

COOL COLLEGE COLLECTION

<http://www.cool-college.nl>

EXACT

SAMENVATTING EXAMENSTOF
NATUURKUNDE, WISKUNDE-B
EN EEN DEEL SCHEIKUNDE
VOOR HAVO EN VWO

R. HAGMEIJER

Hagmeijer Holding BV
Ouverturestraat 12
7534 CR Enschede

Editie 2015
ISBN 978-90-823523-0-6

© *Hagmeijer Holding BV, Enschede, The Netherlands*

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorwoord

'Exact' bevat een uitgebreid overzicht van de HAVO/VWO eindexamenstof voor de vakken Natuurkunde, Wiskunde-B en een deel van Scheikunde. Het is dus niet zozeer een lesboek maar veel meer een korte en bondige **samenvatting**. Door middel van de inhoudsopgave en de lijst van **trefwoorden** kan informatie snel en gemakkelijk gevonden worden.

De stof is samengevat in een aantal theorieën met bijbehorende formules. Deze theorieën worden begeleid door **figuren, een beknopte uitleg en voorbeelden**.

Speciale aandacht is gegeven aan het noemen en controleren van eenheden (zoals meter, seconde, kilogram etc). Het werken met eenheden **voorkomt het maken van onnodige fouten**.

Dr.ir. R. Hagmeijer, Februari 2015, Enschede.

Over de auteur

Dr.ir. R. Hagmeijer heeft de ingenieursopleiding 'Lucht- en ruimtevaarttechniek' aan de toenmalige Technische Hogeschool Delft gevolgd en Cum Laude afgerond. Daarna heeft hij 13 jaar als onderzoeksingenieur gewerkt bij het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium NLR op het gebied van aerodynamica en sterkteleer. In die tijd heeft hij ook een promotieonderzoek gedaan op het gebied van Computational Fluid Dynamics en de doctors-titel verkregen. Sinds 2000 werkt hij als Universitair Hoofddocent aan de Universiteit Twente bij de faculteit Werktuigbouwkunde waar hij veelvuldig werd genomineerd voor de onderwijsprijs en die ook tweemaal won.

Dankwoord

De auteur is zeer erkentelijk voor de inbreng en suggesties van J.B. Hagmeijer en Drs. M. Hagmeijer-van der Wel. J.B. Hagmeijer heeft de opleiding Havo gevolgd en afgerond aan het Bonhoeffer College te Enschede met het profiel Natuur & Techniek. Hij studeert momenteel Technische Natuurkunde aan het Saxion (HBO) te Enschede. Drs. M. Hagmeijer-van der Wel heeft Orthopedagogiek gestudeerd aan de Universiteit van Amsterdam en is gespecialiseerd in school- en leerproblemen.

Inhoud

Trefwoorden	viii
-----------------------	------

I Natuurkunde	1
1 Beweging	3
1.1 Eenparig versnelde rechte beweging	3
1.2 Algemeen verband afstand en snelheid	4
1.3 Algemeen verband snelheid en versnelling	4
1.4 Beweging in het zwaartekrachtsveld	5
1.5 Beweging langs een cirkel	5
2 Kracht en beweging	6
2.1 De wetten van Newton	6
2.2 Ontbinden van een kracht	7
2.3 Krachtenevenwicht	8
2.4 Beweging	9
2.5 Momentenevenwicht	10
3 Energie, arbeid en vermogen (mechanica)	11
3.1 Energie	11
3.2 Arbeid	12
3.3 Vermogen	12
4 Elektriciteit	13
4.1 Lading, stroom en spanning	13
4.2 Stroomkringen	14
4.3 Weerstand	15
4.4 Vermogen	17
4.5 Wisselspanning en wisselstroom	18
4.6 Rendement	19
4.7 Samenvatting grootheden, symbolen en eenheden van elektriciteit	20
5 Trillingen en golven	20
5.1 Trillingen	20
5.2 Golven	22
5.3 Fase	23
5.4 Geluids- en lichtgolven	24
5.5 Interferentie	25
5.6 Staande golven	26
6 Licht	28
6.1 Breking	28
6.2 Lenzen	29
6.3 Beelden en de lenzenformule	30
6.4 Vergroting	31
7 Straling	32
7.1 Atoomkernen	32

7.2	Vervalreacties	33
7.3	Straling, radioactiviteit	34
7.4	Halveringstijd, activiteit en halveringsdikte	35
7.5	Stralingsdosis en equivalente dosis	36
7.6	Kernenergie	36
8	Regelsystemen en signaalverwerking	37
8.1	Automaten	37
8.2	Processor onderdelen	37
9	Materie en energie	39
9.1	Warmte, temperatuur en warmtetransport	39
9.2	Warmtecapaciteit en soortelijke warmte	39
10	Elektromagnetisme	40
10.1	Magnetisme	40
10.2	Stroom en magnetisme	40
10.3	Stroom, magnetisme en kracht	41
10.4	Elektromagnetische inductie	42
10.5	Krachten op geladen deeltjes	43

II Wiskunde 45

11	Algebra	47
11.1	Breuken	47
11.2	Vergelijkingen	48
11.3	Lineaire vergelijkingen	48
11.4	Kwadratische vergelijkingen	48
11.5	Hogere-machts vergelijkingen	49
11.6	Ongelijkheden	49
11.7	Lineaire ongelijkheden	50
11.8	Kwadratische ongelijkheden	50
11.9	Hogere-machts ongelijkheden	50
11.10	Ongelijkheden oplossen	51
12	Meetkunde	52
12.1	Oppervlakte van vlakke figuren	52
12.2	Oppervlakte van ruimtelijke figuren	53
12.3	Inhoud van ruimtelijke figuren	54
13	Goniometrie	55
13.1	Rechthoekige driehoek	55
13.2	Cirkel	56
14	Functies	57
14.1	Intervallen, stijgen en dalen	57
14.2	Lineaire en kwadratische functies	58
14.3	Machts- en wortelfuncties	59
14.4	Exponentiële en logaritmische functies	60
14.5	Rekenregels machten en logaritmen	62
14.6	Gebroken functies	62
14.7	Periodieke functies	63
14.8	Verschuiven van functies	64
14.9	Vergroten (en verkleinen) van functies	65
15	Differentiaalrekening	66
15.1	Raaklijn	66
15.2	Afgeleide functie	67
15.3	Afgeleiden van standaard functies	68
15.4	Tweede afgeleide	68
15.5	Produktregel	69
15.6	Kettingregel	69

15.7	Quotiëntregel	70
16	Integraalrekening	71
16.1	Integraal en primitieve	71
16.2	Toepassing: oppervlakte onder een functie	72
16.3	Toepassing: oppervlakte tussen twee functies	75
16.4	Toepassing: inhoud omwentelingslichaam om x-as	76
16.5	Toepassing: inhoud omwentelingslichaam om y-as	77
III	Scheikunde	79
17	Reacties	81
17.1	Reactievergelijkingen	81
17.2	Reactiesnelheid	83
17.3	Evenwicht	84
18	Reductie en oxidatie (Redox reacties)	85
18.1	Reductie van een oxidator	85
18.2	Oxidatie van een reductor	85
18.3	Redox reacties	86

Trefwoorden

- α -straling, 34
- β -straling, 34
- γ -straling, 34
- $\in$, 57
- ∞ , 57

- Absolute waarde, 71
- Activiteit, 35
- Afgeknotte kegel, 53
- Afgeleide
 - tweede afgeleide, 68
 - van constante, 68
 - van een functie, 67
 - van machts functie, 68
 - van periodieke functie, 68
 - van wortel functie, 68
- Afstand, 3
 - integraal van snelheid, 73
- Ampère, 13, 20
- Amplitude, 21–23, 63
- Arbeid, 12
- Asymptoot, 59–62
- Atomen
 - atoomnummer, 32
 - bouw, 32
 - isotopen, 32
 - kern, 32
 - massagetal, 32
- Atoom, 32
- Atoombouw, 32
- Atoomnummer, 32
- Automaat
 - onderdelen, 37
 - processor, 37

- Becquerel, 35
- Beeld, 30
- Beeldafstand, 30, 31
- Beeldconstructie (licht), 30
- Beginhoek, 63
- Behoud van energie, 11
- Behoud van lading, 33
- Behoud van massa, 33
- Beweging
 - $a - t$ diagram, 3
 - $s - t$ diagram, 3
 - $v - t$ diagram, 3
 - éénparig versneld, 3
 - afgelegde weg, 3
 - afstand - snelheid verband, 4
 - hoeksnelheid, 5
 - horizontale worp, 5
 - in zwaartekrachtsveld, 5
 - langs cirkel, 5
 - snelheid - versnelling verband, 4
- Binaire getallen, 38
- Bol
 - inhoud, 54
 - oppervlakte, 54
- Boventoon, 27
- Brandpunt, 29
- Brandpuntsafstand, 29, 30
- Brekingindex, 28
- Breuken
 - delen, 47
 - optellen, 47
 - procent, 47
 - vermenigvuldigen, 47
- Buiken, 22
- Buiklijnen, 25

- Cilinder, 53
- Cirkel
 - omtrek, 53
 - oppervlakte, 53
- Comparator, 38
- Constante versnelling, 3
- Convergerende stralenbundel, 29
- Cosinus, 63
 - definitie, 55
- Coulomb, 13, 20

- Delen (breuken), 47
- Differentiëren
 - kettingregel, 70
 - produktregel, 69
 - quotiëntregel, 70
- Dioptrie, 29

Discriminant, 48
 Divergerende stralenbundel, 29
 Doordringend vermogen, 34
 Driehoek, 52
 Eénparig versnelde beweging, 3
 Eenheid
 afstand: meter, 3
 arbeid: Joule, 12
 energie: Joule, 11
 equivalente dosis: Sievert, 36
 frequentie: Hertz, 21
 hoek: radiaal, 56
 kracht: Newton, 6
 lading: Coulomb, 13, 20
 lensstrekke: dioptrie, 29
 magnetisme: Tesla, 41
 snelheid: m/s , 3
 soortelijke weerstand: Ωm , 15
 spanning: Volt, 13, 20
 stralingsactiviteit: becquerel, 35
 stralingsdosis: Gray, 36
 stroom: Ampère, 13, 20
 vermogen: Watt, 12, 17, 20
 versnelling: m/s^2 , 3
 weerstand: Ohm, 15, 20
 Effectieve spanning, 18
 Effectieve stroom, 18
 Eigen-frequentie, 21
 Einstein, 36
 Elektriciteit
 Ampère, 20
 Coulomb, 20
 effectieve spanning, 18
 effectieve stroom, 18
 elektrisch veld, 43
 elektron, 13
 energie, 19
 lading, 13, 20
 Ohm, 20
 Ohmse weerstand, 15
 overzicht eenheden, 20
 overzicht grootheden, 20
 overzicht symbolen, 20
 proton, 13
 rendement, 19
 rendement electromotor, 19
 soortelijke weerstand, 15
 spanning, 13, 14, 20
 spanningsverschil, 14
 stroom, 13, 20
 vermogen, 17–20
 vervangingsweerstand, 16
 Volt, 20
 Watt, 20
 weerstand, 15, 20
 weerstand in serie, 16
 weerstand parallel, 16
 wisselspanning, 18
 wisselstroom, 18
 Elektrisch veld, 43, 44
 Elektrode potentialen, 87
 Elektromagneet, 41
 Elektromagnetisch spectrum, 24
 Elektromagnetische straling, 33
 Elektromagnetisme
 elektrisch veld, 43, 44
 elektromagneet, 41
 elektromotor, 42
 inductie, 40
 Inductiespanning, 42
 kracht op geladen deeltje, 44
 linkerhandregel, 41, 44
 Lorentzkracht, 41
 magnetisch veld, 40
 magnetische flux, 42
 magnetische influentie, 40
 potentiaal, 44
 transformator, 43
 voorkeursrichting, 40
 Elektromotor, 42
 Elektron, 32
 EN-poort, 37
 Endotherme reactie, 86
 Energie, 19
 behoud van, 11
 beweging, 11
 potentiële, 11
 zwaarte(kracht), 11
 Equivalente dosis, 36
 Exotherme reactie, 86
 Exponentiële functie, 60
 Fase, 22, 23, 25
 Frequentie, 21
 Functie
 absolute waarde, 71
 afgeleide, 67
 asymptoot, 59–62
 cosinus, 63
 dalend, 57
 exponentiële, 60
 gebroken, 62
 kwadratisch, 58
 lineair, 58
 logaritmisch, 61
 machts-functies, 59, 60
 periodiek, 63
 primitieve, 71
 raaklijn, 66, 67

- sinus, 63
- stijgend, 57
- tangens, 63
- toenemend/afnemend dalend, 57
- toenemend/afnemend stijgend, 57
- tweede afgeleide, 68
- vergroten en verkleinen, 65
- verschuiven, 64
- wortel-functie, 60
- Gamma-straling, 24
- Gebroken functie, 62
- Geheugencel, 37
- Geladen deeltje, 44
- Geluid
 - boventoon, 27
 - grondtoon, 27
 - snelheid, 24
- Geluidssnelheid, 24
- Golf, 22
- Golflengte, 22, 23
- Golfsnelheid, 26
- Golven
 - amplitude, 23
 - buiklijnen, 25
 - fase, 23, 25
 - gamma-straling, 24
 - geluid, 24
 - boventoon, 27
 - grondtoon, 27
 - golflengte, 22, 23
 - golfsnelheid, 26
 - harmonisch, 23
 - infrarood licht, 24
 - interferentie, 25
 - interferentiepatroon, 25
 - knooplijnen, 25
 - licht, 24
 - licht, spectrum, 24
 - longitudinaal, 23
 - lopende, 26
 - Röntgen-straling, 24
 - radio-golven, 24
 - staand, 26
 - pijp, 27
 - snaar, 26
 - tegen-fase, 25
 - transversaal, 23
 - trillingstijd, 23
 - uitwijking, 23
 - voortplantings-snelheid, 23
- Gravitatie
 - beweging satelieten, 6
 - wet, 6
- Gray, 36
- Grenshoek, 28
- Grondtal, 61
- Grondtoon, 27
- Half-reactie, 86
- Halveringsdikte, 35
- Halveringstijd, 35
- Harmonische golf, 23
- Harmonische trilling, 21, 63
 - amplitude, 63
 - beginhoek, 63
 - trillingstijd, 63
- Hertz, 21
- Hoek, 56
- Hogere-machts ongelijkheid, 50
- Hogere-machts vergelijking, 49
- Hooke, wet van, 20
- Inductie, 40
- Inductiespanning, 42
- Influentie, 40
- Infrarood licht, 24
- Inhoud
 - bol, 54, 76, 77
 - integraal, 76, 77
 - kegel, 76, 77
 - prisma, 54
 - pyramide, 54
- Integraal
 - afstand en snelheid, 73
 - berekening, 72
 - definitie, 71
 - inhoud, 76, 77
 - omwentelingslichaam om x -as, 76
 - omwentelingslichaam om y -as, 77
 - oppervlakte onder functie, 74
 - oppervlakte rechthoek, 72
 - oppervlakte rechthoekige driehoek, 73
 - oppervlakte tussen functies, 75
 - primitieve, 71
 - sinus, 74
 - snelheid en versnelling, 73
 - standaard integralen, 72
 - standaard primitieven, 71
 - volume, 76, 77
- Integreren
 - integraal, 71
- Intensiteit (straling), 35
- Interferentie, 25
- Interferentiepatroon, 25
- Intervallen, 57
- Invertor, 37
- Ioniserend vermogen, 34
- Isotoop, 32

Joule, 11, 12

Kegel, 53

Kernenergie, 36

Kettingregel, 70

Knooplijnen, 25

Knopen, 22

Kracht

- evenwicht, 8

- evenwicht bij constante snelheid, 8

- Lorentz, 41

- normaalkracht, 8, 9

- ontbinden, 7

- op geladen deeltje, 44

- verband met versnelling, 6

- wrijvingskracht, 8, 9

Kwadratische functie, 58

Kwadratische ongelijkheid, 50

Kwadratische vergelijking, 48

Lading, 20

Lading (behoud van), 33

Lading (elektrisch), 13

Lenzen

- beeld, 30

- beeldafstand, 30, 31

- brandpunt, 29

- brandpuntsafstand, 30

- dioptrie, 29

- lenzen formule, 30

- negatief, 29

- positief, 29

- sterkte, 29

- vergroting, 31

- voorwerpsafstand, 30, 31

Lenzenformule, 30

Licht

- breking, 28

- brekingsindex, 28

- convergerende stralenbundel, 29

- divergerende stralenbundel, 29

- grenshoek, 28

- negatieve lens, 29

- positieve lens, 29

- prisma, 29

- reflectie, 28

- snelheid, 24

- spectrum, 24

- wet van Snellius, 28

Lichtsnelheid, 24

Lineaire functie, 58

Lineaire ongelijkheid, 50

Lineaire vergelijking, 48

Linkerhandregel, 41, 44

Logaritmische functie, 61

rekenregels, 62

Longitudinale golf, 23

Lopende golven, 26

Lorentzkracht, 41

Machts ongelijkheid, 50

Machts vergelijking, 49

Machts-functies

- afgeleide, 68

- gebroken macht, 60

- gehele macht, 59

- negatieve macht, 60

- positieve gebroken macht, 59

- rekenregels, 62

Magnetisch veld, 40

Magnetische flux, 42

Magnetische inductie, 40

Magnetische influentie, 40

Magnetisme

- elektrisch veld, 43, 44

- elektromagneet, 41

- flux, 42

- inductie, 40

- influentie, 40

- kracht op geladen deeltje, 44

- Lorentzkracht, 41

- magnetisch veld, 40

- potentiaal, 44

- relais, 41

- transformator, 43

- voorkeursrichting, 40

Manteloppervlak

- afgeknotte kegel, 53

- cilinder, 53

- kegel, 53

Massa (behoud van), 33

Massa-veer systeem, 20, 21

Massagetal, 32

Micrometer, 24

Moment

- eenheid, 10

- evenwicht, 10

- verband met kracht, 10

Nanometer, 24

Negatieve lens, 29

Neutron, 32

Neutron verval, 33

Newton, 6

- 1e wet, 6

- 2e wet, 6

- 3e wet, 6

- gravitatie wet, 6

Nulpunten, 48, 58

-
- OF-poort, 37
 - Ohm, 15, 20
 - Omtrek
 - cirkel, 53
 - Oneindig, 57
 - Ongelijkheden oplossen, 51
 - Ongelijkheid, 49
 - hogere-machts, 50
 - kwadratisch, 50
 - lineair, 50
 - oplossen, 51
 - Oppervlakte
 - afgeknotte kegel, 53
 - bol, 54
 - cilinder, 53
 - cirkel, 53
 - driehoek, 52
 - integraal, 72–74
 - kegel, 53
 - rechthoekige driehoek, 52
 - trapezium, 52
 - Oppervlakte tussen functies, 75
 - Optellen (breuken), 47
 - Oxidatie, 85, 86
 - Oxidator, 85

 - Parabool, 58
 - Periodiek systeem, 32
 - Periodieke beweging, 20
 - Periodieke functie, 63
 - afgeleide, 68
 - periode, 63
 - Positieve lens, 29
 - Potentiële energie, 11
 - Potentiaal, 44
 - Primitieve, 71
 - Prisma
 - inhoud, 54
 - licht, 29
 - Procent, 47
 - Processor, 37
 - comparator, 38
 - EN-poort, 37
 - geheugencel, 37
 - invertor, 37
 - OF-poort, 37
 - teller, 38
 - Produktregel, 69
 - Proton, 32
 - Pyramide, 54
 - Pythagoras, 55

 - Quotiëntregel, 70

 - Röntgen-straling, 24

 - Raaklijn
 - opstellen, 67
 - van een functie, 66
 - Radiaal, 56
 - Radio-golven, 24
 - Radioactiviteit, 34
 - Reactie
 - evenwicht, 84
 - evenwichtsconstante, 84
 - reactie-coëfficiënt, 83
 - snelheid, 83
 - vergelijking kloppend maken, 81
 - Reacties
 - Endotherme reactie, 86
 - Exotherme reactie, 86
 - Rechthoekige driehoek, 52
 - Redox reactie, 86
 - Redox reacties
 - Endotherme reactie, 86
 - Energie, 86
 - Exotherme reactie, 86
 - Half-reactie, 86
 - Oxidatie, 85, 86
 - Oxidator, 85
 - Reductie, 85, 86
 - Reductor, 85
 - Standaard elektrode potentialen, 87
 - Reductie, 85, 86
 - Reductor, 85
 - Reflectie, 28
 - Rekenregels
 - kettingregel, 70
 - logaritmen, 62
 - machten, 62
 - produktregel, 69
 - quotiëntregel, 70
 - Relais, 41
 - Rendement, 19
 - Resonantie, 21
 - Richtingscoëfficiënt, 58

 - Sievert, 36
 - Sinus, 63
 - definitie, 55
 - integraal, 74
 - Slinger, 20, 21
 - Snelheid
 - definitie, 3
 - integraal van versnelling, 73
 - verband met afstand, 4
 - Snellius, 28
 - Soortelijke warmte, 39
 - Soortelijke weerstand, 15
 - Spanning, 20
 - Sralingswarmte, 17

Staande golf, 26
 Staande golf in een pijp, 27
 Staande golf op een snaar, 26
 Standaard elektrode potentialen, 87
 Standaard integralen, 72
 Standaard primitieven, 71
 Stelling van Pythagoras, 55
 Sterkte van een lens, 29
 Straling, 39
 α -straling, 34
 β -straling, 34
 γ -straling, 34
 activiteit, 35
 behoud van lading, 33
 behoud van massa, 33
 doordringend vermogen, 34
 elektromagnetisch, 33
 equivalente dosis, 36
 halveringsdikte, 35
 halveringstijd, 35
 intensiteit, 35
 ioniserend vermogen, 34
 kernenergie, 36
 neutron verval, 33
 radioactiviteit, 34
 stralingsdosis, 36
 vervalreacties, 33
 Stralingsdosis: Gray, 36
 Stroming, 39
 Stroom, 20
 Symbool
 $\in$, 57
 ∞ , 57

 Tangens, 55, 63
 Tegen-fase, 25
 Teller, 38
 Temperatuur, 39
 Tesla, 41
 Transformator, 43
 Transversale golf, 23
 Trapezium, 52
 Trilling, 20
 Trillingen
 amplitude, 21, 22
 buiken, 22
 eigen-frequentie, 21
 fase, 22
 frequentie, 21
 harmonisch, 21, 63
 knopen, 22
 massa-veer systeem, 20, 21
 resonantie, 21
 slinger, 21
 trillingstijd, 21, 22

 uitwijking, 20
 veerconstante, 20, 21
 Trillingstijd, 21–23, 63
 Tweede afgeleide, 68

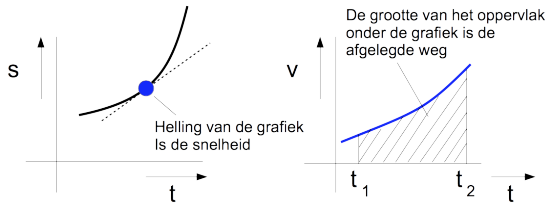
 Uitmijking
 loodrecht, 23
 parallel, 23

 Veerconstante, 20, 21
 Vergelijking, 48
 discriminant, 48
 hogere-machts, 49
 kwadratisch, 48
 lineair, 48
 nulpunten, 48
 Vergroten van een functie, 65
 Vergroting, 31
 Verkleinen van een functie, 65
 Vermenigvuldigen (breuken), 47
 Vermogen, 12, 17–20
 Verschuiven van een functie, 64
 Versnelling
 constant, 3
 definitie, 3
 helling, 9
 verband met kracht, 6
 verband met snelheid, 4
 verband met zwaartekracht, 6, 9
 Vervalreacties, 33
 Vervangingsweerstand, 16
 Volt, 13, 20
 Volume
 bol, 76, 77
 integraal, 76, 77
 kegel, 76, 77
 Voorkeursrichting, 40
 Voortplantings-snelheid, 23
 Voorwerpsafstand, 30, 31

 Warmte, 39
 geleiding, 39
 soortelijke warmte, 39
 straling, 39
 straling van weerstand, 17
 stroming, 39
 warmtecapaciteit, 39
 Warmtecapaciteit, 39
 Watt, 12, 17, 20
 Weerstand, 15, 20
 parallel, 16
 serie, 16
 Weerstand:vervanging, 16
 Wet
 1e van Newton, 6

- 2e van Newton, 6
- 3e van Newton, 6
- gravitatie, 6
- van Einstein, 36
- van Hooke, 20
- van Joule, 17
- van Kirchhoff, 14
- van Ohm, 15
- van Snellius, 28
- Wisselspanning, 18
 - effectieve spanning, 18
 - vermogen, 18
- Wisselstroom, 18
 - effectieve stroom, 18
 - vermogen, 18
- Wortel-functie, 60
- Wortel-functies
 - afgeleide, 68
- Zwaarte energie, 11
- Zwaartekracht
 - verband met versnelling, 6

1.2 Algemeen verband afstand en snelheid

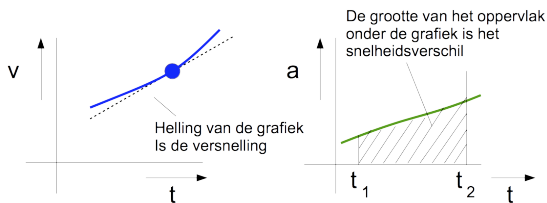


Figuur 2: Het verband tussen afstand en snelheid.

Theorie 1.2.1 Afstand - snelheid verband

De snelheid is de helling van het $s - t$ diagram, ofwel de afgeleide van de functie $s(t)$: $v = \frac{ds}{dt}$. Omgekeerd is het afstandsverschil tussen twee tijdstippen gelijk aan de grootte van het oppervlak onder het $v - t$ diagram tussen deze twee tijdstippen (zie Fig. (2)).

1.3 Algemeen verband snelheid en versnelling



Figuur 3: Het verband tussen afstand en snelheid.

Theorie 1.3.1 Snelheid - versnelling verband

De versnelling is de helling van het $v - t$ diagram, ofwel de afgeleide van de functie $v(t)$: $a = \frac{dv}{dt}$. Omgekeerd is het snelheidsverschil tussen twee tijdstippen gelijk aan de grootte van het oppervlak onder het $a - t$ diagram tussen deze twee tijdstippen (zie Fig. (3)).

VOORBEELD. In Fig. (1) is de helling van $s(t) = \frac{1}{2}a_0t^2$ gelijk aan $v(t) = a_0t$ en de helling van $v(t) = a_0t$ is weer gelijk aan a_0 . Bovendien is $v(t) = a_0t$ gelijk aan de grootte van het oppervlak onder het $a - t$ diagram (rechthoek met hoogte a_0 en breedte t), en $s(t) = \frac{1}{2}a_0t^2$ is gelijk aan de grootte van het oppervlak onder het $v - t$ diagram (driehoek met hoogte a_0t en breedte t).

2 Kracht en beweging

2.1 De wetten van Newton

Theorie 2.1.1 1e wet van Newton

Als de totale netto kracht F op een voorwerp nul is, dan verandert de snelheid van dat voorwerp niet in de tijd:

$$F = 0 \Leftrightarrow \frac{dv}{dt} = 0.$$

Deze wet geldt ook omgekeerd: geen snelheidsverandering dan ook geen netto kracht.

Theorie 2.1.2 2e wet van Newton ('dè wet van Newton')

Stel dat F de totale netto kracht is die werkt op een voorwerp met massa m , en dat a de versnelling van dat voorwerp is, dan geldt

$$F = ma,$$

waarbij F en a dezelfde richting hebben.

Hierdoor ontstaat ook een nieuwe eenheid, de **Newton**: $N = kg\,m/s^2$.

Dit is de één van de beroemste en krachtigste wetten die er is!!!

Theorie 2.1.3 3e wet van Newton

Als een voorwerp A een kracht uitoefent op een voorwerp B (actie), dan oefent voorwerp B een even grote kracht, maar in tegengestelde richting, uit op voorwerp A (- reactie):

$$\text{actie} = - \text{reactie}.$$

Theorie 2.1.4 Zwaartekracht / gravitatie wet van Newton

Alle voorwerpen op aarde vallen met valversnelling $g = 9.81\,m/s^2$. Uit de tweede wet van Newton volgt dan dat de zwaartekracht die op een voorwerp met massa m werkt gelijk is aan $F_z = mg$. De constante g volgt uit de meer algemene gravitatie wet van Newton voor de aantrekkende kracht tussen twee massa's m_1 en m_2 die een afstand r van elkaar zijn verwijderd:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad G = 6,67 \times 10^{-11} N(m/kg)^2.$$

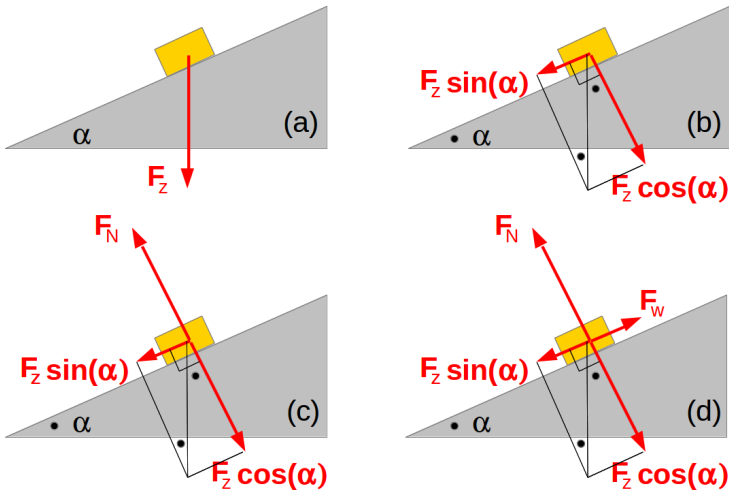
Theorie 2.1.5 Beweging van satellieten (en hemellichamen)

Satellieten bewegen (soms bij benadering) in cirkelbanen om de aarde, alle vergelijkingen uit Th. (1.5.1) zijn dus geldig. Het extra element is de middelpunt-zoekende kracht die gelijk is aan de massa m van de satelliet vermenigvuldigd met de middelpunt-zoekende versnelling (2e wet van Newton, zie Th. (2.1.2)). Tevens geldt voor die kracht de gravitatie wet van Newton (zie Th. (2.1.4)), waarbij M de massa van de aarde is. Samenvattend:

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad \text{en} \quad F = G \frac{mM}{r^2} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}}.$$

2.3 Krachtenevenwicht

2



Figuur 6: Krachten op een niet-versnellend blok op een helling in vier stappen: (a) zwaartekracht, (b) ontbinden van de zwaartekracht, (c) compenserende normaalkracht, (d) compenserende wrijvingskracht.

Theorie 2.3.1 Krachtenevenwicht op een helling

Een blokje met massa m ligt stil op een helling met hoek α , zie Fig. (6). Er werken drie krachten op het blokje: de zwaartekracht F_z , de normaalkracht F_n door het oppervlak van de helling, en de wrijvingskracht F_w ook door het oppervlak van de helling. Het blokje versnelt niet **du**s passen we de eerste wet van Newton toe (Th. (2.1.1)): de totale netto kracht is nul. We ontbinden de zwaartekracht in twee componenten (zie Fig. (6)(b)) en we verkrijgen twee vergelijkingen:

$$F_n = F_z \cos \alpha \quad \text{en} \quad F_w = F_z \sin \alpha.$$

Omdat $F_z = mg$ (Th. (2.1.4)) kunnen we dus de normaalkracht en wrijvingskracht berekenen:

$$F_n = mg \cos \alpha \quad \text{en} \quad F_w = mg \sin \alpha.$$

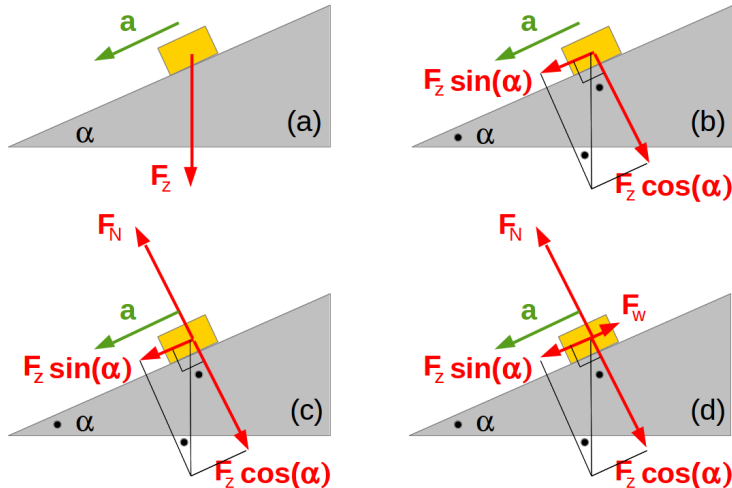
Als $\alpha = 0$ hebben we dus $F_n = mg$ en $F_w = 0$ zoals je kunt verwachten.

Theorie 2.3.2 Krachtenevenwicht op een helling: constante snelheid

Bovenstaande theorie gaat natuurlijk ook op voor een blokje dat met constante snelheid van de helling glijdt.

2.4 Beweging

2



Figuur 7: Krachten op een versnellend blok op een helling in vier stappen: (a) zwaartekracht, (b) ontbinden van de zwaartekracht, (c) compenserende normaalkracht, (d) niet-compenserende wrijvingskracht.

Theorie 2.4.1 Versnelling op een helling

Een blokje met massa m maakt een versnelde beweging op een helling met hoek α , zie Fig. (6). De versnelling is constant en gelijk aan a . Er werken drie krachten op het blokje: de zwaartekracht F_z , de normaalkracht F_n door het oppervlak van de helling, en de wrijvingskracht F_w ook door het oppervlak van de helling. We ontbinden de zwaartekracht in twee componenten (zie Fig. (7)(b)).

In de richting **loodrecht op het oppervlak** versnelt het blokje niet dus passen we **in die richting** de eerste wet van Newton toe (Th. (2.1.1)): de totale netto kracht loodrecht op het oppervlak is nul:

$$F_n = F_z \cos \alpha$$

In de richting **langs het oppervlak** versnelt het blokje met constante versnelling, dus in **die richting** passen we de tweede wet van Newton toe: (Th. (2.1.1)):

$$F_z \sin \alpha - F_w = ma \quad \text{en dus} \quad F_w = F_z \sin \alpha - ma.$$

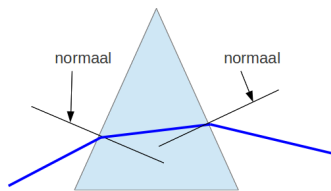
Omdat $F_z = mg$ (Th. (2.1.4)) kunnen we dus de normaalkracht en wrijvingskracht berekenen:

$$F_n = mg \cos \alpha \quad \text{en} \quad F_w = mg \sin \alpha - ma.$$

6.2 Lenzen

Theorie 6.2.1 Prisma

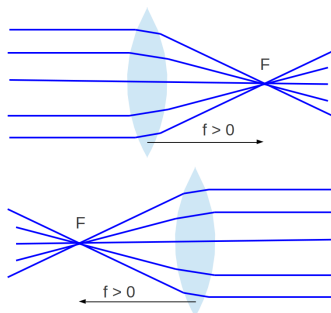
Een lichtstraal die op een prisma van lichtdoorlatend materiaal (glas, perspex) valt, buigt af naar de normaal. Wanneer de straal de prisma aan de andere kant weer verlaat, buigt hij van de normaal af. Beide afbuigingen voldoen aan de wet van Snellius. Het gevolg is dat de lichtstraal twee keer in dezelfde richting is afgebogen.



6

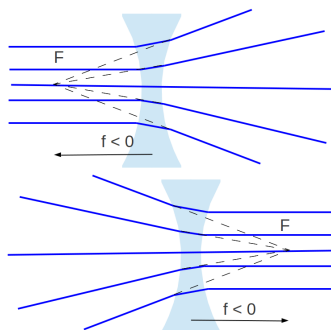
Theorie 6.2.2 Positieve lens

Een positieve lens is zo geconstrueerd dat als er een evenwijdige stralenbundel opvalt de lichtstralen aan de andere kant naar elkaar toe buigen: een **convergerende stralenbundel**. De stralen gaan allemaal door hetzelfde punt: het **brandpunt** (Engels: focal point). De afstand van F tot de lens noemt men de **brandpuntsafstand** f . In het geval van een positieve lens wordt $f > 0$ gerekend. Wanneer de lichtstralen in omgekeerde richting lopen, volgen zij precies hetzelfde pad. Een positieve lens heeft aan beide zijden een brandpunt.



Theorie 6.2.3 Negatieve lens

Een negatieve lens is zo geconstrueerd dat als er een evenwijdige stralenbundel opvalt de lichtstralen aan de andere kant van elkaar afbuigen: een **divergerende stralenbundel**. Het is alsof ze allemaal vanuit hetzelfde punt komen: het **brandpunt** (Engels: focal point). De afstand van F tot de lens noemt men de **brandpuntsafstand** f . In het geval van een negatieve lens wordt $f < 0$ gerekend. Wanneer de lichtstralen in omgekeerde richting lopen, volgen zij precies hetzelfde pad. Een negatieve lens heeft aan beide zijden een brandpunt.



Theorie 6.2.4 Sterkte van een lens, dioptrie

De sterkte S van een lens (het afbuigend vermogen) is gedefinieerd als het 'omgekeerde' van de brandpuntsafstand f :

$$S = \frac{1}{f}.$$

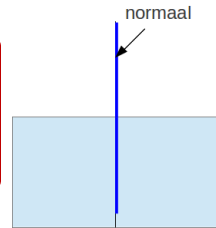
De eenheid van S is een **dioptrie**: $dpt = m^{-1}$. Bij een positieve lens is $f > 0$ en dus ook $S > 0$. Bij een negatieve lens is $f < 0$ en dus ook $S < 0$.

6 Licht

6.1 Breking

Theorie 6.1.1 Loodrecht invallende straal

Een lichtstraal die loodrecht op een lichtdoorlatend materiaal valt (b.v. glas, perspex, water), gaat rechtdoor. Een lichtstraal die in omgekeerde richting loopt, volgt precies hetzelfde pad.

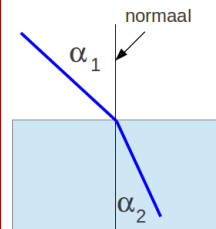


Theorie 6.1.2 De wet van Snellius

Een lichtstraal die onder een hoek α_1 ten opzichte van de normaal op een lichtdoorlatend materiaal valt (b.v. glas, perspex, water), buigt af naar de normaal toe en gaat verder onder een hoek $\alpha_2 < \alpha_1$. Er geldt:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n_{12},$$

waarbij n_{12} de brekingsindex van materiaal 1 (hier lucht) naar materiaal 2 is (hier glas of perspex). Een lichtstraal die in omgekeerde richting loopt, volgt precies hetzelfde pad.

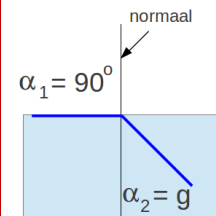


Theorie 6.1.3 Grenshoek

De hoek α_1 (in lucht) is altijd groter dan de hoek α_2 (in het materiaal). De maximale waarde van α_2 treedt op als $\alpha_1 = 90^\circ$, in dat geval noemen we α_2 de grenshoek g . Omdat $\sin(90^\circ) = 1$ vinden we met de wet van Snellius:

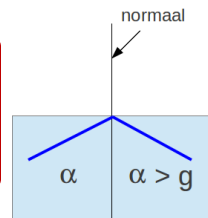
$$\frac{1}{\sin g} = n_{12} \quad \text{dus} \quad \sin g = \frac{1}{n_{12}}$$

waarbij n_{12} de brekingsindex van 1 naar 2 is. Een lichtstraal die in omgekeerde richting loopt, volgt precies hetzelfde pad.



Theorie 6.1.4 Reflecterende straal

Een lichtstraal die onder een hoek $\alpha > g$ ten opzichte van de normaal vanuit een lichtdoorlatend materiaal op een grensvlak met lucht valt, reflecteert onder dezelfde hoek.



Theorie 10.5.2 Kracht op een geladen deeltje

Een deeltje met lading q en snelheid v kan twee elektromagnetische krachten ondervinden:

- (a) Een kracht ten gevolge van een **elektrisch veld** E :

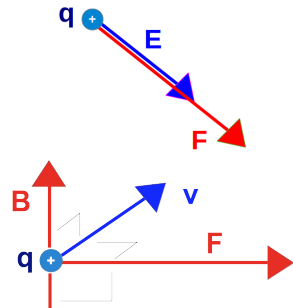
$$F = qE.$$

Deze kracht werkt bij positieve lading in de richting van E , en bij negatieve lading in de omgekeerde richting van E .

- (b) Een kracht ten gevolge van een **magnetisch veld** B :

$$F = Bqv,$$

Dit is weer de **Lorentzkracht** want een bewegende lading is een stroom (de eenheid van qv is $C \frac{m}{s} = \frac{C}{s} m = A m$). De richting van de kracht voldoet weer aan de linkerhandregel.

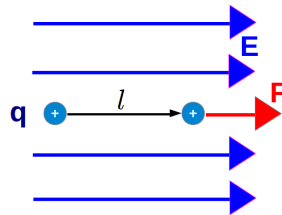


10

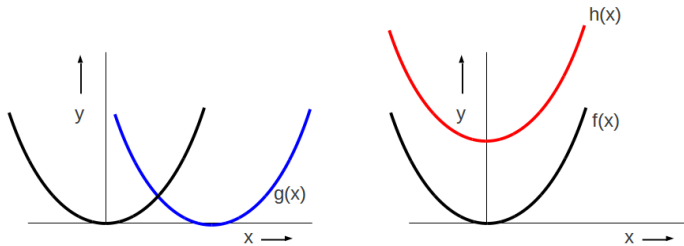
Theorie 10.5.3 Potentiaal

Wanneer een deeltje met lading q zich in een elektrisch veld E bevindt, ondervindt het een kracht $F = qE$. Als het deeltje zich verplaatst over een afstand ℓ in de richting van het veld en dus ook in de richting van de kracht, dan verricht de kracht een arbeid gelijk aan $F\ell = qE\ell$. De toename van de kinetische energie van het deeltje is dan $\Delta E_k = qE\ell$. De **potentiaal** (of beter: het **potentiaalverschil**) U wordt gedefinieerd als het produkt $E\ell$ en dus:

$$\Delta E_k = qU.$$



14.8 Verschuiven van functies



Figuur 19: De functie $f(x)$ en zijn verschuivingen $g(x)$ en $h(x)$.

In Fig. (19) is de functie $f(x) = x^2$ afgebeeld. We willen deze functie naar rechts verschuiven over een afstand 1. We schrijven de verschoven functie als $g(x)$. Als we de functie g in het punt x willen berekenen, dan vinden we het antwoord door de functie f in het punt $x - 1$ te berekenen:

$$g(x) = f(x - 1), \text{ dus } g(x) = (x - 1)^2.$$

Nu willen we de functie f over een afstand 1 naar boven verschuiven en schrijven de verschoven functie als $h(x)$. Als we de functie h in het punt x willen berekenen, dan vinden we het antwoord door de functie f in het punt x te berekenen en er 1 bij op te tellen:

$$h(x) = f(x) + 1, \text{ dus } h(x) = x^2 + 1.$$

Theorie 14.8.1 Verschuiving van functies

Een functie $f(x)$ die over een afstand $a > 0$ naar **rechts** wordt opgeschoven is te schrijven als

$$g(x) = f(x - a).$$

Een functie $f(x)$ die over een afstand $a > 0$ naar **boven** wordt opgeschoven is te schrijven als

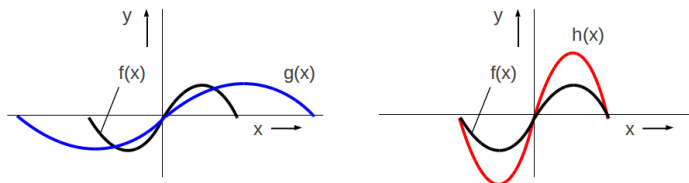
$$h(x) = f(x) + a.$$

Voor $a < 0$ gelden dezelfde formules maar dan zijn de verschuivingen naar **links** en naar **beneden**.

VOORBEELD. Gegeven is de functie $f(x) = \sin(x)$. We verschuiven deze functie 5 naar links en 3 omhoog. De verschoven functie wordt $g(x) = \sin(x - (-5)) + 3$ en dus $g(x) = \sin(x + 5) + 3$.

VOORBEELD. Gegeven is de functie $f(x) = \sin(x)$. We verschuiven deze functie 5 naar rechts en 3 omlaag. De verschoven functie wordt $g(x) = \sin(x - 5) - 3$.

14.9 Vergroten (en verkleinen) van functies



Figuur 20: De functie $f(x)$ en zijn vergrotingen $g(x)$ en $h(x)$.

In Fig. (20) is de functie $f(x) = \sin(x)$ afgebeeld. We willen deze functie in horizontale richting vergroten met een factor 2. We schrijven de vergrote functie als $g(x)$. Als we de functie g in het punt x willen berekenen, dan vinden we het antwoord door de functie f in het punt $\frac{x}{2}$ te berekenen:

$$g(x) = f\left(\frac{x}{2}\right), \text{ dus } g(x) = \sin\left(\frac{x}{2}\right).$$

Nu willen we de functie in verticale richting vergroten met een factor 2. We schrijven de vergrote functie als $h(x)$. Als we de functie g in het punt x willen berekenen, dan vinden we het antwoord door de functie f in het punt x te berekenen en met 2 te vermenigvuldigen:

$$g(x) = 2f(x), \text{ dus } g(x) = 2\sin(x).$$

Theorie 14.9.1 Vergroting van functies

Een functie $f(x)$ die in **horizontale** richting met een factor $a > 1$ wordt **vergroot** is te schrijven als

$$g(x) = f\left(\frac{x}{a}\right).$$

Een functie $f(x)$ die in **verticale** richting met een factor $a > 0$ wordt **vergroot** is te schrijven als

$$h(x) = af(x).$$

Voor $0 < a < 1$ gelden dezelfde formules maar dan wordt de functie **verkleind**.

VOORBEELD. Gegeven is de functie $f(x) = \sin(x)$. We vergroten deze functie een factor 5 in x -richting en verkleinen deze functie een factor 3 in y -richting. De functie wordt $g(x) = \frac{1}{3} \sin\left(\frac{x}{5}\right)$.

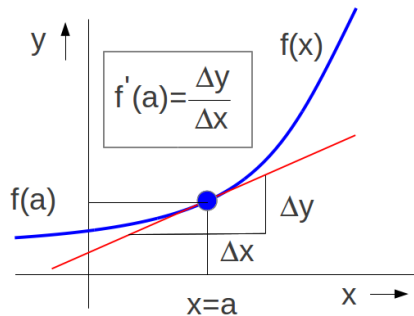
VOORBEELD. Gegeven is de functie $f(x) = \sin(x)$. We verkleinen deze functie een factor 5 in x -richting en vergroten deze functie een factor 3 in y -richting. De functie wordt $g(x) = 3 \sin\left(\frac{x}{5}\right)$ en dus $g(x) = 3 \sin(5x)$.

15.2 Afgeleide functie

Theorie 15.2.1

Afgeleide (van een) functie

De afgeleide van een functie $f(x)$ is de **richtings-coëfficiënt van de raaklijn** aan $f(x)$ in het punt x . De afgeleide wordt geschreven als $\frac{d}{dx}f(x)$ of $\frac{df}{dx}(x)$ of $f'(x)$.



VOORBEELD. Afgeleide van $f(x) = x^2$ in $x = a$.

We maken een lijn die $f(x)$ twee keer snijdt, in $x = a$ en in $x = b$, en berekenen de richtingscoëfficiënt. Daarna laten we b naar a gaan. Omdat

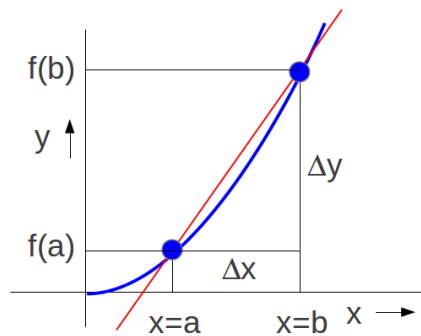
$$b^2 - a^2 = (b + a)(b - a)$$

geldt

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(b) - f(a)}{b - a} = \frac{b^2 - a^2}{b - a} = b + a.$$

Als b nu naar a gaat dan volgt: $f'(a) = 2a$. Omdat a een willekeurig gekozen waarde van x is, geldt deze formule voor elke waarde van x :

$$f'(x) = 2x.$$



15

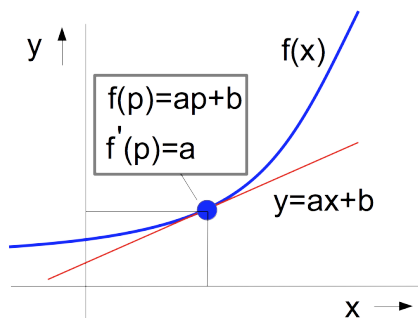
Theorie 15.2.2 Opstellen raaklijn

De raaklijn aan een functie $f(x)$ in het punt $x = p$ wordt berekend door de lijn voor te stellen als $y = ax + b$ en a en b te berekenen door het gelijk stellen van **hoogte** en **richting**:

$$ap + b = f(p), \quad a = f'(p).$$

dus

$$a = f'(p) \quad \text{en} \quad b = f(p) - ap = f(p) - f'(p)b.$$



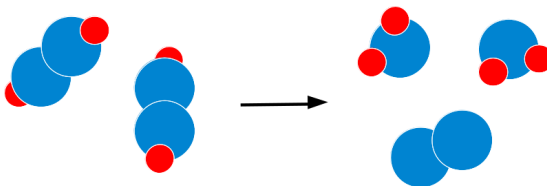
17 Reacties

17.1 Reactievergelijkingen

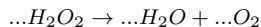
Theorie 17.1.1 Reactievergelijkingen kloppend maken

Een molecuul bestaat uit een groepje atomen. Tijdens een chemische reactie breken moleculen op in losse atomen of groepjes van atomen die zich hergroeperen tot andere moleculen. Tijdens die reactie **gaan er geen atomen verloren en komen er geen atomen bij**. In het plaatje hieronder zie je een reactie met twee soorten atomen (blauw en rood); vóór de reactie zijn er evenveel blauwe atomen als ná de reactie en hetzelfde geldt voor de rode atomen.

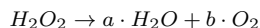
Het kloppend maken van reactie vergelijkingen is niets anders dan het aanpassen van het aantal **moleculen** voor en na de reactie zodat het aantal **atomen** van elke soort gelijk blijft.



VOORBEELD. Maak de volgende reactievergelijking kloppend:



Vermenigvuldig de eerste term met 1, de tweede met a , en de derde met b :

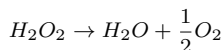


De vraag is nu: wat zijn de waarden van a en b ? Stel **balansvergelijkingen** op voor alle soorten atomen die in de reactie voorkomen: links van het gelijk teken staat het aantal atomen vóór de reactie, rechts van het gelijktteken het aantal atomen ná de reactie:

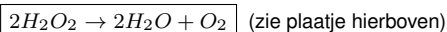
$$H : 2 = 2a$$

$$O : 2 = a + 2b$$

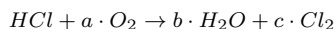
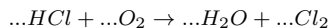
De eerste vergelijking levert $a = 1$ en de tweede $b = \frac{1}{2}$:



Werk tenslotte de breuk weg door de gehele vergelijking met 2 te vermenigvuldigen:



VOORBEELD. Maak de volgende reactievergelijking kloppend:



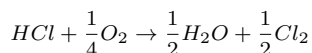
Balansvergelijkingen:

$$H : 1 = 2b$$

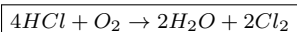
$$Cl : 1 = 2c$$

$$O : 2a = b$$

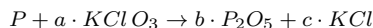
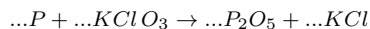
Dit geeft $b = \frac{1}{2}$, $c = \frac{1}{2}$, $a = \frac{1}{4}$:



en na vermenigvuldiging met 4:



VOORBEELD. Maak de volgende reactievergelijking kloppend:



Balansvergelijkingen:

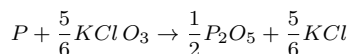
$$P : 1 = 2b$$

$$K : a = c$$

$$Cl : a = c$$

$$O : 3a = 5b$$

De eerste geeft $b = \frac{1}{2}$, de vierde $a = \frac{5}{3}b = \frac{5}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$, en tenslotte $c = \frac{5}{6}$:



en na vermenigvuldiging met 6:

