

#### Oplossing

$$F_{\text{oorspronklik}} = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

$$F_{\text{nuut}} = \frac{k(2Q_1)(2Q_2)}{(\frac{1}{3}r)^2}$$

$$F_{\text{nuut}} = \frac{4kQ_1Q_2}{\frac{1}{9}r^2} = \frac{36kQ_1Q_2}{r^2} = 36 F_{\text{oorspronklik}}$$

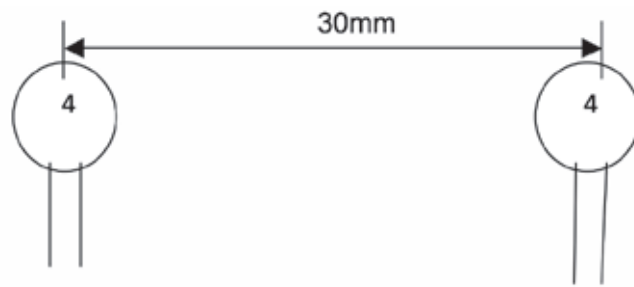


Onthou om die afstand te kwadreer.

'Ladings is onbekend.' Dit beteken ek moet hulle bereken. Ek moet net onthou om mm na m om te skakel.



### Uitgewerkte Voorbeeld 3



Twee klein identiese metaalsfeer dra gelyke maar teenoorgestelde ladings. As hulle middelpunte 30 mm van mekaar is, en die elektrostatiese krag tussen hulle is  $2,56 \times 10^{-3}\text{N}$ , bereken:

1. Die grootte van die lading op elke sfeer.
2. Die aantal elektrone wat van die negatiefgelaaide sfeer na die positiefgelaaide sfeer sal vloei as hulle in kontak met mekaar is.

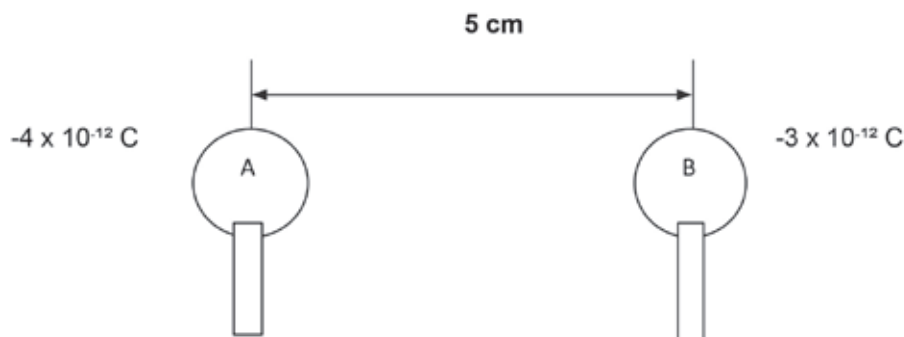
#### Oplossings

1.  $F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$   
 $2,56 \times 10^{-3} \times 0,0009 (9 \times 10^{-4}) = 9 \times 10^9 \times Q \times Q$   
 $2,304 \times 10^{-6} / (9 \times 10^9) = Q^2$   
 $Q^2 = \sqrt{2,56 \times 10^{-16}} ; Q = 1,6 \times 10^{-8}\text{C}$
2.  $\text{getal elektrone} = \frac{\text{totaal lading}}{\text{lading op een elektron}}$   
 $= (1,6 \times 10^{-8}) / (1,6 \times 10^{-19})$   
 $= 1 \times 10^{11} \text{ elektrone}$



## Aktiwiteit 1

Twee klein metaalsfeer, A en B, dra ladings van  $-4 \times 10^{-12}\text{C}$  en  $-3 \times 10^{-12}\text{C}$  onderskeidelik en is gemonteer op geïsoleerde staanders soos aangetoon. Die afstand tussen die sferemiddelpunte is 5 cm.



1. Bereken die grootte en rigting van die krag wat A op B uitoefen. (6)  
Sfeer A word verskuif en maak kontak met sfeer B. Dit word daarna teruggeskuif na die oorspronklike posisie.
2. Bereken die nuwe lading op elke sfeer. (3)
3. Hoe verander die grootte van die krag wat sfeer A op sfeer B uitoefen? Antwoord deur SLEGS neer te skryf: neem toe, neem af of bly dieselfde. (2)

[11]

### Oplossings

$$\begin{aligned}
 1. \quad F &= \frac{kQ_1Q_2}{r^2} \checkmark \\
 &= \frac{(9 \times 10^9) \times (-4 \times 10^{-12}) \times (3 \times 10^{-12})}{(0,05)^2} \checkmark \\
 &= \frac{-1,08 \times 10^{-13}}{0,0025} \\
 &= -4,32 \times 10^{-11} \text{ N} \checkmark \\
 &= 4,32 \times 10^{-11} \text{ N} \checkmark \text{ Aantrekkingskrag} \checkmark
 \end{aligned}$$

(6)

$$\begin{aligned}
 2. \quad Q &= \frac{(Q_1 + Q_2)}{2} \checkmark \\
 &= \frac{(-4 \times 10^{-12}) + (3 \times 10^{-12})}{2} \checkmark \\
 &= -5 \times 10^{-13} \text{ C} \checkmark
 \end{aligned}$$

Dit is 'n nuwe lading

(3)

3. Neem toe  $\checkmark \checkmark$

(2)

[11]



Begin deur die afstand 5 cm na m om te skakel. Sien die omskakelingstabel.

**DEFINISIE**

'n **Elektriese veld** is 'n area of spasie waarin 'n elektriese lading 'n elektriese krag ondervind.

## 6.4 Elektriese velde om gelaaide voorwerpe

- Elektriese velde word verteenwoordig deur veldlyne soos geïllustreer in die diagramme hieronder.
- Elektriese veld is 'n vektorhoeveelheid.
- 'n Elektriese veldlyn dui die rigting aan waarin 'n positiewe toetslading sal beweeg as dit geplaas word by 'n punt in die elektriese veld.

### 6.4.1 Eienskappe van elektriese veldlyne

#### Elektriese veldlyne:

- begin en eindig loodreg tot die oppervlak van 'n gelaaide voorwerp
- kruis mekaar nooit
- is nader waar die elektriese veld sterker is
- word gerig van positief na negatief

### 6.4.2 Aantoon van elektriese velde

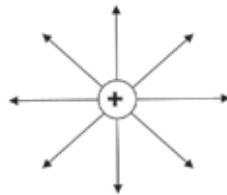
Jy moet in staat wees om eenvoudige diagramme te teken wat elektriese velde rondom gelaaide voorwerpe aantoon.

**ONTHOU:**

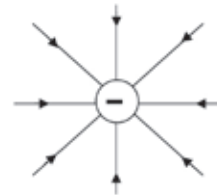
Die pyle wat elektriese veldlyne verteenwoordig wys **ALTYD** weg van 'n positiewe lading en na 'n negatiewe lading toe.



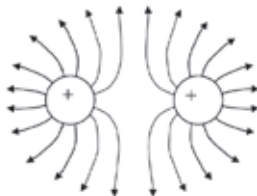
a) Rondom 'n positiewe puntlading



b) Rondom 'n negatiewe puntlading

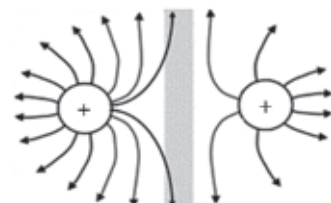


c) Tussen twee soortgelyke puntladings van gelyke grootheid (altwee positief of negatief)



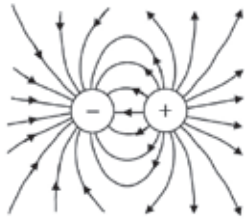
As die puntladings negatief is, wys die pyle inwaarts, na die puntladings toe.

d) Tussen twee soortgelyke ladings wat nie gelyk in grootheid is nie

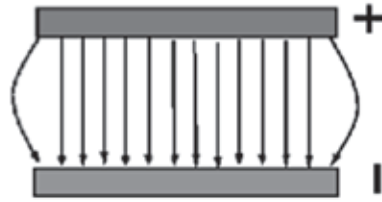


Die veldlyne is nader aan mekaar wanneer die elektriese veld sterker is (rondom die groter lading).

- e) Tussen twee niesoortgelyke (teenoorgestelde) puntladings (een positief en die ander negatief)



- f) Tussen twee teenoorgestelde gelaaide (een positief en een negatief) parallele plate



Hierdie elektriese veld is eenders – dit is ewe sterk oral tussen die plate en daarom is die elektriese veldlyne eweredig gespaseer en parallel.



## Stap-vir-stap

- Stap 1.** Bereken ALTYD eers die elektriese veldsterkte by die gegewe punt (P in hierdie geval) toegeskryf aan elk van die ladings. Die negatief-teken vir 'n negatiewe lading is NIE in hierdie vergelyking gebruik nie.
- Stap 2.** Kies dan 'n elektriese veldrigting as positief en stel dit duidelik.
- Stap 3.** Vind dan die resultant (of netto) elektriese veldsterkte deur die twee veldsterktewaardes bymekaar te tel. Laastens, onthou die rigtingtekens!

## 6.5 Elektriese veldsterkte



### FORMULE

Die elektriese veldsterkte by 'n punt is die elektriese krag per eenheid positiewe lading ondervind by 'n punt in 'n elektriese veld.

Vir enige lading:

$$E = \frac{F}{Q} \text{ en } \therefore E = \frac{kQ}{r^2}$$

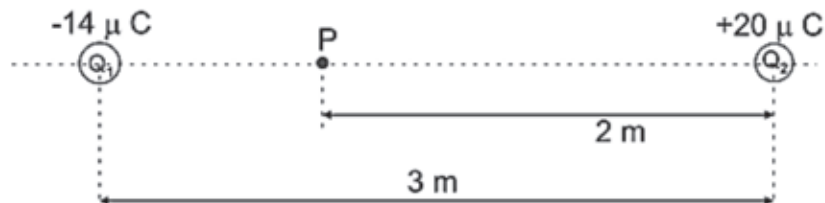


### Uitgewerkte Voorbeeld 4

Twee puntladings,  $Q_1$  en  $Q_2$ , op 'n afstand van 3 m van mekaar, word hieronder getoon. Die lading op  $Q_1$  is  $-14 \mu\text{C}$  en die lading op  $Q_2$  is  $+20 \mu\text{C}$ .

### ONTHOU:

Skakel eers  $\mu\text{C}$  om na C:  $-14 \mu\text{C} = -14 \times 10^{-6} \text{ C}$  en  $20 \mu\text{C} = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$



- Definieer die elektriese veldsterkte by 'n punt.
- Bereken die netto (resultant) elektriese veld by punt P geplaas 2 m van  $Q_2$ .

### Oplossings

- Elektriese veldsterkte by 'n punt is die elektriese krag per eenheid positiewe lading ondervind by die punt.

- Elektriese veld by P toegeskryf aan  $Q_1$ :

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(14 \times 10^{-6})}{1^2} = 1,26 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1} \text{ na links}$$

Elektriese veld by P toegeskryf aan  $Q_2$ :

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(20 \times 10^{-6})}{1^2} = 4,5 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1} \text{ na links}$$

laat  $\leftarrow E^+$

$$\begin{aligned} E_{\text{net}} &= E_{Q1} + E_{Q2} \\ &= (+1,26 \times 10^5) + (+4,5 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}) \\ &= +1,71 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1} \\ \therefore 1,71 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1} \text{ na links} \end{aligned}$$

Die vervangde waardes is positief (+), omdat links gekies is as positief en albei elektriese velde na links gerig is.

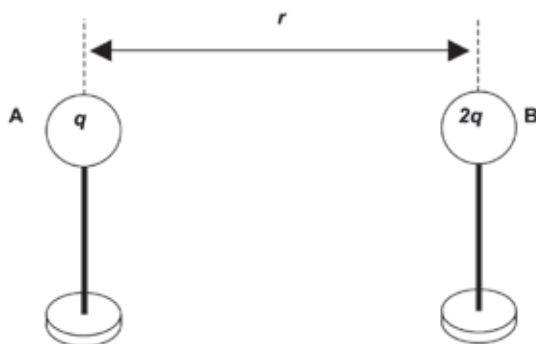




## Aktiwiteit 2

### Meerkeusige vrae:

1. Die skets hieronder toon twee klein metaalsfere, A en B, op geïsoleerde staanders en elk dra ladings van grootte  $q$  en  $2q$  onderskeidelik. Die afstand tussen die middelpunte van die sfere is  $r$ .



Sfeer A oefen 'n krag van grootte  $F$  op sfeer B uit. Wat is die grootte van die krag wat sfeer B op sfeer A uitoefen?

- A  $\frac{1}{2}F$
- B  $F$
- C  $2F$
- D  $4$

(2)

2. Twee identiese klein metaalsfere op geïsoleerde staanders dra gelyke ladings en is 'n afstand  $d$  van mekaar af. Elke sfeer ondervind 'n elektrostatiese kraggrootte van  $F$ .

Die sfere word nou  $\frac{1}{2}d$  van mekaar geplaas.

Die grootte van die elektrostatiese krag wat elke sfeer nou ondervind, is ...

- A  $\frac{1}{2}F$
- B  $F\frac{1}{2}$
- C  $2\frac{1}{2}F$
- D  $4F$

(2)

3. Drie identiese puntladings  $q_1$ ,  $q_2$  en  $q_3$ , word in 'n reguit lyn geplaas, soos hieronder getoon. Puntlading  $q_2$  is in die middel tussen puntladings  $q_1$  en  $q_3$  geplaas. X en Y is twee punte op die reguit lyn, soos getoon.





Watter EEN van die volgende beskryf die beste hoe die elektriese veld E by 'n punt X vergelyk met dié by punt Y?

|   | RIGTING VAN E   | GROOTHEID VAN E |
|---|-----------------|-----------------|
| A | Selfde          | $E_x > E_y$     |
| B | Selfde          | $E_x < E_y$     |
| C | Teenoorgestelde | $E_x > E_y$     |
| D | Teenoorgestelde | $E_x < E_y$     |

(2)

[6]

### Teenoorgestelde

1. B ✓✓
2. D ✓✓
3. D ✓✓

(2)

(2)

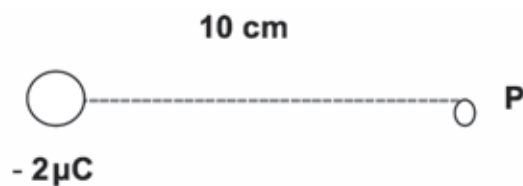
(2)

[6]

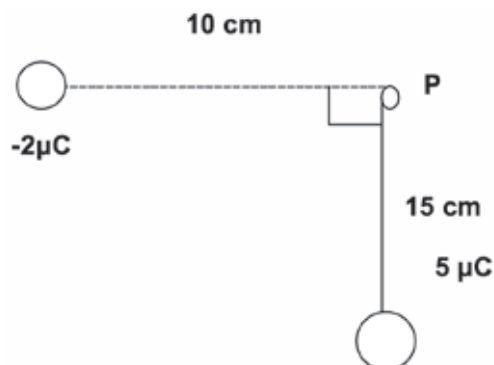


### Aktiwiteit 3

'n Negatiewe lading van  $2 \mu\text{C}$  word geplaas 10 cm vanaf punt P, soos hieronder getoon.



1. Definieer die elektriese veld by punt P in woorde. (2)
2. Teken die elektriese veldlyne geassosieer met hierdie lading. (2)
3. 'n Positiewe lading van  $5 \mu\text{C}$  word nou geplaas 15 cm vanaf punt P, soos getoon in die diagram hieronder.



Bereken die grootheid van die elektriese veld by punt P toegeskryf aan albei ladings.

(12)

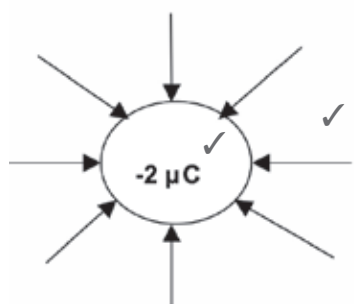
[16]

# Oplossings

1. Die krag per eenheid lading. ✓

(2)

2. ✓



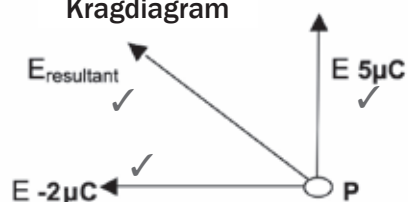
## Puntekriteria

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Vorm van veldlyne                    | ✓ |
| Rigting van veldlyne (na lading toe) | ✓ |

(2)

3.

## Kragdiagram



$$\begin{aligned}
 E_{2\mu C} &= \frac{kQ}{r^2} \quad \checkmark \\
 &= \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-6})}{(0,1)^2} \quad \checkmark \\
 &= 1,8 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \quad \checkmark \text{ na die } 2 \mu\text{C toe} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

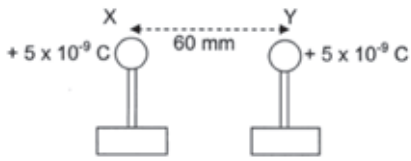
$$\begin{aligned}
 E_{5\mu C} &= \frac{kQ}{r^2} \\
 &= \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})}{(0,15)^2} \quad \checkmark \\
 &= 2 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \quad \checkmark \text{ weg van die } 5 \mu\text{C-lading}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{\text{resultant}} &= \sqrt{(1,8 \times 10^6)^2 + (2 \times 10^6)^2} \quad \checkmark \quad \text{Pitagoras} \quad (12) \\
 &= 2,69 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

[16]



## Aktiwiteit 4



Die middelpunte van twee klein, ladinggeleidingsfere, X en Y, op geïsoleerde staanders is 'n afstand van 60 mm weg van mekaar. Sfeer X het aanvanklik 'n lading van  $+12 \times 10^{-9}$  C gedra.

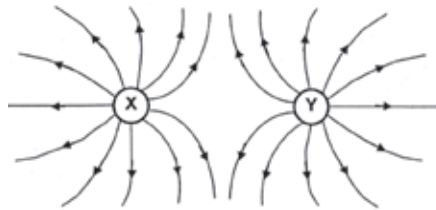
X en Y word in kontak met mekaar gebring en weer geskei. Na skeiding dra elke sfeer GELYKE ladings van  $+5 \times 10^{-9}$  C.

1. Teken 'n netjiese diagram van die resultant elektriese veldpatroon wat X en Y omring. (4)
2. Bereken die getal elektrone wat by Y gevoeg moet word om dit neutraal te maak. (3)
3. Bereken die grootte van die krag wat X op Y uitoefen wanneer hulle weer in hulle oorspronklike posisies is (ná skeiding). (4)
4. Bereken die oorspronklike lading op sfeer Y. (4)

[15]

### Oplossings

1. Die veld is gekrom; lyne op die buitekant is belangrik.



Punte vir: veldlyne tussen twee ladings (✓); veldlyne buite die ladings (✓); rigting: weg van X en Y (✓); veldlyne loop nie in die sfere in nie, maar raak die oppervlak en raak nie aan mekaar nie. (✓) (4)

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Getal elektrone op Y} &= \frac{Q}{q_e} \\
 &= \frac{-5 \times 10^{-9}}{-1,6 \times 10^{-19}} \quad (\checkmark) \\
 &= 3,125 \times 10^{10} \text{ elektrone} \quad (\checkmark) \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Krag} \quad F &= \frac{kq_1q_2}{r^2} \quad (\checkmark) \\
 &= \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-9})(5 \times 10^{-9})}{(0,06)^2} \quad (\checkmark) \\
 &= 6,25 \times 10^{-5} \text{ N} \quad (\checkmark)
 \end{aligned}$$

As jy vergeet om mm na m om te skakel, of vergeet om die afstand tussen die twee te kwadreer ( $r^2$ ) sal jy 'n punt verloor. (4)

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Totale lading} \quad Q &= \frac{(Q_1 + Q_2)}{2} \quad \checkmark \\
 Q &= \frac{(12 \times 10^{-9}) Q_Y}{2} \quad (\text{waar } Q_Y \text{ die lading op sfeer Y is}) \\
 2(5 \times 10^{-9} \text{ C}) &= (12 \times 10^{-9}) Q_Y \\
 \frac{2(5 \times 10^{-9} \text{ C})}{12 \times 10^{-9}} &= Q_Y = 8,3 \times 10^{-17} \text{ C} \quad (\checkmark) \quad (4)
 \end{aligned}$$

[15]



# Elektriese stroombane

## Opsomming

### Jy moet onthou:

- Vir stroomvloei benodig ons 'n bron van elektriese energie (sel of battery) en 'n geslote stroombaan (of ten minste 'n magnetiese veld wat naby 'n geleier beweeg).
- Die rigting van die konvensionele stroombaan is van die positiewe pool of terminaal van die sel af deur die stroombaan na die negatiewe pool of terminaal van die sel. Hierdie vloei in een rigting word Direkte Stroombaan genoem.
- Die potensiaalverskil tussen twee punte in 'n geleier is die werk gedoen per eenheid lading om 'n positiewe lading te verskuif van een punt na 'n ander. Potensiaalverskil word in volt (V) gemeet met 'n voltmeter wat in parallel in 'n stroombaan gekonnekteer word.



Potensiaalverskil is =  $\frac{\text{werk gedoen}}{\text{lading}}$

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$E = \frac{W}{Q}$$

**Elektriese stroom** is die hoeveelheid lading per sekonde wat by 'n punt verbyvloei. Dit word in **ampère (A)** gemeet met 'n ammeter wat in serie in 'n stroombaan gekonnekteer word.

$$I = \frac{Q}{t}$$

**Weerstand** is 'n meting van hoeveel 'n geleier die vloei van elektrisiteit deur die geleier weerstaan. Dit word in **Ohm ( $\Omega$ )** gemeet. 'n Resistor (weerstand) is 'n komponent in 'n stroombaan wat die vloei van die stroom weerstaan.

Leer ken die faktore wat die weerstand van 'n draadgeleier beïnvloed. Dit sal help om jou antwoord in 'n eksamen te verduidelik.



## 7.1 Faktore wat die weerstand van 'n draadgeleier beïnvloed

- Die **lengte** van die weerstand (hoe langer die draad, hoe groter die weerstand)
- Die **deursnee** (dikte) van die weerstand (hoe dunner die draad, hoe groter die weerstand)
- Die **temperatuur** van die weerstand (hoe hoër die temperatuur, hoe groter die weerstand).
- Die **tipe** materiaal waarvan die weerstand gemaak is. Verskillende stowwe het verskillende weerstande, bv. tungsten (W) het 'n baie hoër weerstand, maar koper het 'n lae weerstand.

## 7.2 Ohm se Wet

- Potensiaalverskil oor 'n geleier is direk proporsioneel tot die stroom in die geleier teen konstante temperatuur.
- Die wiskundige formule van Ohm se Wet

$$R = \frac{V}{I}$$



### DEFINISIE VAN DIE OHM:

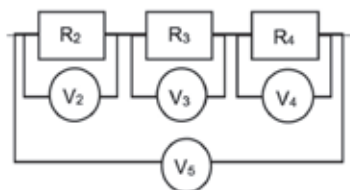
'n Geleier het 'n weerstand van **1 ohm (1 Ω)** as die potensiaalverskil van **1 volt (1 V)** toegepas oor sy eindpunte veroorsaak dat 'n stroom van **1 ampère (1 A)** deur dit vloei.

### 7.2.1 Stroombaanverbinding

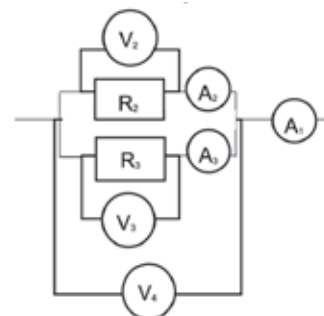
Stroombane kan op twee maniere gekonnekteer word: Serie en Parallel. 'n Serie-stroombaan vereis dat die stroom in een rigting vloei wat nie verdeel nie. 'n Parallel-stroombaan laat toe dat elektrisiteit verskillende rigtings volg (daar is verdeling in die stroom). Sien die diagramme hieronder as illustrasie van weerstande in serie en parallel.

#### Weerstande in 'n stroombaan

##### Weerstande in serie



##### Weerstande in parallel

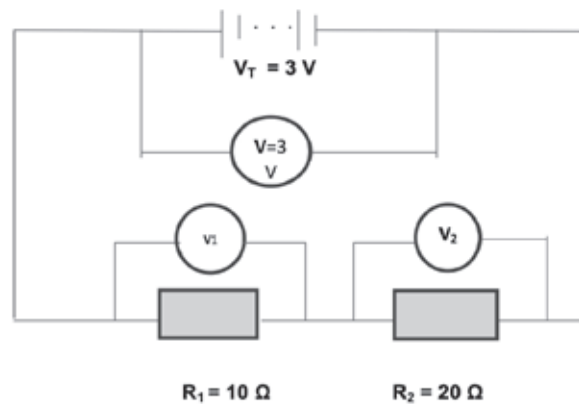


|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Weerstande word in serie of parallel gekonnekteer.</li> <li>Weerstande, reostate en gloeilampe weerstaan stroomvloei.</li> </ul>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Werk word in 'n weerstand gedoen wanneer die elektriese energie getransformeer word in hitte-energie of ligenergie.</li> </ul>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Weerstande in serie is potensiële (stroom-) verdelers.</li> <li>Die totale weerstand in 'n stroombaan verhoog wanneer meer weerstande in serie bygevoeg word.</li> <li>Die stroom deur al die weerstande in serie is dieselfde.</li> <li>Die totale stroom in 'n stroombaan neem af wanneer meer weerstande in serie bygevoeg word.</li> <li>As een weerstand uitbrand, is die stroombaan gebreek en geen stroom vloei nie (in 'n serie-stroombaan).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die totale stroom in 'n stroombaan neem toe wanneer meer weerstande in parallel bygevoeg word.</li> <li>As een weerstand uitbrand, vloei stroom steeds deur die ander weerstand (in 'n parallel-stroombaan).</li> <li>Weerstande in parallel is stroom- (stroomsterkte) verdelers.</li> <li>Die totale weerstand in 'n stroombaan neem af wanneer meer weerstande in parallel bygevoeg word.</li> </ul> |

## 7.2.2 Vergelyking tussen serie- en parallelstroombane

| Serieskakeling   | Parallelskakeling   |
|--|---|
| $I_1 = I_2 = I_3 \dots$<br>Die totale stroom oor die serie is dieselfde. | $V_1 = V_2 = V_3 \dots$<br>Die totale stroomspanning oor die parallel komponent is dieselfde.       |
| $V_T = V_1 + V_2 + V_3 \dots$<br>Dit is 'n potensiaalverdeler.           | $I_T = I_1 + I_2 + I_3 \dots$<br>Dit is 'n stroomverdeler.  |
| $R_T = r_1 + r_2 + r_3 \dots$<br>Byvoeging van weerstande.               | $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots$<br>Byvoeging van die verhouding weerstande. |

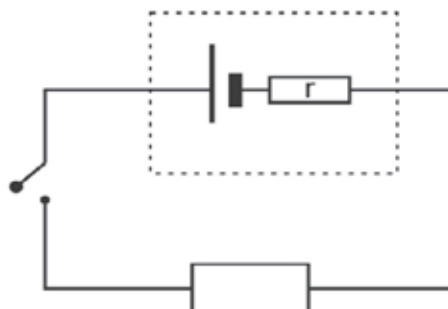
### 7.3 Stroomspanning (Potensiaalverskil) en Elektromotoriese Krag (emf)



- Stroomspanning waarin die lading **energie verloor**, is 'n **potensiaalverskil**,  $V$ .
- Stroomspanning waarin die lading energie verkry, is 'n **elektromotoriese krag (emf)**,  $\epsilon$
- Daarom is die stroomspanning oor die battery 'n elektromotoriese krag (emf), terwyl die stroomspanning oor elke weerstand potensiaalverskil (p.d) is.

### 7.4 Interne weerstand

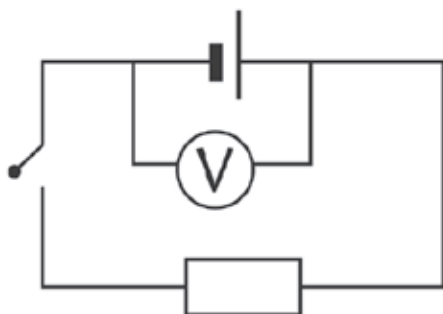
- Wanneer die **skakelaar oop** is, lees die voltmeter die emf van die battery wat 12,5 V is. Dit beteken die battery kan 12,5 J energie oordra vir elke 1 C-lading.
- Wanneer die skakelaar toe is, lees die voltmeter die p.d (potensiaalverskil) van die eksterne stroombaan.
- Interne weerstand word binne die sel of battery gevind, wat die klein hoeveelheid energie is wat opgebruik is binne die sel of battery.
- Die ideale sel sal geen interne weerstand hê nie,  $r = 0 \Omega$ .
- Die volt gebruik binne die sel, word die **verlore volt  $V'$**  genoem.



## 7.4.1 emf

Die emf ( $\mathcal{E}$ ) van 'n sel is:

- die elektriese potensiaalverskil oor die terminale (pole) van 'n sel terwyl geen stroom vloei nie
- die totale hoeveelheid elektriese energie voorsien deur die sel per coulomb-lading
- gemeet met 'n voltmeter in parallelskakeling oor 'n sel of battery wanneer geen stroom vloei nie (skakelaar is oop, sien diagram hieronder)
- gemeet in volt (V).



*emf = I (R + r) is die finale formule om te gebruik in berekening van emf.*



### Formule om emf te bereken

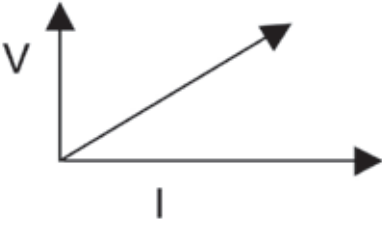

**Afleiding:** aangesien  $R = V/I$ ,  $V = IR$ , dus is  $\text{emf} = V + V'$  (die som van twee voltmettings), en dan is  $\text{emf} = IR + IR'$ . Gerieflikheidshalwe skryf ons  $IR'$  as  $Ir$ . Dus, aangesien  $I$  'n onderdeel van albei faktore  $IR$  en  $Ir$  is, kan ons dit as 'n vermenigvuldiger verwyder, so:  $I(R+r)$ . Dus,  $\text{emf} = I(R+r)$ .

$$\text{gegewe: } \text{emf} = V + V'$$

$$\therefore \text{emf} = IR + Ir$$

$$\therefore \text{emf} = I(R + r)$$

## 7.4.2 Ohmiese en nie-ohmiese geleiers: verskille en voorbeelde

|  | Ohmiese geleier   | Nie-Ohmiese geleier  |
|--|---|--|
| Gehoorsaam Ohm se wet of nie?                              | Gehoorsaam Ohm se wet wanneer stroomspanning of stroom veranderlik is   | Gehoorsaam nie Ohm se wet wanneer stroomspanning of stroom veranderlik is nie.   |
| Grafiek van die stroomspanning vs. die stroom oor geleiers |  <p>Vorm: Reguit lyn van die oorsprong af<br/><math>V / I = R</math></p> |  <p>Vorm: Gekrom<br/><math>V / I \neq R</math></p> |
| Voorbeelde   | stroombaanweerstande<br>nikkelchroomdraad   | gloeilamp<br>diodes<br>transistors   |



## 7.5 Elektriese energie

Wanneer stroom deur 'n weerstand vloei of ladings deur 'n weerstand beweeg:

- word elektriese energie getransformeer van die bewegende ladings na die deeltjies in die weerstand
- die deeltjies in die weerstand verkry kinetiese energie
- die weerstand se temperatuur verhoog namate die kinetiese energie in die weerstand toeneem.

### Formules

Die werk gedoen (W) is gelyk aan die energie (E) oorgedra.

$$W = E \text{ (in joule J)}$$

$$W = VQ = VIt = I^2Rt = \frac{V^2t}{R}$$

|    |                   |              |
|----|-------------------|--------------|
| W: | werk gedoen       | (J) joule    |
| V: | potensiaalverskil | (V) volt     |
| I: | stroom            | (A) ampère   |
| R: | weerstand         | (Ω) ohm      |
| t: | tyd               | (s) sekondes |

As jy gevra word om die hoeveelheid energie getransformeer te bereken, gebruik die korrekte formule om die werk gedoen te bereken.

## 7.6 Krag



### DEFINISIE

Krag is die koers waarteen werk gedoen word of energie oorgedra word.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

|    |                   |              |
|----|-------------------|--------------|
| P: | krag              | (W) watt     |
| W: | werk gedoen       | (J) joule    |
| V: | potensiaalverskil | (V) volt     |
| I: | stroom            | (A) ampère   |
| R: | weerstand         | (Ω) ohm      |
| t: | tyd               | (s) sekondes |

### 7.6.1 Die helderheid van gloeilampe

Die helderheid van 'n gloeilamp word bepaal deur die koers waarteen energie getransformeer word in die gloeilamp, d.i. deur die krag (P).

- Namate die krag toeneem, neem die helderheid toe.
- Vir gloeilampe in serie:  
 $P \propto R$  (krag is direk proporsioneel tot die weerstand van die gloeilamp)  
 $\therefore$  as die weerstand verhoog, verhoog die krag en  
 $\therefore$  die helderheid neem toe.

- Vir gloeilampe in parallel:  
 $P \propto \frac{1}{R}$  (krag is invers proporsioneel tot die weerstand van die gloeilamp)  
 $\therefore$  as die weerstand afneem, verhoog die krag en  
 $\therefore$  die helderheid neem toe.

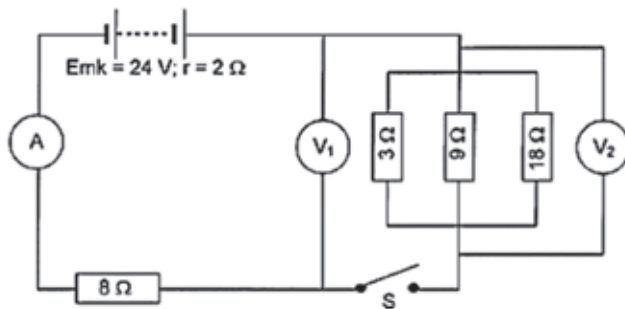
Nota: die bogenoemde is slegs van toepassing op witgloeiende gloeilampe (die tipe met 'n draadfilament).

Kompakte fluoriserende ligte (KFL) is beskikbaar in 'n krag/watt-reeks, maar hulle sal slegs blaas tydens 'n beduidende toename in stroomspanning/stroomsterkte.



## Uitgewerkte Voorbeeld 1

In hierdie stroombaan het die battery 'n emf van 24 V en 'n interne weerstand van 2  $\Omega$ . Voltmeter V1 is gekonnekteer soos getoon en voltmeter V2 is gekonnekteer oor die drie weerstande in parallel. Die weerstand van die verbinders en van die ammeter kan geïgnoreer word.



- Skakelaar S is oop.
  - Wat is die lesing op V<sub>1</sub>?
  - Wat is die lesing op V<sub>2</sub>?
- Skakelaar S is nou toe. Bereken:
  - die totale weerstand in die stroombaan.
  - die stroom wat deur die 8  $\Omega$ -weerstand vloei.
  - die lading wat in een minuut verby 'n dwarsseksie van die 8  $\Omega$ -weerstand vloei.

### Oplossings

**1a)** V<sub>1</sub> = 24 V (wanneer S oop is, vloei geen stroom en V1 is gekonnekteer dwarsoor die battery)

**1b)** V<sub>2</sub> = 0 V (S is oop, geen stroom vloei, V is gekonnekteer aan een kant van skakelaar,  $\therefore$  slegs aan een pool van die battery)

$$\frac{1}{R_{||}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{6+2+1}{18} = \frac{9}{18}$$

$$\therefore R_{||} = 18/9 = 2 \Omega$$

### Oplossings

2a)  $R_{\text{ekstern}} = R_{\text{serie}} + R_{\text{||}} = 8 + 2 = 10 \, \Omega$  en  
 $R_{\text{ekstern}} = R_{\text{ekst}} + r_{\text{int}} = 10 + 2 = 12 \, \Omega$

2b) Die  $8 \, \Omega$ -weerstand is gekonnekteer in serie  $\therefore$  die totale stroom vloei daardeur

$\therefore$  bereken die totale stroom ( $I$ ) wat deur die stroombaan vloei.

$$R_{\text{tot}} = \frac{V_{\text{tot}}}{I_{\text{tot}}}$$

$$\therefore 12 = \frac{24}{I_{\text{tot}}}$$

$$\therefore I_{\text{tot}} = \frac{24}{12} = 2 \, \text{A}$$

2c)  $I = \frac{Q}{\Delta t}$

$$\therefore 2 = \frac{Q}{(1)(60)}$$

$$\therefore Q = (2)(1)(60) = 120 \, \text{C}$$

Dit is 'n stroom wat deur al die stroombane vloei.

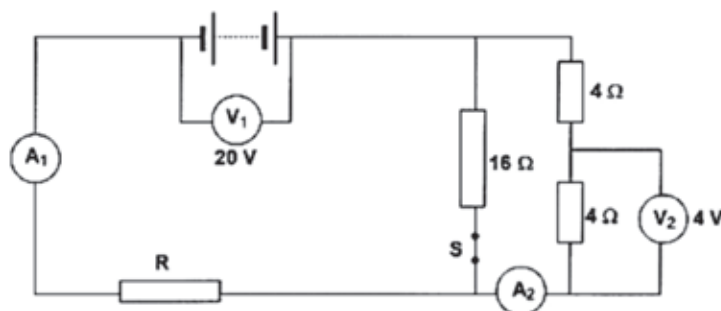


Onthou: Skakel minute om na sekondes :  $\times 60$ , of ure na sekondes:  $\times 3600$ .  
 Onthou: Stroom is die koers waarteen elektriese lading verby 'n vaste punt in 'n geleier vloei.  
 $I \propto Q$   
 $I = \frac{Q}{\Delta t}$



## Aktiwiteit 1

Die battery in die stroombaan hieronder het 'n emf van 24 V en 'n onbekende interne weerstand. Voltmeter V<sub>1</sub> is dwarsoor die battery gekonnekteer. Die weerstand van die verbinders en van die ammeter kan geïgnoreer word. Wanneer skakelaar S toe is, lees voltmeter V<sub>2</sub> 4 V en voltmeter V<sub>1</sub> lees 20 V.



1. Bereken:
  - a) Die lesing op ammeter A<sub>2</sub>. (2)
  - b) Die lesing op ammeter A<sub>1</sub>. (5)
  - c) Die weerstand van weerstand R. (4)
  - d) Die interne weerstand van die battery. (3)
  - e) Die energie omgeskakel in weerstand R in 10 minute. (3)
2. Skakelaar S is nou oop. Sal die lesing op voltmeter V<sub>1</sub> toeneem, afneem of dieselfde bly? Verduidelik. (6)

[23]

### Oplossings

1a. Ammeter A<sub>2</sub> lees die stroom wat deur die 4 Ω-weerstand vloei.

$$R_{4\Omega} = \frac{V_{4\Omega}}{I_{4\Omega}} \checkmark \therefore \frac{4}{I_{\text{tot}}} \therefore I_{\text{tot}} = \frac{4}{4} = 1 \text{ A} \checkmark \quad (2)$$

1b. Die weerstand van die 16 Ω-weerstand is DUBBEL die weerstand van die (4 + 4) = 8 Ω-weerstande  
 $\therefore$  die stroom wat deur die 16 Ω-weerstand vloei, is HELFTE van die stroom wat deur die (4 + 4) = 8 Ω weerstande vloei. 1 A vloei deur die (4 + 4) = 8 Ω weerstand

$\therefore$  0,5 A vloei deur die 16 Ω-weerstand  $\checkmark$

$$\therefore I_{\text{totaal}} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ A} \checkmark \quad (5)$$

$$1c. \frac{1}{R_{\text{II}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{16} + \frac{1}{(4+4)} = 1 + \frac{2}{16} = \frac{3}{16} \checkmark$$

$$R_{\text{II}} = \frac{16}{3} = 5,33 \Omega \checkmark$$

$$\text{en } R_{\text{ekst}} = \frac{V_{\text{ekst}}}{I_{\text{ekst}}} \checkmark \therefore R_{\text{ekst}} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \Omega \checkmark \quad (4)$$

$$1d. \text{emf} = V_{\text{tot}} = V_{\text{ekstern}} + V_{\text{intern}} \checkmark \therefore 24 = 20 + V_{\text{intern}} \checkmark$$

$$\therefore V_{\text{intern}} = 24 - 20 = 4 \text{ V} \checkmark \quad (3)$$

1e. Energie oorgedra (of getransformeer) = E = werk gedoen = W

$$W = I^2 R \Delta t \checkmark = (1,5)^2 (8) (10) (60) \checkmark = 10\,800 \text{ J} \checkmark \quad (3)$$

2. Wanneer 'n stroom vloei, lees, V<sub>1</sub> die eksterne potensiaalverskil: wanneer S oop is, is daar minder weerstande in parallel

$\therefore R_{\text{ekstern}}$  neem toe  $\checkmark \therefore I_{\text{totaal}}$  neem af  $\checkmark \therefore V_{\text{int}}$  neem af  $\checkmark$

en emf is konstant  $\therefore V_{\text{ekstern}}$  neem toe  $\checkmark \quad (6)$

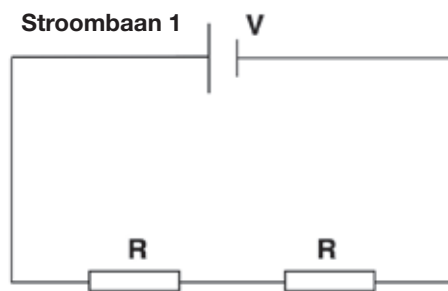
[23]



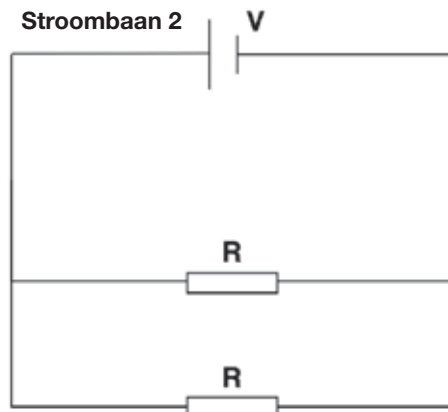
## Aktiwiteit 2

### Meervoudigekeuse vrae

1. Watter EEN van die volgende is die meeteenheid vir die koers van die ladingvloei?  
 A watt  
 B coulomb  
 C volt  
 D ampère (2)
2. Die twee weerstande in stroombaan 1 hieronder is identies. Hulle is in serie gekonnekteer aan 'n sel van emf  $V$  en negeerbare interne weerstand. Die krag wat by elke weerstand verlore raak, is  $P$ .



Die twee weerstande is nou in parallel gekonnekteer soos getoon in stroombaan 2 hieronder.



Die krag wat by elke weerstand verlore geraak het in stroombaan 2 is ...

- A  $2P$
  - B  $4P$
  - C  $8P$
  - D  $16P$  (2)
- [4]

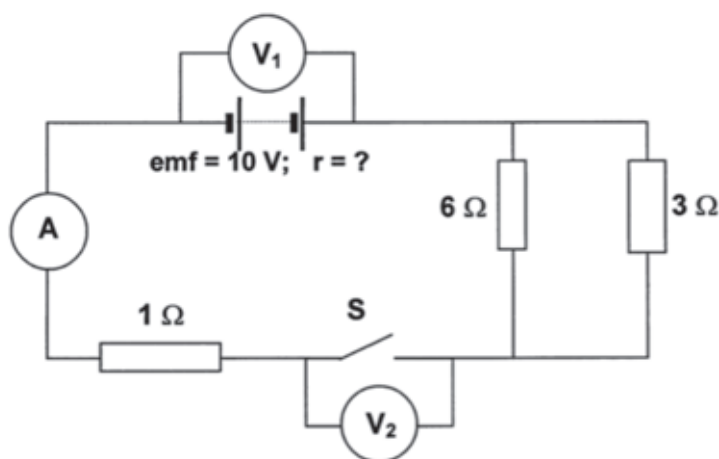
### Oplossings

1. D ✓✓ (2)
  2. B ✓✓ (2)
- [4]



### Aktiwiteit 3

In die stroombaan voorgestel hieronder het die battery 'n emf van 10 V en 'n onbekende interne weerstand. Voltmeter  $V_1$  is dwarsoor die battery gekonnekteer en voltmeter  $V_2$  is dwarsoor die oop skakelaar S gekonnekteer. Die weerstand van die verbindingsdrade en ammeter kan geïgnoreer word.



Skakelaar S is oop

1. Wat is die lesing op  $V_1$ ? (2)
2. Wat is die lesing op  $V_2$ ? (2)

Wanneer skakelaar S toe is, daal die lesing op  $V_1$  na 7,5 V.

3. Wat is die lesing op  $V_2$ ? (2)
4. Bereken die lesing op die ammeter. (8)
5. Bereken die interne weerstand van die battery. (5)

[19]

#### Oplossings

1. 10 V ✓✓ (2)
2. 10 V ✓✓ (2)
3. Zero of 0 V ✓✓ (2)

$$4. \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} (\checkmark) + \frac{1}{3} (\checkmark) = \frac{1}{2}$$

$$R_p = 2 \, \Omega (\checkmark)$$

Gebruik  $2 \, \Omega$  nou in die volgende berekening.

$$R_{\text{ekst}} = 2 \, \Omega + 1 \, \Omega = 3 \, \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} (\checkmark)$$

$$= 7,5 (\checkmark) / 3 (\checkmark)$$

$$= 2,5 \, \text{A} (\checkmark)$$

(8)

5.  $\text{emf} = V_{\text{stroomb}} + V_{\text{verlore}} (\checkmark)$   
 $10 (\checkmark) = (7,5 + 2,5)r \quad \checkmark \checkmark$   
 $r = 1 \, \Omega (\checkmark)$

(5)

[19]

$$\text{OF } R_p = \frac{\text{produk}}{\text{som}} (\checkmark)$$

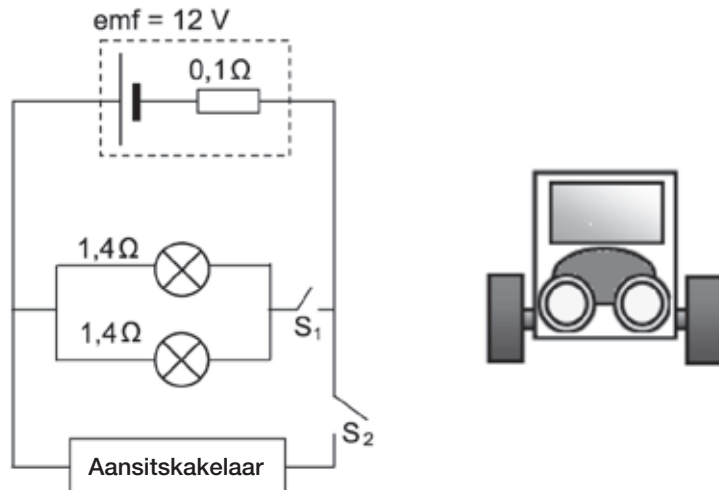
$$R_p = \frac{(6 \times 3)}{(6 + 3)}$$

$$R_p = 2 \, \Omega (\checkmark)$$



## Aktiwiteit 4

'n Motor se kopligte is in parallel gekonnekteer aan 'n 12 V-battery, soos getoon in die vereenvoudigde diagram hieronder. Die interne weerstand van die battery is  $0,1 \Omega$  en elke koplighet het 'n weerstand van  $1,4 \Omega$ . Die aansitter is in parallel gekonnekteer met die kopligte en beheer deur die aansitskakelaar,  $S_2$ . Die weerstand van die verbindingsdrade kan geïgnoreer word.



1. Stel Ohm se Wet in woorde. (2)
2. Met slegs skakelaar  $S_1$  toe, bereken die volgende:
  - a) Effektiewe weerstand van die twee kopligte (3)
  - b) Potensiaalverskil van die twee kopligte (4)
  - c) Krag verlore gegaan deur een van die kopligte (3)
3. Aansitskakelaar  $S_2$  is nou toe (terwyl  $S_1$  ook toe is) vir 'n kort tyd en die aansitter, met BAIE LAE WEERSTAND draai.  
 Hoe sal die helderheid van die ligte geaffekteer word terwyl skakelaar  $S_2$  toe is? Skryf slegs neer: TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE.  
 Verduidelik ten volle hoe jy by die antwoord uitgekom het. (9)

[21]

**Oplossings**

1. Die stroom in 'n geleier is direk proporsioneel tot die potensiaalverskil oor sy eindpunte teen konstante temperatuur. ✓✓

**OF**

Die verhouding van potensiaalverskil tot stroom is konstant teen konstante temperatuur. (2)

$$\begin{aligned} 2.a) \quad \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \checkmark \\ &= \frac{1}{1,4} + \frac{1}{1,4} \quad \checkmark \\ &= 0,7 \, \Omega \quad \checkmark \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} 2.b) \quad \text{emf} &= I(R + r) \quad \checkmark \\ 12 &= I(0,7 + 0,1) \quad \checkmark \\ I &= 15 \, \text{A} \\ R &= \frac{V}{I} \\ V &= 0,7 \times 15 \quad \checkmark = 10,5 \, \text{V} \quad \checkmark \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} 2.c) \quad I(\text{lig}) &= 7,5 \, \text{A} \text{ (van 2b: 2 koplige = 15 A)} \quad \checkmark \\ P &= VI \\ &= (10,5)(7,5) \quad \checkmark \\ &= 78,75 \, \text{W} \quad \checkmark \end{aligned} \quad (3)$$

3. Neem af ✓  
 (Effektiewe/totaal) weerstand neem af. ✓  
 (Totaal) stroom neem toe. ✓  
 'Verlore volt' /  $V_{\text{intern}}$  /  $Ir$  neem toe, dus potensiaalverskil /  $V$  (oor koplige) neem af. ✓  
 $P = V / R$  neem af. ✓

$$\begin{aligned} P &= W / \Delta t \quad \checkmark \\ 60 &= W / 2(60) \\ W &= 7200 \, \text{J} \quad \checkmark \\ \text{Aansitter } W &= Vq \quad \checkmark \\ q &= 7200 / 12 \\ q &= 600 \, \text{C} \quad \checkmark \end{aligned} \quad (9)$$

**[21]**



# Elektrodinamika: elektriese masjiene (generators en motors)

## Opsomming

- Definisies.
- Faraday se wet van elektromagnetiese induksie.
- Verskille tussen motors en generators.
- Werking van motors en generators.
- Verskille tussen gelykstroom (GS) en wisselstroom (WS) in die geval van motors en generators.
- Die grafieke van WS en GS.
- Regterhandreël om die rigting van die krag op die geleier te bepaal.
- Die gebruik van motors in die alledaagse lewe.
- Berekenings van die Wortel van Gemiddelde Kwadraatstroom.

Elektrodinamika is die studie van die verhouding tussen elektrisiteit, magnetisme en meganiese fenomene.



## DEFINISIES EN WETTE WAT JY MOET ONTHOU

**Magnetiese vloed ( $\Phi$ )** is die produk van die sterkte van 'n magneetveld en die oppervlakgebied wat loodreg deur die veld gesny word. Dit word gemeet in Wb- (weber) eenhede.

**Elektromagnetiese induksie:** Wanneer 'n magneet relatief tot 'n geleier beweeg, en die magneet se magnetiese veld reghoekig is met die geleier, word die maksimum **elektriese stroom** in die geleier geïnduseer.

## • Faraday se Wet van Elektromagnetiese Induksie

- Die geïnduseerde emf in 'n geleier is direk proporsioneel tot die koers van verandering van die magnetiese vloed in die geleier.

- Dus  $\epsilon \propto \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

- $\epsilon = - N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  waar

N die aantal windings in die klos is

$\epsilon$  is emf in (V) volt

$\Delta\Phi$  is verandering in magnetiese vloed in (Wb) weber

$\Delta t$  is verandering in tyd in (s) sekondes

- Die negatiewe teken toon dat die emf 'n stroom en 'n magnetiese veld B skep wat die verandering in die magnetiese vloed  $\Phi$  teenstaan.

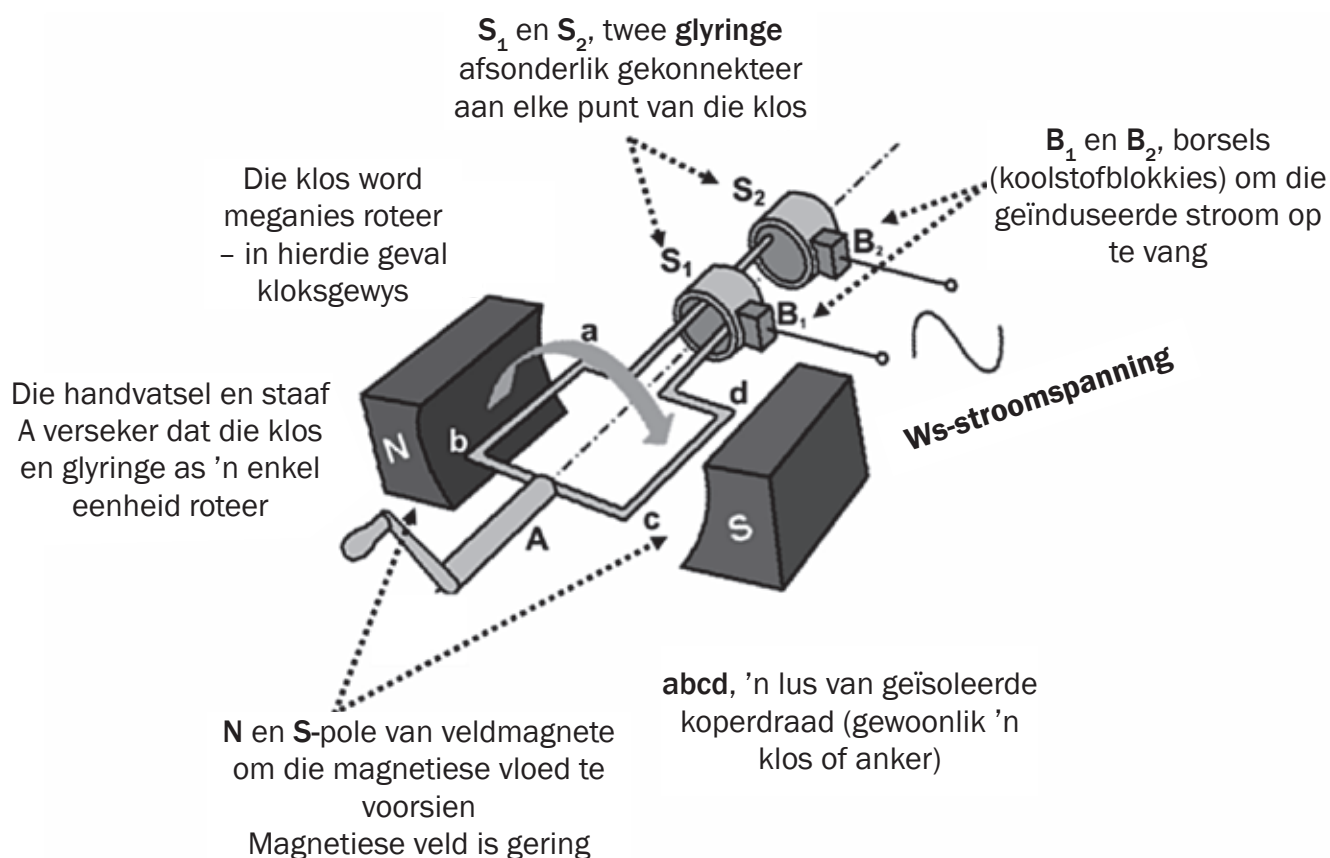
## 8.1 Generators en motors

### 8.1.1. Wisselstroomgenerators

#### Die beginnel van die WS-generator

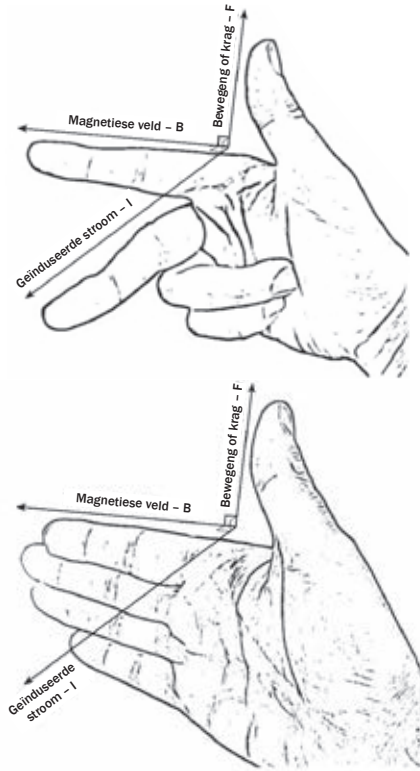
Ons weet, volgens die fenomeen van elektromagnetiese induksie:

- wanneer 'n elektriese geleier in 'n magnetiese veld beweeg, daar 'n verandering in die magnetiese vloed is wat 'n emf induseer wat 'n stroomvloei in die geleier veroorsaak;
- die magnetiese veldsterkte ( $B$ ) wat loodreg deur 'n oppervlakgebied  $A$  (in  $m^2$ ) gaan, word die magnetiese vloed ( $\Phi$ ) genoem en word gemeet in weber (Wb).



LW: Gebruik die Regterhandreël om die rigting te bepaal van die krag op die ladings (F) in die geleier van die generator – die konvensionele stroomrigting (I) van die geïnduseerde stroom. Die magnetiese veld (B) is in die Noord na Suid rigting. Onthou dit so: Eerste vinger is veld; tweede vinger is stroom; duim is rigting van beweging (krag).

'Fleming se Linkerhandreël word vir elektriese motors gebruik, terwyl Fleming se Regterhandreël vir elektriese generators gebruik word. Verskillende hande moet vir motors en generators gebruik word weens die verskille tussen oorsaak en gevolg' (Wikipedia). Dus, as jy die stroomrigting in 'n generator wil uitwerk, moet jy die Regterhandreël gebruik, en omgekeerd as jy wil uitwerk in watter rigting 'n elektriese motor sal draai, gebruik jy die Linkerhandreël. Die vingers is dieselfde, net die hand verander. Let ook op dat 'n alternatiewe handposisie is om al vier vingers vorentoe te plaas (veld), en dan dui die duim die beweging of krag aan, en 'n lyn loodreg tot die palm dui die stroom aan.

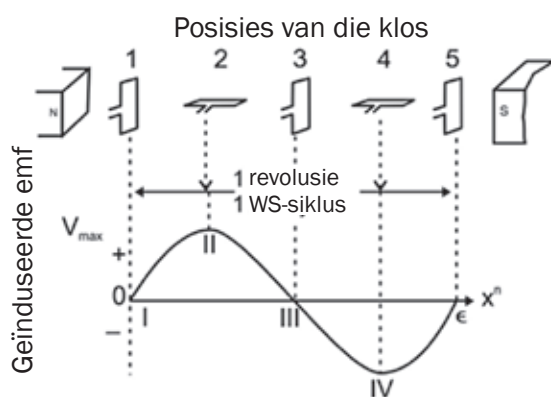


## Stap-vir-Stap: Die WS-generator

Voorstel: kyk na die video <http://www.youtube.com/watch?v=wpCYiSFBQOU> (waar 0 zero is)

| Stap I: Klos vertikaal:  | Stap II: Klos horisontaal:   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ab</b> en <b>cd</b> is parallel tot die normaal tot die magnetiese veld</li> <li>• wat gerig is van N tot S</li> <li>• en is parallel tot die beweging van kante ab en cd</li> <li>• daar is nie verandering in die magnetiese vloed nie</li> <li>• <math>\therefore</math> geen emf is geïnduseer in die klos nie en</li> <li>• <math>\therefore</math> geen stroom vloei in die klos nie</li> </ul> <p><math>V = 0 \text{ V}</math> en <math>I = 0 \text{ A}</math></p> <p><b>STAP I</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klos is geroteer in 'n kloksgewyse rigting</li> <li>• ab en cd sny deur die magnetiese veld wat gerig is van N tot S.</li> <li>• <math>\therefore</math> daar is nie 'n verandering in die <b>magnetiese</b> vloed nie en ab beweeg af en 'n emf word geïnduseer oor die eindpunte van die klos wat stroom in die klos induseer.</li> <li>• <math>\therefore</math> konvensionele stroomrigting is van b tot a, dus a en A is – (negatief) EN</li> <li>• <b>cd beweeg op en 'n emf word geïnduseer oor die eindpunte van die klos wat stroom in die klos induseer. Dus, konvensionele stroomrigting is van d tot c, dus is d en D + (positief)</b></li> <li>• V en I neem toe tot <math>V_{\text{maks}}</math> en <math>I_{\text{maks}}</math> wanneer die klos horisontaal is en dit sny die magnetiese veld loodreg</li> <li>• V en I neem af van <math>V_{\text{maks}}</math> en <math>I_{\text{maks}}</math> met verdere draai van die klos.</li> </ul> <p><b>STAP II</b></p> |

| Stap III: Klos vertikaal:  | Stap IV: Klos horisontaal:   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ab en cd is weer parallel tot die normaal tot die magnetiese veld</b></li> <li>wat gerig is van <b>N</b> tot <b>S</b></li> <li>en is parallel tot die beweging van kante <b>ab</b> en <b>cd</b></li> <li><math>\therefore</math> daar is geen verandering in die magnetiese vloed nie</li> <li><math>\therefore</math> geen emf word in die klos geïnduseer nie en</li> <li><math>\therefore</math> geen stroom vloei in die klos nie</li> </ul> <p><math>V = 0 \text{ V}</math> en <math>I = 0 \text{ A}</math></p> <div data-bbox="209 898 708 1077"> <p><b>wenk</b> Omdat elke kant van die klos of anker altyd gekonnekteer is met dieselfde glyring en borsel, verander die stroomrigting.</p> </div> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ab en cd</b> begin weer deur die magnetiese veld sny wat gerig is van <b>N</b> tot <b>S</b>.</li> <li><math>\therefore</math> daar is weer 'n verandering in die magnetiese vloed namate ab opbeweeg (duim wys op) en 'n emf word geïnduseer oor die eindpunte van die klos wat stroom in die klos induseer.</li> <li><math>\therefore</math> konvensionele stroomrigting is van a tot b, dus a en A is + (positief)</li> </ul> <p>EN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>cd</b> beweeg af (duim wys af) en 'n emf word geïnduseer oor die eindpunte van die klos wat 'n stroom in die klos induseer. Palm wys vorentoe van c tot d <math>\therefore</math> konvensionele stroomrigting is van c tot d, dus d en D is – (negatief)</li> <li>en <math>I</math> neem toe tot <math>V_{\text{maks}}</math> en <math>I_{\text{maks}}</math> wanneer die klos horisontaal is en dit sny die magnetiese veld loodreg. <math>V</math> en <math>I</math> neem af van <math>V_{\text{maks}}</math> en <math>I_{\text{maks}}</math> namate die klos verder roteer</li> </ul> |



### Die wisselstroom- (WS) siklus

In WS (wisselstroom) verander die stroomspanning (en rigting) elke siklus; dit is elke keer wat die generator of dinamo deur een revolusie draai (volsirkel).

| Wanneer die klos vertikaal is<br>(in klosposisies 1, 3 en 5)   | Wanneer die klos horisontaal is<br>(in klosposisies 2 en 4)   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ab en cd</b> is parallel tot die normaal tot die magnetiese veld en sny nie deur die magnetiese veld nie</li> <li>Daar is geen veranderende magnetiese vloed nie</li> <li><math>\therefore</math> geen emf of stroom word in die klos geïnduseer nie</li> <li><math>\therefore V = 0 \text{ V}</math> en <math>I = 0 \text{ A}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ab en cd</b> is loodreg tot die normaal tot die magnetiese veld en sny daarom deur die magnetiese veld</li> <li>Daar is 'n veranderende magnetiese vloed</li> <li><math>\therefore</math> emf en stroom word in die klos geïnduseer</li> <li><math>\therefore V = V_{\text{maks}}</math> en <math>I = I_{\text{maks}}</math> maar die emf en stroom is omgekeer.</li> </ul> |



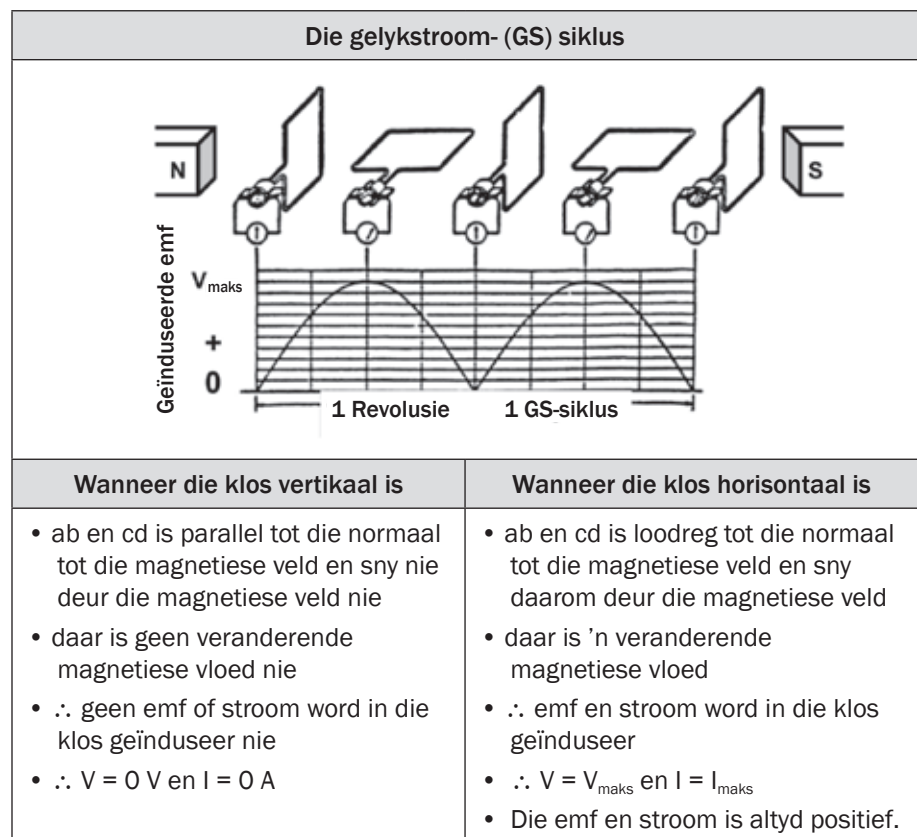
### Toename van die geïnduseerde emf en stroom

Die geïnduseerde emf (en daarom die hoeveelheid geïnduseerde stroom) neem toe as:

- Die geleier (draad) vinniger geroteer word sodat die koers waarteen die magnetiese vloed verander, toeneem;
- die magnetiese veld sterker is (gebruik sterker magnete);
- daar meer windings (lusse) op die klos is sodat die lengte van die geleier (draad) wat deur die veld beweeg, toeneem.

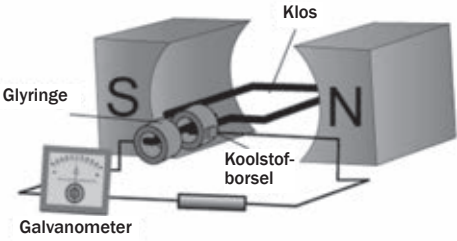
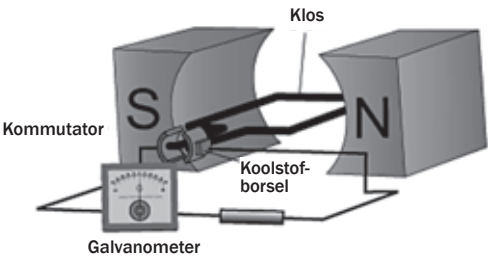
### Die gelykstroom- (GS) siklus

In GS (gelykstroom), behou die stroom dieselfde spanning (en rigting) in elke siklus; dit is, elke keer wat die generator of dinamo deur een revolusie (volsirkel) draai.



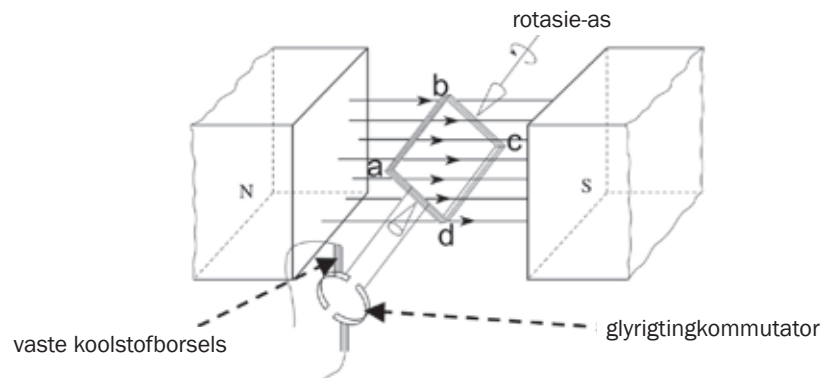
## 8.1.2 Die verskil tussen WS- en GS-generators

'n Gelykstroomgenerator (dinamo) wek gelykstroom in plaas van wisselstroom op.

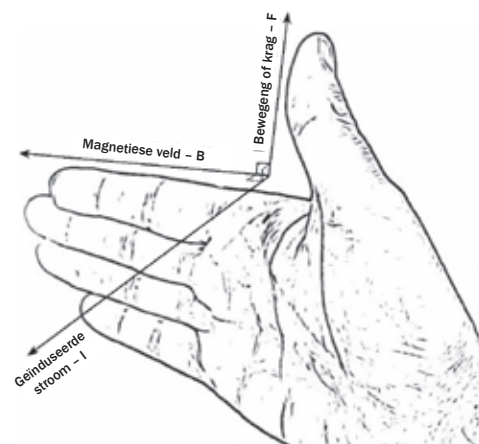
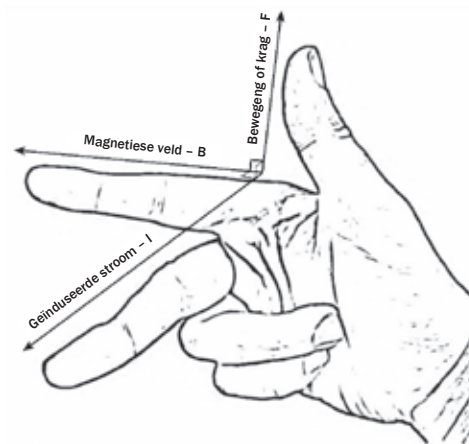
| Wisselstroom – (WS) generator   | Gelykstroom – (GS) generator  |
|---|---|
|    |   |
| Ooreenkomste tussen WS- en GS-generators  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al twee skakel meganiese energie om in elektriese energie.</li> <li>• Die klosse word meganies gedraai (bv. met stoom, lopende water of wind).</li> <li>• Die geïnduseerde emf neem toe en neem af tydens elke siklus.</li> <li>• Wanneer die klos deur die magnetiese veld sny, induseer die veranderende magnetiese vloed 'n emf en elektriese stroom in die klos.</li> <li>• Die geïnduseerde V en I het twee keer maksimum waardes tydens elke siklus.</li> <li>• Koolstofborsels vang die stroom op.</li> </ul> |   |
| Verskille tussen WS- en GS-generators   |   |
| <b>WS-generator</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die klos is met die glyringe gekonnekteer.</li> <li>• Dieselfde deel van die klos is altyd met dieselfde glyring verbind.</li> <li>• Die stroom in die glyringe verander rigting wanneer die stroom in die klos omkeer.</li> <li>• Die borsels vang die wisselstroom (WS) op van die glyringe af.</li> </ul>   | <b>GS-generator</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die klos is gekonnekteer aan 'n glyringkommulator.</li> <li>• 'n Borsel maak kontak met 'n ander helfte van die glyringkommulator tydens elke helfte van die rotasie (siklus).</li> <li>• Een borsel maak altyd kontak met die positiewe helfte van die glyringkommulator en die ander borsel maak altyd kontak met die negatiewe helfte van die glyringkommulator.</li> <li>• Die borsel vang GS op van die glyringkommulator.</li> </ul> |

### 8.1.3 Elektriese motors

Onderdele van die gelykstroom- (GS) motor

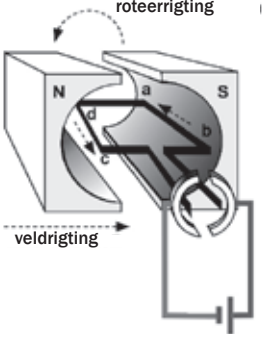
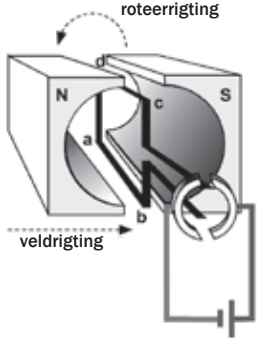
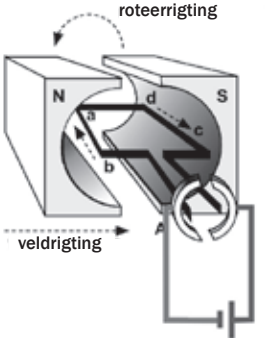
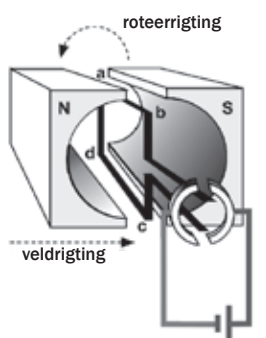


Gebruik Fleming se Regterhandreël om die rigting van die krag op die geleier te bepaal – die rigting waarin die klos draai. Onthou: die stroom is in die rigting van die middelvinger of palm, die magnetiese veld is in die rigting van die vingers (of wysvinger) en die beweging (krag) is in die rigting van die duim.





## 8.1.4 Werking van 'n eenvoudige GS-motor

| Stap 1: Klos horisontaal by 0°.  | Stap 2: Klos vertikaal by 90°   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>die glyringkommutator maak kontak met die borsels ∴ stroom vloei deur die klos</li> <li><b>ab</b> en <b>cd</b> is by 90° tot die magnetiese veld</li> <li>die magnetiese veld is van <b>N</b> tot <b>S</b> (vingers links na regs)</li> <li><b>ab</b> is gekonnekteer aan + terminaal</li> <li>∴ konvensionele stroom van b tot a (duim van b tot a)</li> <li>∴ palm wys opwaarts</li> <li>∴ <b>AFWAARTSE Krag</b> op <b>ab</b></li> <li><b>cd</b> is gekonnekteer aan die – terminaal ∴ konvensionele stroom van d tot c (duim van d tot c)</li> <li>∴ palm wys af ∴ <b>OPWAARTSE krag</b> op <b>cd</b></li> <li>die 2 kragte veroorsaak 'n resultant wringkrag (draaikrag) op die klos</li> <li>∴ dit roteer antikloksgewys</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>STAP I</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>die openinge in die glyringkommutator is teenoor die borsels</li> <li>∴ geen stroom vloei deur die klos nie</li> <li>∴ geen resultantkrag op die klos nie</li> <li>MAAR die klos se momentum dra dit verby die vertikale posisie.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>STAP II</b></p>   |
| Stap 3: Klos horisontaal by 180°   | Stap 4: Klos vertikaal by 270°  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Die glyringkommutator maak weer kontak met die borsels ∴ stroom vloei deur die klos</li> <li><b>ab</b> en <b>cd</b> is by 90° tot die magnetiese veld</li> <li>die magnetiese veld is van <b>N</b> tot <b>S</b> (vingers links tot regs)</li> <li><b>ab</b> is nou gekonnekteer met die – terminaal ∴ konvensionele stroom van a tot b (duim van a tot b)</li> <li>∴ palm wys af ∴ <b>OPWAARTSE krag</b> op <b>ab</b></li> <li><b>cd</b> is gekonnekteer met die + terminaal ∴ konvensionele stroom van c tot d (duim van c tot d)</li> <li>∴ palm wys op ∴ <b>AFWAARTSE krag</b> op <b>cd</b></li> <li>die 2 kragte veroorsaak 'n resultant wringkrag (draaikrag) op die klos</li> <li>∴ dit hou aan antikloksgewys draai.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>STAP III</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die opening in die glyringkommutator is weer teenoor die borsels ∴ geen stroom vloei deur die klos nie</li> <li>∴ geen resultantkrag op die klos nie</li> <li>MAAR die klos se momentum dra dit verby die vertikale posisie tot by die oorspronklike posisie in Stap 1</li> <li>die eerste siklus is voltooi en die proses word herhaal.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>STAP IV</b></p>  |

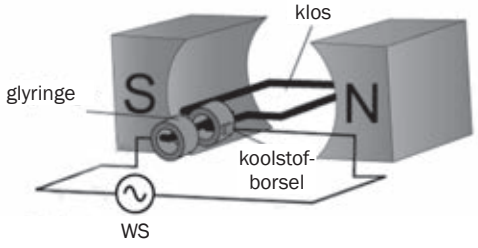
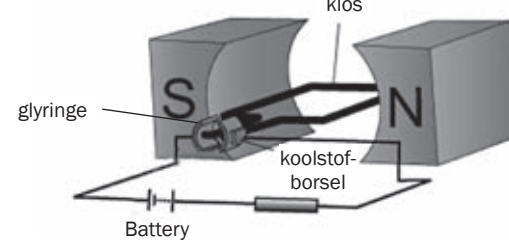
### Toename in die spoed waarmee die GS-motor roteer (draai)

Die klos sal vinniger draai as:

- die stroom in die klos toeneem;
- die aantal windings op die klos toeneem;
- die sterkte van die magnetiese veld toeneem.



### 8.1.5 Die verskille tussen WS- en GS-motors

| Wisselstroom- (WS) motor  | Gelykstroom- (GS) motor  |
|---|--|
|    |    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>WS</b>-kragvoorsiening</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GS</b>-kragvoorsiening (battery)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vaste magnete</b> voorsien 'n vaste magnetiese veld van N tot S en die <b>borsels</b> maak kontak met <b>glyringe</b> om die <b>WS</b> aan die klos te voorsien <b>OF</b></li> <li>• <b>WS-elektromagnete</b> voorsien 'n magnetiese veld wat rigting verander gedurende elke WS-siklus en die borsels maak kontak met die <b>glyringkommutator</b> om die <b>WS</b> aan die klos te voorsien.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Borsels maak kontak met glyringkommutator om die <b>GS</b> aan die klos te voorsien.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruik vir swaar vragte, bv. wasmasjiene, elektriese bore.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruik vir ligte vragte, bv. haardroërs, speelgoedkarretjies.</li> </ul>                       |

## 8.1.6 Verskille tussen 'n motor en 'n generator

'n Elektriese motor en 'n elektriese generator is basies dieselfde apparaat. Die primêre verskil is dat in die geval van 'n motor word elektrisiteit gebruik om dit te draai, en in die geval van 'n generator genereer meganiese draaiing elektrisiteit.

| Gelykstroom (GS) motors   | Gelykstroom (GS) generators  |
|---|--|
|   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gekonnekteer aan 'n battery. Die battery is 'n bron van elektriese energie.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• NIE gekonnekteer aan 'n battery nie.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Omskep elektriese energie in meganiese energie.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Omskep meganiese energie in elektriese energie.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaksie tussen die magnetiese velde van die magnete en dié rondom die stroomdraende geleier.</li> <li>• Die resultant magnetiese veld oefen 'n magnetiese krag op die klos uit.</li> <li>• Die klos draai weens die resultant magnetiese krag wat daarop inwerk.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die klos word meganies gedraai (bv. stoom, lopende water of wind)</li> <li>• Wanneer die klos deur die magnetiese veld sny, is daar 'n verandering in die magnetiese vloed.</li> <li>• Volgens Faraday se Wet van Elektromagnetiese Induksie induseer 'n verandering van magnetiese vloed 'n emf oor die eindpunte van die klos en stroom word in die klos geïnduseer.</li> </ul> |

## 8.1.7 Elektriese motors in die alledaagse lewe

In praktyk draai motors gladweg teen hoë spoed. Die klos in 'n motor bestaan uit 'n sagte ysterkern, omring van windings. Hierdie klos vorm die anker. Meeste ankers het baie klosse wat teen verskillende hoeke geplaas is. Elke klos in die anker het sy eie kommutator. Die gevolg is 'n groter draai-effek wat meebring dat die motor glad draai. 'n Baie belangrike voorbeeld van 'n elektriese motor is die aansitter van 'n kar, wat die karens draai ten einde dit te laat loop. Die doel van die karbattery is om die aansitter van krag te voorsien asook ander dinge, soos die ligte. Wanneer die kar loop, draai die petrolenjinn 'n generator wat weer die battery herlaai.

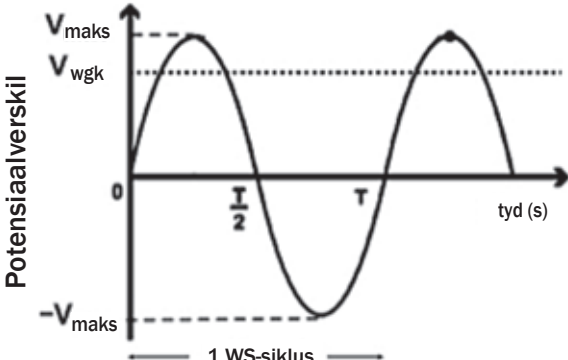
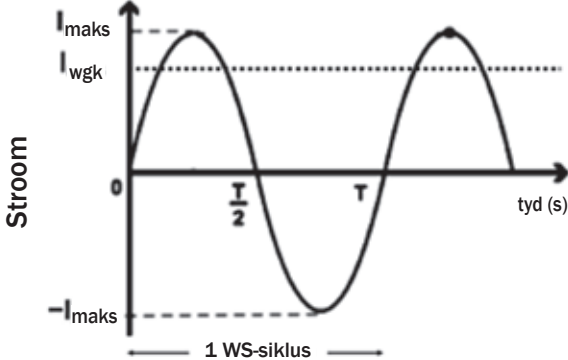
Sommige motors, bv. 'n elektriese boor kan ook wisselstroom gebruik omdat hulle elektromagnete bevat en nie permanente magnete nie. Die magnetiese veld verander rigting wanneer die wisselstroom in die klos vloei. Dus hou die motor aan draai in dieselfde rigting.

## 8.2 Wisselstroom-stroombane

- **Frekwensie:** Die frekwensie ( $f$ ) van 'n wisselstroombron is die aantal voltooide siklusse per sekonde en word gemeet in hertz (Hz). In Suid-Afrika word die elektrisiteit verskaf deur Eskom-kragstasies en dit het 'n frekwensie van 50 Hz.
- **Periode:** Die periode ( $T$ ) van 'n wisselstroomvoorsiening is die tyd wat dit neem om een siklus te voltooi. As die frekwensie van die WS-stroom 50 Hz is,  

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s}$$

### 8.2.1 Stroomspanning en stroom in 'n WS-stroombaan

| emf geïnduseer deur 'n WS-generator  | Stroom geïnduseer deur 'n WS-generator   |
|--|--|
|    |   |
| <p><math>V</math> varieer in siklusse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tussen nul en <math>V_{\text{maks}}</math></li> <li>- tussen + en - waardes</li> </ul> <p>as 'n funksie van tyd (bv. oor tyd)</p> <p>Spanning verander polariteit twee keer in een WS-siklus</p> <p><math>V_{\text{maks}}</math> word gelees by die kruin van die spanningkurwe en is die amplitude van die spanningkurwe</p> <p><math>V_{\text{maks}}</math> word twee keer in een WS-siklus bereik</p> <p><math>V_{\text{rms}}</math> is Wortel van Gemiddelde Kwadraatstroom, gemeet in volt (V)</p> $V_{\text{wgk}} = \frac{V_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$ | <p><math>I</math> varieer in siklusse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tussen nul en <math>I_{\text{maks}}</math></li> <li>- tussen + en - waardes</li> </ul> <p>as 'n funksie van tyd (bv. oor tyd)</p> <p>Stroom verander rigting twee keer in een WS-siklus</p> <p><math>I_{\text{maks}}</math> word gelees by die kruin van die stroomkurwe en is die amplitude van die stroomkurwe</p> <p><math>I_{\text{maks}}</math> word twee keer in 1 WS-siklus bereik</p> <p><math>I_{\text{wgk}}</math> is Wortel van gemiddelde Kwadraatstroom gemeet in ampère (A)</p> $I_{\text{wgk}} = \frac{I_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$ |



#### DEFINISIE

##### Wortel beteken kwadraatstroom

Die wortel van gemiddelde kwadraatstroom ( $V_{\text{rms}}$ ) is die ekwivalent GS-stroomspanningwaarde wat dieselfde verhitteffek of krag produseer as die veranderende WS.  $V_{\text{wgk}} = \frac{V_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$   $I_{\text{wgk}} = \frac{I_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$

Die wortel van gemiddelde kwadraatstroom ( $I_{\text{rms}}$ ) is die effektiewe stroomwaarde van wisselstroom.

- Wortel van gemiddelde kwadraatstroom (wgk) waardes is die WS-ekwivalent van GS-emf.
- As 'n GS-stroombaan 'n emf van 100 V het, en 'n WS-stroombaan het 'n  $V_{\text{wgk}}$  van 100 V, sal die stroombane dieselfde hoeveelheid krag gebruik.

## 8.2.2 Elektriese krag in 'n WS-stroombaan

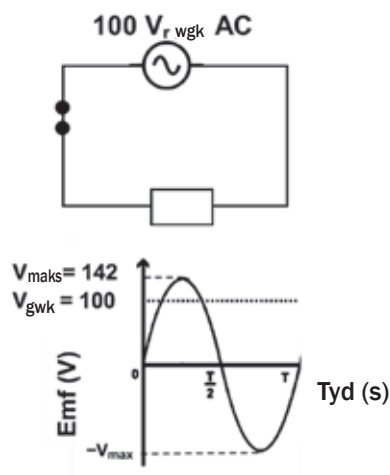


### DEFINISIE

**Elektriese krag (P)** is die koers waarteen energie omgeskakel of getransformeer word van een soort na 'n ander.

### Opsomming

WS-stroombaan



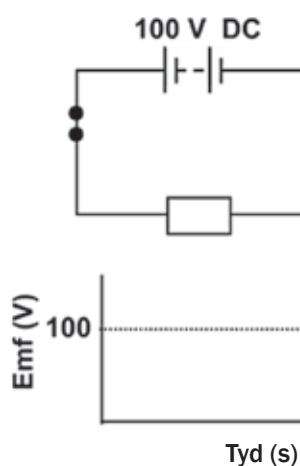
$$V_{gwk} = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V}$$

$$R = \frac{V_{gwk}}{I_{gwk}} \therefore V_{gwk} = I_{gwk} R$$

$$P_{gem} = V_{rms} I_{rms} = I_{gwk}^2 R = \frac{R_{gwk}^2}{R}$$

|           |   |                       |        |     |
|-----------|---|-----------------------|--------|-----|
| $P_{gem}$ | : | gemiddelde krag       | watt   | (W) |
| $V_{gwk}$ | : | gwk potensiaalverskil | volt   | (V) |
| $I_{gwk}$ | : | gwk stroom            | ampère | (A) |
| $R$       | : | weerstand             | ohm    | (Ω) |

GS-stroombaan



$$V = 100 \text{ V}$$

$$R = \frac{V}{I} \therefore V = IR$$

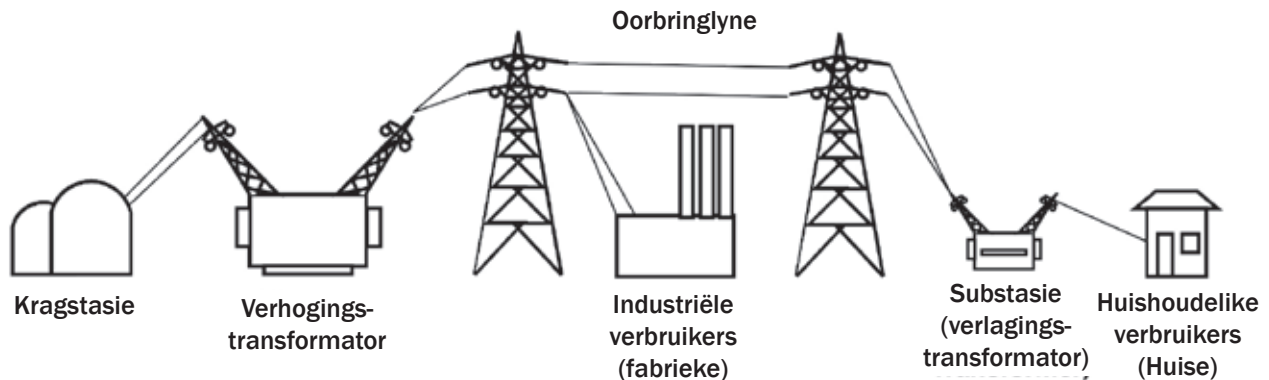
$$P = VI - I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Onthou:  
 $1 \text{ megavolt} = 1 \times 10^6 \text{ volt}$   
 $1 \text{ MV} = 1 \times 10^6 \text{ V}$



### 8.2.3 Voordele van wisselstroom

- Die belangrikste voordeel van WS is die feit dat die potensiaalverskil verander kan word deur transformators te gebruik.
- Transformators kan slegs funksioneer met wisselstroom.

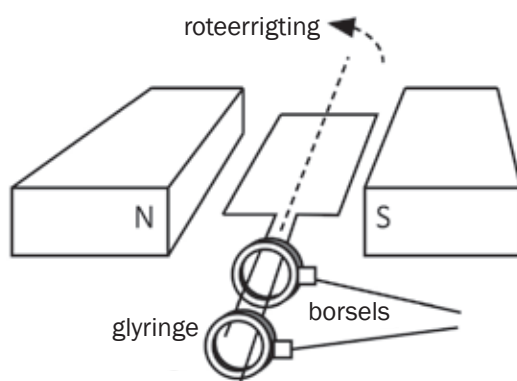


- Die krag in 'n transformator bly konstant en  $P = VI$   $\therefore V \propto \frac{1}{I}$
- By kragstasies word verhogingstransformators gebruik om die stroomspanning te verhoog wat die stroom verlaag.
- Die stroomspanning word verhoog tot tussen 130 en 750 MV
- Dit laat toe dat elektriese energie oorgedra kan word met elektriese kables oor lang afstande terwyl die stroom laag is.
- Die verlies in energie weens die verhittingseffek van die kables is laag wanneer die stroom ( $I$ ) klein is  
 $W = I^2 R t \therefore W_{\text{getransformeer tot hitte}} \propto I^2$
- Geleidingskables is dik om die energie wat tydens oorbringing as hitte verlore gaan, te verminder.
- Fabriekke benodig hoë stroomspanning ( $\pm 10$  kV).
- In dorpe word **verlagingstransformators** gebruik om die stroomspanning na  $\pm 220$  V te **verlaag**. Jy kan hulle in meeste voorstede langs die pad sien – hulle is donkergroen geverf.



## Aktiwiteit 1

'n Vereenvoudigde skets van 'n generator word hieronder gewys.



1. Is die uitsetstroomspanning WS of GS? Gee 'n rede vir jou antwoord. (2)
  2. Watter tipe energie-omskakeling vind plaas in die bostaande generator? (2)
  3. Noem TWEE effekte op die uitsetstroomspanning as die klos vinniger gedraai word. (2)
  4. Wat is die posisie van die klos relatief tot die magnetiese veld wanneer die uitsetstroomspanning die maksimum is? (1)
- [7]

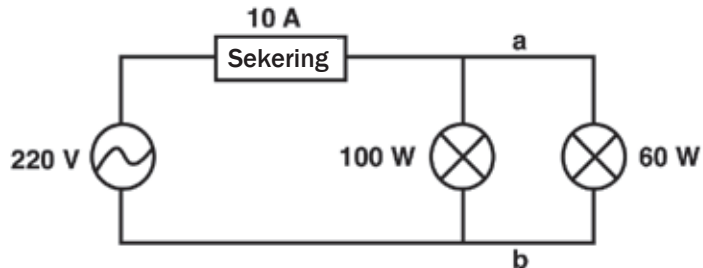
### Oplossings

1. WS – Die generator het glyringe. ✓ ✓ (2)
  2. Meganiese ✓ energie word omgeskakel na elektriese energie. ✓ (2)
  3. Uitsetstroomspanning ✓ verhoog en die aantal siklusse per sekonde ✓ verhoog. (2)
  4. Die klosposisie is parallel tot die magnetiese veld. ✓ (1)
- [7]



## Aktiwiteit 2

Ligte in meeste huise is parallel geskakel soos getoon in die vereenvoudigde stroombaan hieronder. Twee gloeilampe van 100 W; 220 V en 60 W; 220 V onderskeidelik is gekonnekteer aan 'n WS-bron van wgk-waarde 220 V. Die sekering in die stroombaan kan 'n maksimum stroom van 10 A toelaat.



1. Bereken die hoogste stroomspanning van die bron. (3)
2. Bereken die weerstand van die 100 W-gloeilamp wanneer dit onder normale toestande gebruik word. (3)
3. 'n Elektriese ketel met 'n kragkoers van 2 200 W, is nou gekonnekteer oor punte a en b. Verduidelik met behulp van 'n berekening hoekom dit nie aanbeveel word nie. (5)

[11]

### Oplossings

$$1. V_{wgk} = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}} \checkmark$$

$$220 = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}} \therefore V_{maks} = 311,1 \text{ V} \checkmark \quad (3)$$

$$2. P = \frac{V_{wgk}^2}{R} \checkmark$$

$$100 = \frac{220^2}{R} \therefore R = 484 \Omega \checkmark \quad (3)$$

$$3. P_{gem} = V_{wgk} I_{wgk} \checkmark \quad 2\,200 = (220) I_{wgk} \checkmark$$

$$I_{wgk} = \frac{2200}{220}$$

$$I_{wgk} = 10 \text{ A} \checkmark$$

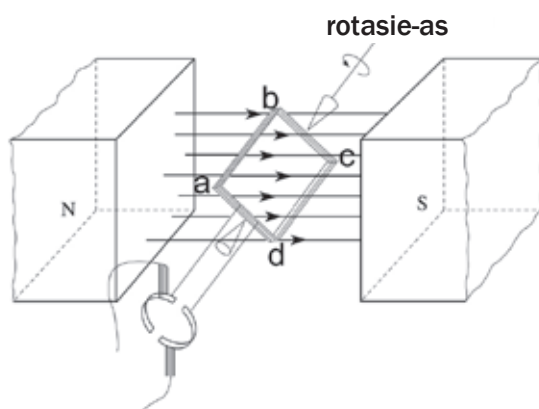
Die yster trek 10 A-stroom. Saam met die ligte sal die totale stroom 10 A oorskry wat die sekering sal laat uitbrand. ✓ ✓ (5)

[11]



### Aktiwiteit 3

Die noodsaaklike komponente van 'n vereenvoudigde GS-motor word in die diagram hieronder getoon.



Wanneer die motor funksioneer, roteer die klos in 'n kloksgewyse rigting soos aangetoon.

1. Skryf die funksie van elk van die volgende komponente neer:
  - a) Glyringkommutator (1)
  - b) Borsels (1)
2. Wat is die rigting van die konvensionele stroom in die deel van die klos benoem AB? Skryf slegs neer VAN A TOT B of VAN B TOT A. (1)
3. Sal die klos 'n maksimum of minimum draai-effek hê as die klos in die posisie is soos getoon in die diagram hierbo? (1)
4. Noem EEN manier waarop hierdie draai-effek (wringdraai) verhoog kan word. (1)
5. Wisselstroom (WS) word gebruik vir die langafstand oorbring van elektrisiteit. Gee 'n rede hoekom WS bo GS verkies word vir langafstand oorbring van elektrisiteit. (2)
6. 'n Elektriese toestel met 'n kragkoers van 2 000 W is gekonnekteer aan 'n 230 V wgk huishoudelike hoofvoorsiening. Bereken die:
  - a) Hoogste (maksimum) stroomspanning. (3)
  - b) wgk-stroom deur die toestel (3)

[13]



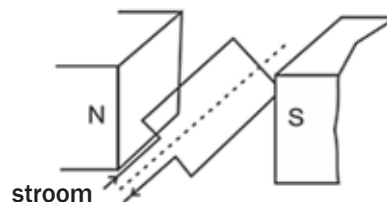
**Oplossings**

1. a) Keer die stroomrigting in die klos elke halfsikus om. ✓ (1)  
b) Konnekteer eksterne stroombaan aan glyringkommutator. ✓ (1)
  2. B tot A ✓ (1)
  3. Maksimum ✓ (1)
  4. Verhoog stroomsterkte ✓ / Vermeerder aantal klosse ✓ /  
Gebruik sterker magnete. ✓ (**enige een**) (1)
  5. WS kan verhoog word tot hoë stroomspanning en lae stroom. ✓  
Minder energieverlies met lae stroom ( $W = I^2 R \Delta t$ ). ✓ (2)
  6. a)  $V_{wgk} = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}} \checkmark \therefore 230 \checkmark = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}} \therefore V_{maks} = 325,27 \text{ V} \checkmark$  (3)  
b)  $P_{gem} = V_{wgk} I_{wgk} \checkmark$   
 $2\,000 = (230) I_{wgk} \checkmark$   
 $I_{wgk} = 2000 / 230$   
 $I_{wgk} = 8,695 \text{ A} \checkmark$  (3)
- [13]**

**Aktiwiteit 4**

Elektriese motors is belangrike komponente van baie moderne elektriese toestelle. WS-motors word gebruik in wasmasjiene en stofsuiers, en GS-motors word gebruik in speelgoed en sekere gereedskap.

1. Watse energiebewaring vind in elektriese motors plaas? (2)
2. Wat is die noodsaaklike verskil in die ontwerp tussen WS- en GS-motors? (4)
3. Lys DRIE maniere waarop die doeltreffendheid van die motor verbeter kan word. (3)
4. Beskou die diagram. Die konvensionele stroomrigting word aangedui deur die pyle.
  - a) In watter rigting (kloksgewys of antikloksgewys) sal die gekloste anker roteer as die skakelaar toe is? (1)
  - b) Hoekom hou die anker aan beweeg in dieselfde rigting wanneer dit die vertikale posisie bereik het? (2)

**[12]**

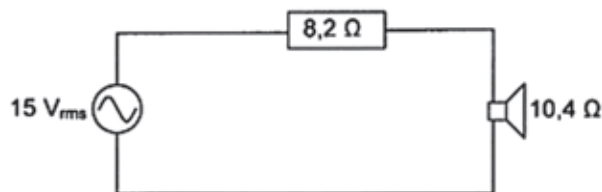
**Olossings**

1. Elektriese energie omgeskakel na meganiese ✓ energie. (2)
2. 'n GS-motor keer stroomrigting om met behulp van die kommutator wanneer ✓ die klos in die vertikale posisie is om volgehoue rotering te verseker. ✓  
'n WS-motor met wisselstroom as inset, werk sonder kommutators ✓ aangesien die stroom wissel ✓/glyringe kan gebruik. (4)
3. Vermeerder die getal windings op elke klos ✓, verhoogde stroom, ✓ sterker magnete. ✓ (3)
4. a) Antikloksgewys (1)  
b) Die anker se eie momentum ✓/ die glyringkommutator verander stroomrigting elke keer wat die klos die vertikale posisie bereik. ✓ (2)

**[12]****Aktiwiteit 5**

In die stroombaan lewer die WS-bron wisselende stroomspannings teen oudiofrekwensie aan die luidspreker.

1. Wat is die hoogste stroomspanning wat die bron kan lewer? (3)
2. Bereken die gemiddelde krag gelewer aan die luidspreker. (7)

**[10]****Oplossings**

1.  $V_{\text{wgk}} = V_{\text{maks}}/\sqrt{2}$  ✓  
 $\therefore V_{\text{maks}} = \frac{15}{\sqrt{2}}$  ✓ = 21,21 V ✓ (3)
2.  $R_{\text{totaal}} = 8,2 + 10,4$  ✓ = 18,6 Ω ✓  
 $I = \frac{V}{R}$  ✓ = 15 / 18,6 = 0,81 A ✓  
 $P = I^2 R$  ✓ = (0,81)<sup>2</sup>(10,4) ✓ = 6,76 W ✓ (7)

**[10]**

# Optiese fenomene en eienskappe van materiale

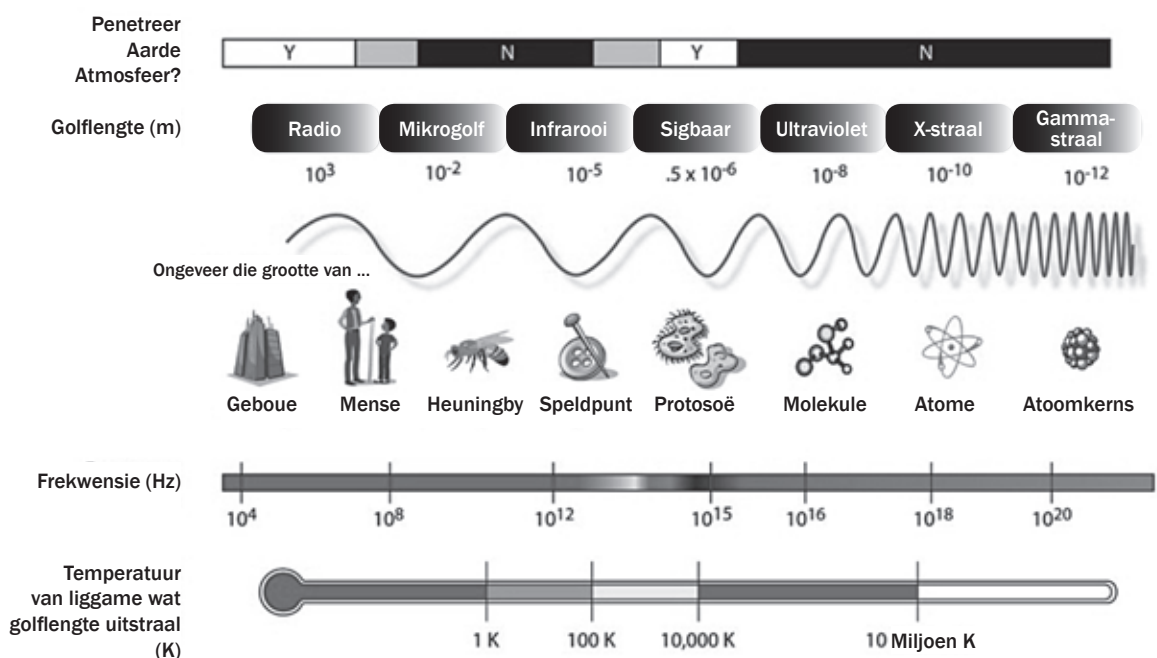
## 9.1 Elektromagnetiese golwe en sigbare lig: Hersiening

### 9.1.1 Elektromagnetiese golwe

Elektromagnetiese golwe bestaan uit elektriese en magnetiese velde. Hierdie velde is loodreg tot mekaar en tot die rigting waarin die golf voortgeset word (sien rigting waarin dit beweeg).

Jy moet onthou:

- Elektromagnetiese golwe beweeg deur 'n vakuum teen  $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Hulle neem toe in frekwensie en energie van radiogolwe (laer frekwensie en minder energie) tot gammastrale (hoë frekwensie en meer energie)
- Hulle neem toe in golflengte van gammastrale (korter golflengte) tot radiogolwe (langer golflengte)
- Die sigbare lig spektrum is deel van die elektromagnetiese spektrum (hieronder getoon).



Die elektromagnetiese spektrum (Bron: [http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_spectrum](http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum))

## 9.1.2 Sigbare lig

Sigbare lig is deel van die elektromagnetiese spektrum. Jy moet onthou:

- Sigbare lig neem toe in frekwensie en energie van rooi (laer frekwensie, minder energie) tot pers (hoër frekwensie, meer energie).
- Sigbare lig neem toe in golflengte van pers (korter golflengte) tot rooi (langer golflengte).
- Sigbare lig het 'n dubbelnatuur omdat dit golfeienskappe het terwyl dit voortgeplant (gesein) word en dit het deeltjie-eienskappe wanneer dit met ander materie bots en interaksie plaasvind (die foto-elektriese effek).



### Dubbelnatuur van lig:

- **Golfnatuur** tydens voortsetting bewys deur **diffraksie en inmenging**
- **Deeltjenatuur** tydens interaksie met materie bewys deur die **foto-elektriese effek**

## 9.2 Die foto-elektriese effek

Die foto-elektriese effek word gebruik in sonpanele om elektrisiteit te genereer. Die foto-elektriese effek verwys na die vermoë van lig om metale elektrone te laat vrystel. Jy moet onthou:

- Ligenergie word uitgesend in 'pakkies' wat **fotons** genoem word.
- Elke foton bestaan uit 'n sekere hoeveelheid energie wat 'n kwantum genoem word.
- Die hoeveelheid energie ( $E$ ) in 'n **kwantum** is direk proporsioneel tot die frekwensie ( $f$ ) van die lig.
- 'n Elektron benodig 'n minimum hoeveelheid energie om van 'n atoom vrygestel te word. Dus moet die foton wat die energie voorsien 'n minimum frekwensie hê voor dit 'n elektron sal toelaat om vrygestel te word van die metaaloppervlak.
- Wanneer lig op 'n oppervlak (soos metaal) skyn, bots die fotons met die atome in die oppervlak.
- Al die energie van die foton ( $E = hf$ ) word oorgedra na die atoom waarmee die foton bots.
- As 'n elektron in 'n atoom op die oppervlak van die metaal genoegsame energie kan verkry tydens die botsing, word dit vrygestel van die metaaloppervlak en word dit 'n foto-elektron genoem.



- Die formule  $c = f\lambda$  word gebruik om die spoed van lig te bereken, waar  $c$  ( $3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) is die spoed van lig in meter per sekonde,  $\lambda$  is die golflengte in meter (m) en  $f$  is die frekwensie in hertz (Hz).
- Die formule  $E = hf$  word gebruik om die energie van straling te bereken, waar  $E$  die energie van straling is in Joule (J),  $h$  is Planck se konstante ( $6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$ ) en  $f$  is die frekwensie in hertz (Hz).



### DEFINISIES

- Die **foto-elektriese** effek is die proses waarby elektrone vrygestel word van 'n metaaloppervlak wanneer lig van genoegsame frekwensie invallend is (val op) op die oppervlak.
- Die **werkfunksie** ( $W_0$ ) van 'n metaal is die minimum energie wat benodig word om 'n foto-elektron vry te stel van die metaaloppervlak.
- Die **drempelfrekwensie** of **afsnijfrekwensie** ( $f_0$ ) is die minimum frekwensie van die invallende fotons (lig) wat benodig word om 'n foto-elektron vry te stel van die metaaloppervlak.

$$\begin{array}{llll} \text{energie} \propto \text{frekwensie} & \text{en} & \text{werkfunksie} \propto \text{drempel- (afsnij-) frekwensie} \\ \therefore E \propto f & \text{en} & W_0 \propto f_0 \\ \therefore E = hf & \text{en} & W_0 = hf_0 \end{array}$$

## 9.2.1 Verandering van die frekwensie en intensiteit van die invallig

- Die intensiteit van 'n liggolf word gemeet deur die krag (wattverbruik) van die ligbron. 'n 8 W (watt) KFL-gloeilamp is dof, maar 'n 16 W KFL-gloeilamp is helder.
- Dit hang ook af van die tipe lig. Byvoorbeeld, ligemissiediode (LED) ligte gebruik baie min krag, maar is baie helder; kompakte fluoriserende ligte (KFL) gebruik 'n mid-reeks hoeveelheid krag en is helder vir die hoeveelheid krag wat hulle verbruik, en tungstenfilament of witgloeiende gloeilampe gebruik baie krag vir die hoeveelheid lig wat hulle verskaf, bv. 60 W, 100 W.
- Dit beteken dieselfde tipe lig met 'n *hoër* wattverbruik sal *helderder* wees as dieselfde soort lig met 'n laer wattverbruik.

Wanneer die frekwensie van die invallig (die lig wat op die metaal val) groter is as die drempelfrekwensie, sal veranderinge in intensiteit (helderheid) en frekwensie hierdie veranderings veroorsaak:

### Verhoging van die frekwensie van invallig

Die **frekwensie** van die invallig is **verhoog** terwyl die **intensiteit** (helderheid) **konstant** bly:

- Dieselfde aantal foto-elektrone word vrygestel van die oppervlak van die metaal
- die kinetiese energie van die foto-elektrone neem toe
- die spoed waarteen die foto-elektrone wegbeweeg van die metaal neem toe

MAAR

- dieselfde aantal fotons bots met die metaaloppervlak per sekonde en
- dieselfde aantal foto-elektrone word vrygestel van die metaaloppervlak per sekonde; d.i. die koers waarteen foto-elektrone vrygestel word, bly konstant.

### Verhoging van die intensiteit van invallig

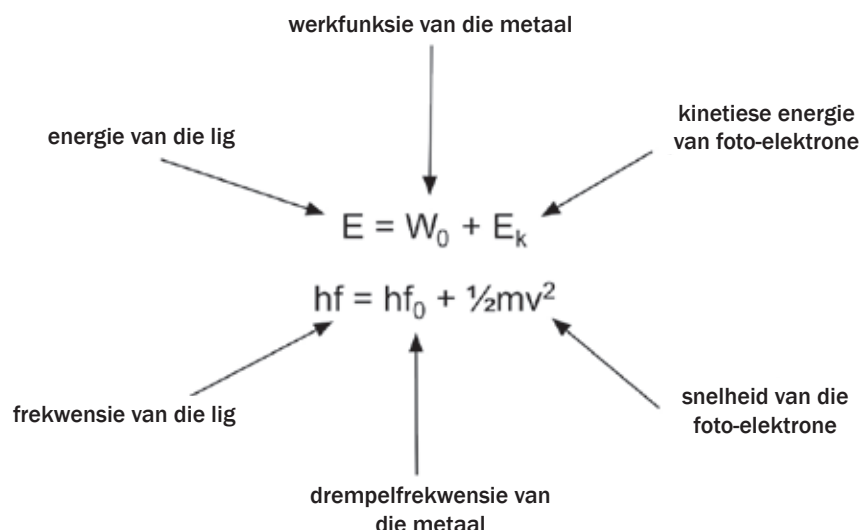
Die **intensiteit** (helderheid) van die invallig **neem toe** terwyl die **frekwensie konstant** bly:

- meer foto-elektrone word vrygestel van die metaaloppervlak
- die energie van elke foton bly konstant omdat die frekwensie konstant bly en
- die kinetiese energie en die spoed van die vrygestelde foto-elektrone bly konstant sodat
- die spoed waarteen die foto-elektrone wegbeweeg van die metaal konstant bly

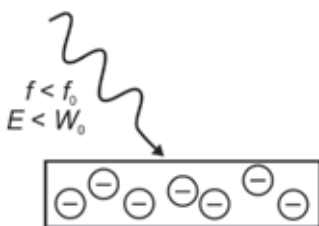
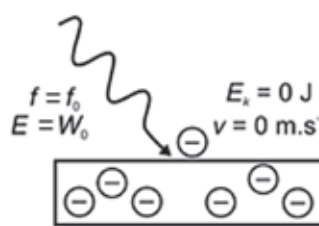
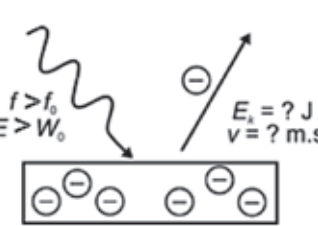
MAAR

- meer fotons bots met die metaaloppervlak per sekonde en
- meer foto-elektrone word vrygestel van die metaaloppervlak per sekonde; d.i. die koers waarteen foto-elektrone vrygestel word, neem toe.

## 9.2.2 Berekening van energie van foto-elektrone



## 9.2.3 Toestande vir vrystelling van foto-elektrone

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>(bv.) 1</b> <math>f_{\text{lig}} &lt; f_0</math></p> <p><math>E_{\text{lig}} &lt; W_0</math><br/><math>hf_{\text{lig}} &lt; hf_0</math></p> <p><i>Foto-elektrone:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• word NIE losgelaat nie.</li> </ul>  | <p><b>(bv.) 2</b> <math>f_{\text{lig}} = f_0</math></p> <p><math>E_{\text{lig}} = W_0</math><br/><math>hf_{\text{lig}} = hf_0</math></p> <p><i>Foto-elektrone:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• word vrygestel op die metaaloppervlak</li> <li>• het nie kinetiese energie nie</li> <li>• beweeg nie weg nie.</li> </ul>  | <p><b>(bv.) 3</b> <math>f_{\text{lig}} &gt; f_0</math></p> <p><math>E_{\text{lig}} &gt; W_0</math><br/><math>hf_{\text{lig}} &gt; hf_0</math></p> <p><i>Foto-elektrone:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• word vrygestel van die metaaloppervlak</li> <li>• het kinetiese energie</li> <li>• beweeg weg.</li> </ul>  |
|---|--|--|



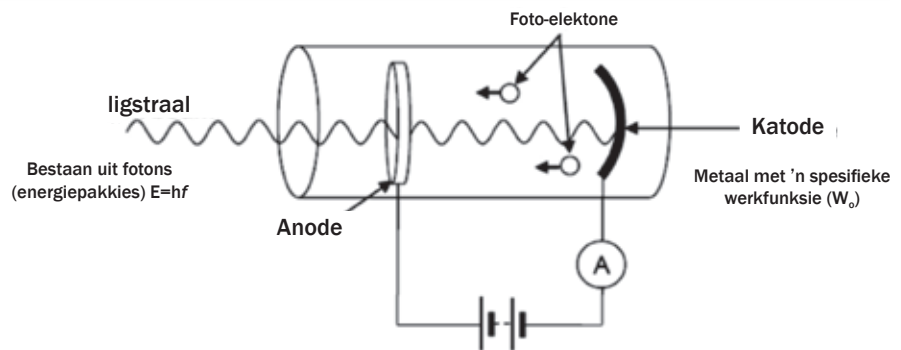
|         |                        |  |
|---------|------------------------|--|
| E:      | energie van lig        | (J)  |
| h:      | Planck se konstante    | $(6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1})$ |
| f:      | frekwensie             | (Hz)   |
| $W_0$ : | werkfunksie            | (J)  |
| $E_k$ : | kinetiese energie      | (J)  |
| v:      | snelheid van elektrone | $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$                       |
| m:      | massa van elektron     | $(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})$                  |

## 9.2.4 Nog 'n voorbeeld van die foto-elektriese effek

'n Foto-elektriese diode in 'n elektriese stroombaan is nog 'n voorbeeld van die toepassing van die foto-elektriese effek. Wanneer fotons (lig) met 'n frekwensie hoër as die drempelfrekwensie van die metaalkatode skyn op die katode, word foto-elektrone vrygestel.

Foto-elektriese diodes word gebruik in:

- rookverklidders
- ligmeters in kameras
- afstandbeheerkontrolle en
- CD-spelers.



'n Foto-elektriese diode in 'n elektriese stroombaan



### Uitgewerkte Voorbeeld 1

Bereken die energie van 'n liggolf met 'n golflengte van 660 nm.

#### Oplossing

$$c = \lambda f$$

$$\therefore 3 \times 10^8 = 660 \times 10^{-9} f$$

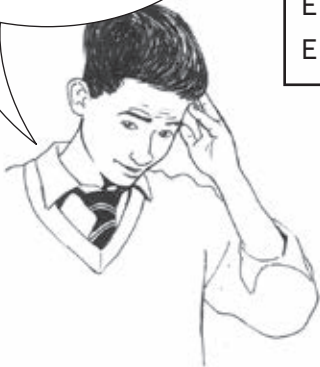
$$f = 3 \times 10^8 - 4,55 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = hf$$

$$E = (6,63 \times 10^{-34})(4,55 \times 10^{14})$$

$$E = 3,02 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Wanneer die golflengte gegee word, bereken altyd die frekwensie eerste.  
Skakel nm om na m  
 $660 \text{ nm} = 660 \times 10^{-9} \text{ m}$   
Gebruik  $c = \lambda f$   
Bereken dan die energie met gebruik van  $E = hf$ .





## Uitgewerkte Voorbeeld 2

'n Leerder wil die foto-elektriese effek demonstreer.

Hy gebruik 'n sinkskyf geplaas op 'n mikroskoop.

Die werkfunksie ( $W_0$ ) van sink is  $6,9 \times 10^{-19}$  J.

1. Definieer die konsep **werkfunksie**.
2. Bereken die maksimum golflengte van lig wat elektrone sal vrystel van die sink.
3. Die elektroskoop is negatief gelaai en dan blootgestel aan ultraviolet lig van 'n kwiklamp. Een van die golflengtes van die lig is 260 nm. Bereken die kinetiese energie van 'n elektron vrystel van die sinkskyf deur 'n foton van hierdie lig.

### Oplossings

1. Die werkfunksie ( $W_0$ ) van 'n metaal is die minimum energie wat benodig word om 'n foto-elektron vry te stel van die metaaloppervlak.
2.  $E = hf$  en  $c = \lambda f$   
 $6,9 \times 10^{-19} = (6,63 \times 10^{-34}) f$   $3 \times 10^8 = \lambda (1,05 \times 10^{15})$   
 $f = 1,04 \times 10^{15}$  Hz  $\lambda = 2,88 \times 10^{-7}$  m

3.  $E = W_0 + E_k$   
 $E = hf$   
 $hf = W_0 + E_k$   
 $(6,63 \times 10^{-34})(1,05 \times 10^{15}) = 6,9 \times 10^{-19} + E_k$   
 $E_k = (7,63 \times 10^{-19}) - (6,9 \times 10^{-19})$   
 $E_k = 7,3 \times 10^{-20}$  J

En

$$c = \lambda f$$

$$3 \times 10^8 = (260 \times 10^{-9}) f$$

$$f = 3 \times 10^8 / (260 \times 10^{-9})$$

$$f = 1,15 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Onthou:  
Skakel nm om na m  
 $260 \text{ nm}$   
 $= 260 \times 10^{-9} \text{ m}$

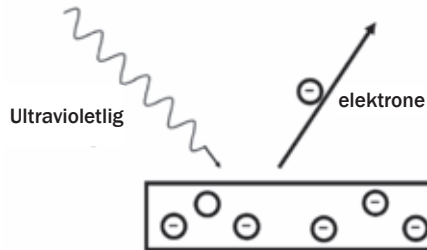






## Aktiwiteit 1

'n Metaaloppervlak word belig met ultravioletlig met golflengte van 330 nm. Elektrone word vrygestel van die metaaloppervlak. Die minimum hoeveelheid energie benodig om 'n elektron van die oppervlak van hierdie metaal vry te stel, is  $3,5 \times 10^{-19}$  J.



1. Noem die geïllustreerde fenomeen. (1)
2. Gee EEN woord of term vir die onderstreepte sin in die paragraaf hierbo. (1)
3. Bereken die frekwensie van die ultravioletlig. (3)
4. Bereken die kinetiese energie van 'n foto-elektron vrygestel van die metaaloppervlak wanneer die ultravioletlig daarop skyn. (3)
5. Die intensiteit van die ultravioletlig wat die metaal belig, is nou verhoog.  
Watse effek sal hierdie verandering op die volgende hê?
  - a) Kinetiese energie van die vrygestelde foto-elektrone.  
(Skryf slegs neer NEEM TOE, NEEM AF of BLY DIESELFDE.) (1)
  - b) Aantal foto-elektrone vrygestel per sekonde. (Skryf slegs neer NEEM TOE, NEEM AF of BLY DIESELFDE.) (1)

[10]

### Oplossings

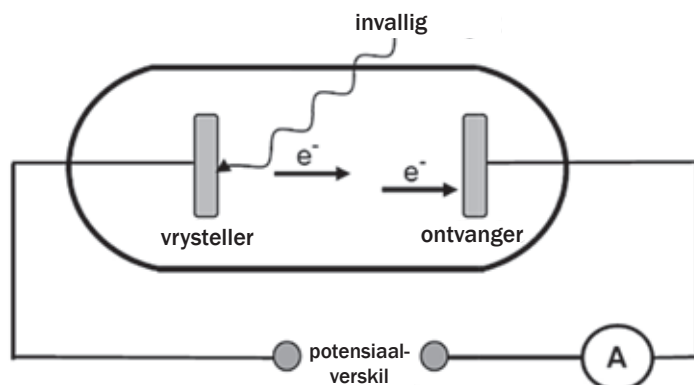
1. Foto-elektriese effek. ✓ (1)
2. Werkfunksie. ✓ (1)
3.  $c = \lambda f$  ✓  
 $3 \times 10^8 = (330 \times 10^{-9}) f$  ✓  
 $f = 9,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$  ✓ (3)
4.  $E_k = hf - W_0$  ✓  $330 \text{ nm} = 330 \times 10^{-9} \text{ m}$   
 $= (6,6 \times 10^{-34})(9,09 \times 10^{14}) - 3,5 \times 10^{-19}$   
 $= 6,0 \times 10^{-19} - 3,5 \times 10^{-19}$  ✓  
 $= 2,5 \times 10^{-19} \text{ J}$  ✓ (3)
5. a) Bly dieselfde. ✓ (1)  
 b) Neem toe. ✓ (1)

[10]



## Aktiwiteit 2

In die vereenvoudigde diagram hieronder, is lig invallig op die vrysteller van 'n fotosel. Die vrygestelde foto-elektrone beweeg na die versamelaar en die ammeter registreer 'n lesing.



1. Noem die fenomeen hierbo geïllustreer. (1)
2. Die werkfunksie van die metaal gebruik as vrysteller is  $8,0 \times 10^{-19} \text{ J}$ . Die invallig het 'n golflengte van 200 nm. Bereken die maksimum spoed waarteen 'n elektron vrygestel kan word. (6)
3. Invallig van 'n hoër frekwensie word nou gebruik.  
Hoe sal hierdie verandering die maksimum kinetiese energie affekteer van die elektron vrygestel in die vraag hierbo?  
Skryf slegs neer TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE. (1)
4. Die intensiteit van die invallig is nou verhoog.  
Hoe sal hierdie verandering die spoed affekteer van die elektron bereken in Vraag 3? Skryf slegs neer TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE. Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
5. 'n Metaalwerker plaas twee ysterstawe, A en B, in 'n smeltoond.  
Ná 'n ruk merk hy op dat A dieprooi gloei terwyl B oranje gloei. Watter staaf, A of B, het hoër energie-uitstraling?  
Gee 'n rede vir jou antwoord. (2)
6. Neontekens verlig baie geboue.  
Watter tipe spektrum word geproduseer deur neontekens? (1)

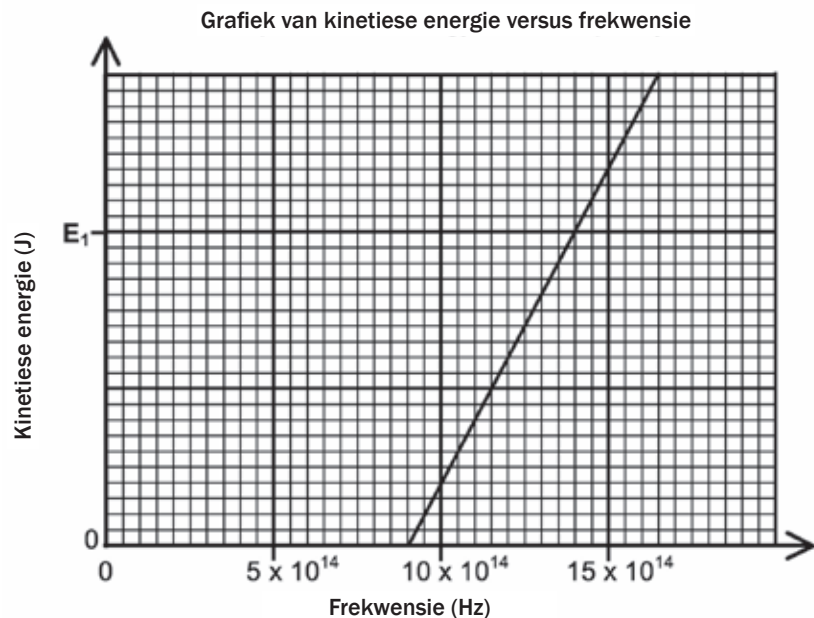
[13]

**Oplossings**

1. Foto-elektriese effek ✓ (1)
  2.  $E = W_0 + E_k$  ✓  
 $hf = hf_0 + E_k$  ✓  
 $\frac{hc}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2}mv^2$  ✓  
 $\frac{(6,63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{200 \times 10^{-9}} \checkmark = 8 \times 10^{-19} \checkmark + \frac{1}{2}(9,11 \times 10^{-31})v^2 \checkmark$  (6)
  3. Neem toe ✓ (1)
  4. Bly dieselfde ✓  
 Intensiteit affekteer slegs aantal foto-elektrone vrygestel per sekonde. ✓ (2)
  5. B ✓  
 Oranje lig het 'n hoër frekwensie as rooi lig. ✓ (2)
  6. Lynuitstraling (spektra) ✓ (1)
- [13]**

**Aktiwiteit 3**

Tydens 'n ondersoek word lig met verskillende frekwensies geskyn op die metaalkatode van 'n fotosel. Die kinetiese energie van die vrygestelde foto-elektrone word gemeet. Die grafiek hieronder toon die resultate verkry.



1. Vir hierdie ondersoek, skryf die volgende neer:
  - a) Afhanklike veranderlike. (1)
  - b) Onafhanklike veranderlike. (1)
  - c) Kontrole veranderlike. (1)
2. Definieer die term drempelfrekwensie. (2)

3. Gebruik die grafiek om die drempelfrekwensie te verkry van die metaal gebruik as katode in die fotosel. (1)
4. Bereken die kinetiese energie by E1 getoon op die grafiek. (4)
5. Hoe sal die kinetiese energie bereken in Vraag 4 geaffekteer word as lig met hoër intensiteit gebruik is? Skryf slegs neer NEEM TOE, NEEM AF of BLY DIESELFDE. (1)

[11]

**Oplossings**

- 1.a) Kinetiese energie ✓ (1)
- b) Frekwensie ✓ (1)
- c) (Soort) metaal ✓ (1)
2. Die minimum frekwensie benodig om elektrone van die oppervlak van 'n metaal vry te stel. ✓ (2)
3.  $9 \times 10^{14} \text{ Hz}$  ✓ (1)
4.  $E = W_0 + E_k$  ✓  
 $hf = hf_0 + E_k$   
 $(6,63 \times 10^{-34})(14 \times 10^{14}) \checkmark =$   
 $(6,63 \times 10^{-34})(9 \times 10^{14}) + E_k \checkmark$   
 Daarom  $E_k = 3,32 \times 10^{-19} \text{ J}$  ✓ (4)
5. Bly dieselfde ✓ (1)

[11]



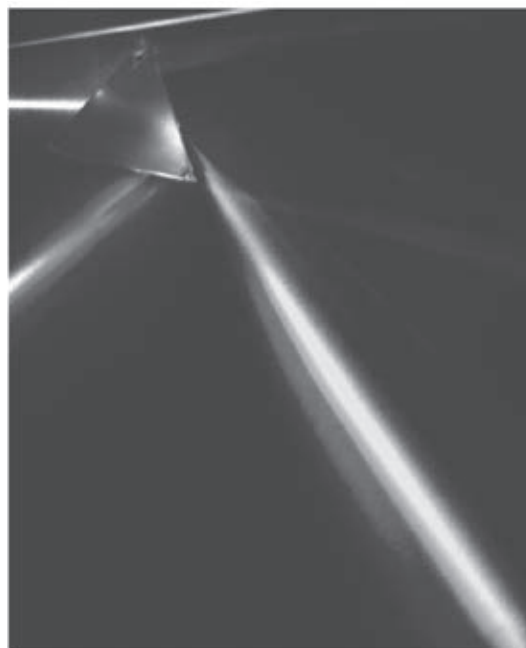
# 10 Eenheid

## Uitstralings- en absorpsiespektra

Al die foto's op bladsye 144, 145 en 146 is in kleur voor op die binneomslag.

### Opsomming

- Wanneer 'n ligstraal van een optiese medium na 'n ander gaan, word die straal deur refraksie opgebreek en die spoed en rigting verander.
- Die patroon wat vorm wanneer 'n ligstraal opgebreek word in die komponent frekwensies, word 'n spektrum genoem. Die lig is opgebreek deur die individuele strale van verskillende frekwensies (refraksie) of met die pad 'gebuig' namate hulle deur optiese (deursigtige) media van verskillende optiese digthede (verskillende grade van deursigtigheid/liggeleiding) gaan.
- Spektra kan waargeneem word met 'n diffraksierooster, 'n spektroskoop of 'n prisma, of in 'n reënboog ná 'n storm.



(Bron: <http://en.wikipedia.org/wiki/Prism>)

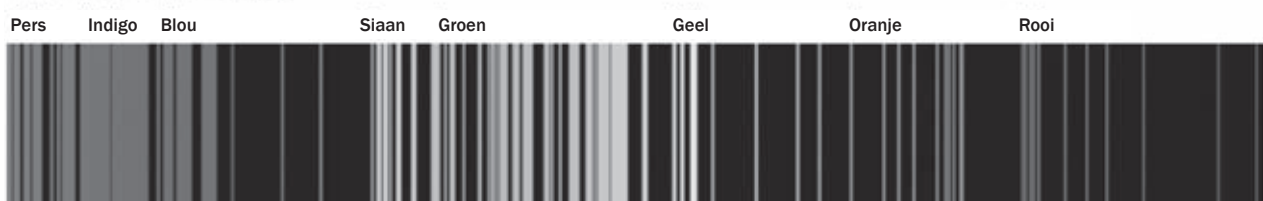
### 10.1 Aaneenlopende emissiespektra

- Die spektrum wat ontstaan wanneer lig deur 'n prisma gaan, word 'n aaneenlopende spektrum genoem.
- Die spektrum uitgestraal deur die son is 'n aaneenlopende spektrum.
- Die kleure in die spektrum volg mekaar sonder enige gapings tussen hulle. 'n Bekende voorbeeld van 'n spektrum is 'n reënboog ná 'n donderstorm.

## 10.2 Atomiese emissiespektra

- Atomiese emissie- (uitstraling-) spektra ontstaan wanneer 'n gas verhit word of wanneer 'n elektriese stroom deur 'n gas gestuur word in 'n gasafsettingsbuis.
- Die elektrone in die gasatome absorbeer die energie en word opgewek na hoë energievlakke. Hierdie hoë energietoestand is onstabiel.
- Wanneer opgewekte elektrone terugkeer na die grondtoestand of 'n laer energievlak, word die energie vrygestel in spesifieke energiepakkies genaamd 'fotons' of ligdeeltjies.
- Die gas word liggloeiend.
- Die energie van die vrygestelde foton is gelyk aan die energieverkil tussen die twee energievlakke. Die energie van lig is direk proporsioneel tot sy frekwensie en die ligfrekwensie bepaal die kleur.
- Slegs die frekwensies (kleure) van lig wat in die sigbare reeks val, wat uitgestraal word deur die atome, kan met die oog gesien word. Kleure buite die sigbare reeks, soos ultraviolet en infrarooi word nie gesien nie. Die reeks frekwensies uitgestraal deur 'n spesifieke stof, word lynemissiespektrum genoem omdat meeste stowwe nie die volle spektrum uitstraal nie, maar in stede straal hulle 'n spesifieke patroon van frekwensies uit.
- Die atome van elke element het 'n unieke stel energievlakke, dus is die lynemissiespektrum 'n stel diskrete gekleurde lyne met donker spasies tussen hulle waar daardie frekwensies nie uitgestraal word nie.
- Die lynemissiespektrum vir elke element is uniek tot daardie element en kan gebruik word om die element te identifiseer. Byvoorbeeld, amber straatlampe het 'n natriumlamp en produseer 'n amber lig omdat natrium primêr in die geel band uitstraal. Soortgelyk word vuurwerke se kleure bepaal deur die chemikalieë wat gebruik word. Byvoorbeeld, helderrooi word geproduseer deur strontium (Sr), blougroen deur koper (Cu), ensovoorts.
- Wetenskaplikes kan sê watter elemente teenwoordig is op ver weg planete en sterre deur hulle liguitstralings deur 'n prisma te stuur en na die emissiespektrum te kyk.

Emissiespektrum van yster



Emissiespektrum van waterstof



**DEFINISIES**

**diskreet:** duidelik en individueel, apart

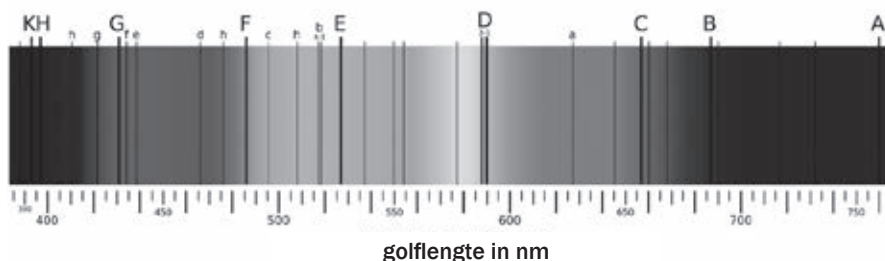
**witligglœiend:** gloeiend

**grondtoestand:** laagste stabiele energietoestand

**opgewekte toestand:** hoog en onstabiele energietoestand

## 10.3 Atomiese absorpsiespektra

'n Atomiese absorpsiespektrum is 'n kontinuespektrum waar sekere kleure of frekwensies weg is. Hierdie frekwensies kom voor as donker lyne in die spektrum. Die area A-B in die diagram hieronder is infrarooi. Die area B-C en halfpad na D is rooi. Die area C-D is oranje. Die area D-E is groen. Die area E-F is siaan/ligblou. Die area om F is blou. Die area F-G is indigo, en G-H pers. Die area KH is ultraviolet.



(Bron: Wikimedia Commons)

### Jy moet onthou:

- Atomiese absorpsiespektra word geproduseer wanneer lig deur 'n koue gas gaan.
- Die elektrone in die atome van die gas absorbeer energie van die lig en word opgewek en beweeg na 'n hoër energievlak.
- Die energie van die geabsorbeerde ligenergie is gelyk aan die energieverkil tussen die twee energievlakke.
- Die ligenergie is direk proporsioneel tot sy frekwensie en die frekwensie van lig bepaal die kleur.
- Die lig wat nie deur die gas geabsorbeer is nie, bereik die oog en toon dan die reeks frekwensies in die atomiese absorpsiespektrum.
- Die atome van elke element het 'n unieke stel energievlakke, dus is die atomiese absorpsiespektrum 'n kontinuespektrum met 'n paar swart lyne. Die lyne verteenwoordig die kleure (en dus frekwensies) van die lig wat deur die gasatome se elektrone geabsorbeer is.
- Die atomiese absorpsiespektrum vir elke element is uniek tot daardie element en kan gebruik word om die element te identifiseer.
- Die donker lyne verteenwoordig dieselfde frekwensies van lig wat uitgestraal is in dieselfde element se atomiese emissiespektrum. As 'n atomiese emissiespektrum en 'n atomiese absorpsiespektrum gekombineer word vir 'n spesifieke element, sien ons 'n kontinuespektrum.



## Aktiwiteit 1

1. Wat is die benaderde golflengtereeks van sigbare lig? (2)
2. Noem die vyf golflengtereekse en hulle gebruike. (5)
3. Hoe kan 'n wetenskaplike bepaal watter elemente teenwoordig is op 'n ster? (3)
4. Wat is die benaderde golflengte van rooi lig? En pers? (2)
5. Wat vertel die golflengte van UV jou van sy energievlakke? (2)
6. Het mikrogolfstraling of gammastraling meer energie per foton? (1)
7. Gee een voorbeeld van 'n kleur by vuurwerke wat bekom is deur emissiespektra. (1)

[16]

### Oplossings

1. 400 nm (✓) tot 700 nm (✓) (Een punt per korrekte waarde) (2)
2. Sigbare lig: om te sien (✓); X-strale: om bene sonder chirurgie te ondersoek (✓); Gamma-strale: om bakterieë te dood (✓); UV: sonbrand ((✓), help by navigeer (✓), dryf fotosintese (✓); Infrarooi: nagvisie (✓), hittestraling (✓), sommige lasers (✓); mikrogolwe: telekommunikasie (✓), radar (✓), oonde (✓); radiogolwe: telekommunikasie (✓). (enige 5) (5)
3. Sy kan die lig van 'n ster deur 'n spektroskoop projekteer (✓) wat dit opbreek in komponente (✓). Dan kan sy die spektrum vergelyk met bekende emissiespektra van bekende elemente. (✓) (3)
4. Enige waarde 700-600 nm (✓) (dit is kontinu); Enige waarde naby 400-450 nm (✓). (2)
5. UV het 'n kort golflengte (✓) wat beteken dat dit hoë energievlakke het. (✓) (2)
6. Gamma. (✓) (1)
7. Cu / Koper: blou / groen / siaan / blougroen / turkoois (✓); Strontium / Lithium: Rooi (3); Yster / Natrium / Kalsium / Fe / Na / Ca: oranje / geel (3); Magnesium / Mg / Aluminium / Al: Wit (✓); Potassium / K: pers / violet (✓); Groen: Barium / Ba (✓) (ligte groen), moontlik Koper / Cu (donkerder groen) (✓). (enige een) (1)

[16]



*Welgedaan!*





**Die Mind the Gap-studiegidsreeks help jou om die sprong te maak deur hard te studeer om sukses in die Graad 12-eksamen te behaal.**

**Hierdie publikasie mag nie verkoop word nie.**

© Kopiereg Departement van Basiese Onderwys [www.education.gov.za](http://www.education.gov.za)

Dié publikasie is gepubliseer met 'n Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike-lisensie.

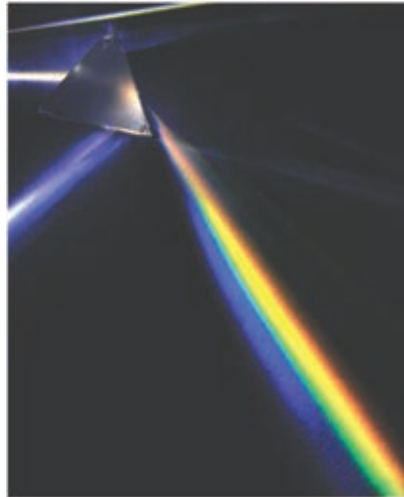
Inbelsentrum 0800 202 933



**basic education**

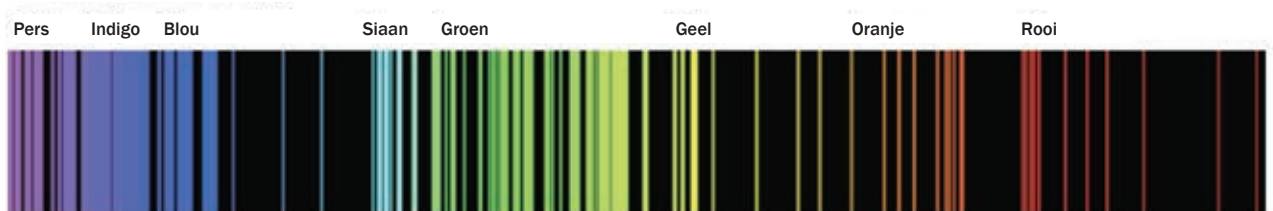
Departement:  
Basiese Onderwys  
**REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA**

# Kleurdiagramme: Uitstraling en absorberingspektra\*



Kleurspektrum en Witlig

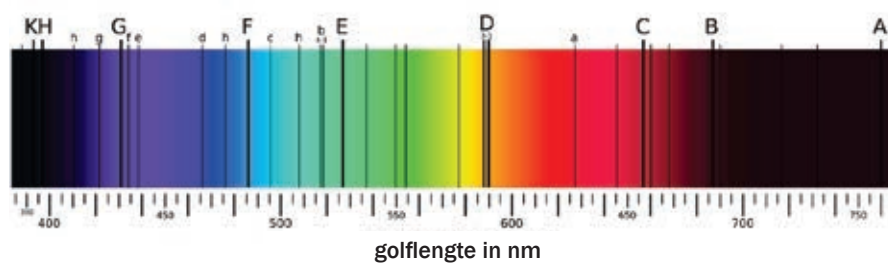
Emissiespektrum van yster (Fe)



Emissiespektrum van waterstof (H)



Uitstralingspektra



Absorberingspektra  
(Bron: Wikimedia Commons)

\* Sien bladsye 144, 145 en 146