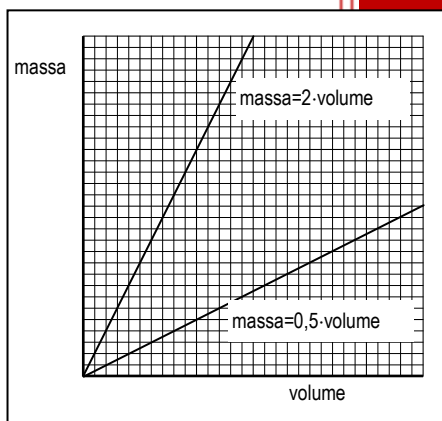
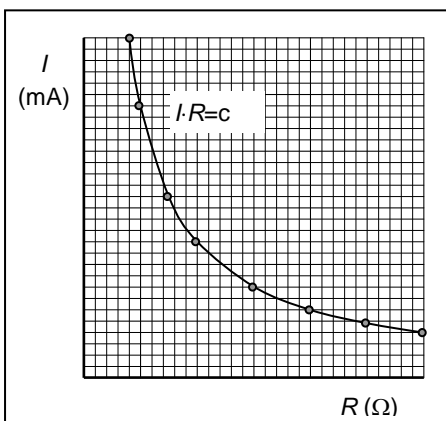


NAAM:

KLAS:

SaLVO!

8 Formules en evenredigheden



WISKUNDE

KLAS 3 HAVO/VWO

SaLVO!

Dit lesmateriaal is een onderdeel van het samenwerkingsproject SaLVO! dat als doel heeft om meer samenhangend onderwijs te ontwikkelen in de bètavakken.

Overzicht projectmateriaal

De leerlijn SaLVO! rond verhoudingen, verbanden, formules en grafieken is opgebouwd uit een aantal delen bij verschillende vakken:

biologie = B, economie = E, informatiekunde = I, natuurkunde = N, scheikunde = S en wiskunde = W.

deel	titel	vak(ken)	leerjaar
1	Verhoudingen en evenredigheden	W	2 HV
2	Een verband tussen massa en volume	N	2 HV
3	Vergroten en verkleinen	N, W	2HV
4	Omgekeerd evenredig verband	W	2/3 HV
5	Planeten en Leven	B, N, S, W	2/3 HV
6	Economie en procenten	E, W	3 HV
7	Verhoudingen bij scheikundige reacties	S	3 HV
8	Formules en evenredigheden	N	3HV
9	Vergelijkingen in de economie	E, W	3 HV
10	Exponentiële verbanden	I, N, W	3 HV
11	Evenredigheden en machten	W	4 HV
12	Vebanden beschrijven	N	4 HV
13	Exponentiële functies	B, N, S, W	5 V
14	Periodieke functies	N, W	5 V

Colofon

Project SaLVO! (Samenhangend Leren Voortgezet Onderwijs)

Auteurs Kees Hooyman
Versie september 2009

M.m.v. St. Bonifatiuscollege, Utrecht
Geref. Scholengemeenschap Randstad, Rotterdam
Freudenthal Inst. for Science and Mathematics Education, Univ. Utrecht

Copyright

Op de onderwijsmaterialen in deze reeks rust copyright. Het materiaal mag worden gebruikt voor niet-commerciële toepassingen. Het is niet toegestaan het materiaal, of delen daarvan, zonder toestemming op een of andere wijze openbaar te maken.

Voor zover wij gebruik maken van extern materiaal proberen wij toestemming te verkrijgen van eventuele rechthebbenden. Mocht u desondanks van mening zijn dat u rechten kunt laten gelden op materiaal dat in deze reeks is gebruikt dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen: science.salvo@uu.nl

Inhoudsopgave

1 Evenredig en omgekeerd evenredig	5
2 Formules met drie variabelen	12
3 De evenredigheidsconstante en de grafiek	18

Formules en evenredigheden

1 Evenredig en omgekeerd evenredig

De meeste verbanden die je in de natuurkunde tegenkomt zijn evenredig of omgekeerd evenredig. Daarmee bedoelen we dat als de ene grootheid n keer zo groot wordt, dat de andere grootheid dan ook n keer zo groot wordt (evenredig) of juist n keer zo klein wordt (omgekeerd evenredig).

Paragraafvragen	Hoe herken je een evenredig of omgekeerd evenredig verband? Hoe kun je bij deze verbanden rekenen met verhoudingen?
------------------------	--

Instap

Verbanden herkennen

In de onderstaande voorbeelden is steeds sprake van een *evenredig* of een *omgekeerd evenredig* verband tussen de twee genoemde grootheden. Ga bij iedere situatie na van welk verband sprake is. Geef ook uitleg.

Elke dag fiets je van school naar huis. Hoe sneller je fietst des te eerder ben je thuis.

- a. Wat is het verband tussen de snelheid waarmee je fietst en de tijd die je er over doet, recht evenredig of omgekeerd evenredig??



Tijdens een fietsvakantie rijden Johan en Marieke elke dag grote afstanden. Omdat de snelheid waarmee ze fietsen constant is hangt de tijd die ze op de fiets zitten af van de afstand die ze die dag willen afleggen.

- b. Is het verband tussen de afstand die ze fietsen en de tijd die ze er over doen recht evenredig of omgekeerd evenredig?

Ilse en Stan sluiten verschillende lampjes parallel aan op een batterij. Hoe meer lampjes ze aansluiten des te groter wordt de stroomsterkte uit de batterij, en des te eerder is de batterij leeg.

- c. Is het verband tussen de het aantal lampjes dat aangesloten wordt en de tijd waarin de batterij leeg is recht evenredig of omgekeerd evenredig?

In een gloeilamp zit een dun draadje dat door de elektrisch stroom warm wordt. Hoe dunner het draadje des te moeilijker wordt het om een stroom door het draadje te laten lopen.

- d. Is het verband tussen de dikte van het draadje (de oppervlakte van de doorsnede) en de stroom die door het draadje loopt recht evenredig of omgekeerd evenredig ?



Bij een expander hangt de kracht waarmee je moet trekken af van de sterkte van de veer en de uitrekking van de veer.

- e. Is het verband tussen de uitrekking van de veer en de kracht waarmee je trekt recht evenredig of omgekeerd evenredig?

- f. Is het verband tussen de sterkte van de veer en de uitrekking die je krijgt als je steeds even hard trekt evenredig of omgekeerd evenredig?

Een eenvoudig voorbeeld van evenredigheid is fietsen met constante snelheid. De afstand die je aflegt is dan evenredig met de tijd dat je fietst: hoe langer je fietst, des te groter is de afstand. Als je bijvoorbeeld 2 keer zo lang fietst, leg je een 2 keer zo grote afstand af.

1 Evenredig verband met verhoudingstabel en formule

Bij een evenredig verband is het soms handig om te rekenen in verhoudingen. Daarvoor gebruik je verhoudingstabellen.

Een fietser rijdt met constante snelheid. Na een half uur heeft hij 8,0 km afgelegd, na anderhalf uur is de afstand opgelopen tot 24 km.

- a. Bereken de afstand na 4,0 uur fietsen en de tijd die hij over 40 km doet. Noteer de antwoorden in een tabel.

tijd t (uur)	0,5	1,5	4,0	
afstand s (km)	8,0	24		40
$\frac{s}{t}$				

Bij een evenredig verband hoort ook een formule. Bij die formule wordt gebruik gemaakt van het feit dat de **verhouding** constant is. Die verhouding kun je uitdrukken met een getal: de breuk van de twee grootheden. Als de verhouding constant is dan is de breuk steeds even groot.

- b. Bereken de waarde van s/t en controleer dat de verhouding constant is.

- c. In dit voorbeeld geldt dus steeds: $\frac{s}{t} = \dots$

- d. Welke eenheid hoort bij het getal op de puntjes?

Verhouding

Het woord *verhouding* gebruiken we vaak om twee dingen met elkaar te vergelijken, zoals bij de schaaltekeningen. De schaal is dan b.v. 1:100.

Als de verhouding tussen twee grootheden constant is dan zijn de grootheden **evenredig** met elkaar.

Als de verhouding tussen twee grootheden constant is dan is ook de **breuk** van de twee grootheden constant.

Bij 1:100 hoort $\frac{1}{100} = 0,01$

- e. De formule kun je ook schrijven als $s = \dots \times t$. Moet hier hetzelfde getal op de puntjes staan? Laat zien met een voorbeeld.

Bij het uitrekken van een veer worden de kracht F en de uitrekking u gemeten. De uitrekking is evenredig met de kracht.

- f. Vul de open plekken in de tabellen in.

uitrekking u (cm)	3,0	9,0		12,0
kracht F (N)	2,5	7,5	15,0	

- g. Schrijf de formule voor het verband op twee manieren.

- h. Welke eenheid hoort er bij de constante?

Afstand, snelheid en tijd

Bij een fietser die met constante snelheid fietst geldt dat de afstand evenredig is met de tijd (als je langer fietst kom je verder) en evenredig met de snelheid (als je harder fietst kom je verder).

Het verband tussen snelheid, afstand en tijd is op twee manieren te schrijven:

$$s = v \cdot t \quad \text{of} \quad \frac{s}{t} = v$$

2 Fietsvakantie

Tijdens een fietsvakantie rijden twee fietsers met constante snelheid. Na 20 minuten hebben ze een afstand van 8,0 km afgelegd.

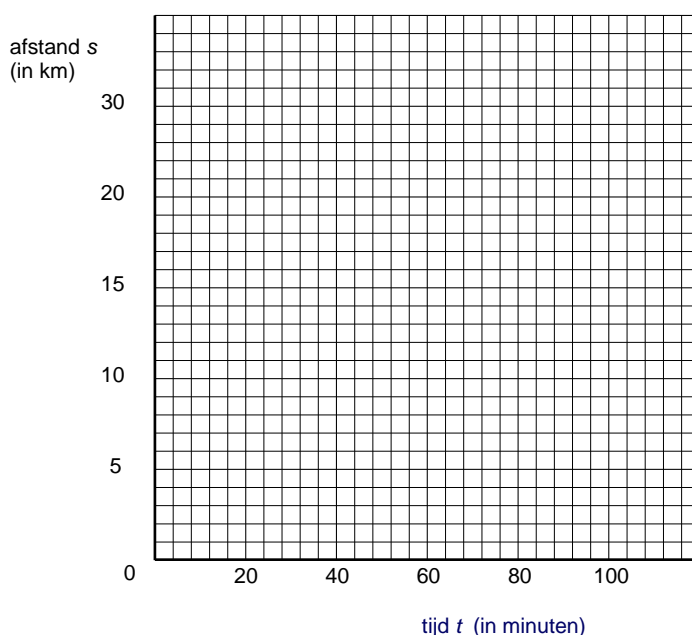
- a. Hoe lang zullen ze over een afstand van 30 km doen? Vul de tabel in en laat zien hoe je dat hebt uitgerekend.



tijd t (min)	20		60
afstand s (km)	8	30	

- b. Hoeveel km leggen ze in een uur af?

- c. Teken de punten uit de tabel in de grafiek. Teken ook de bijbehorende lijn.



Formule

Als de *verhouding* tussen twee variabelen x en y constant is dan kun je dat ook als een formule schrijven:

$$\frac{y}{x} = \text{constant}$$

De grafiek is een rechte lijn door de oorsprong. Daarbij past ook de formule:

$$y = c \cdot x$$

De constante c is gelijk aan de helling van de lijn.

- d. Hoe kun je aan de grafiek herkennen dat hier sprake is van een evenredig verband?

Bij deze lijn hoort ook een formule: *afstand s* = × *tijd t*

- e. Welk getal moet bij dit voorbeeld ingevuld worden op de puntjes?

- f. Noteer ook de eenheid bij dit getal.

- g. Teken in hetzelfde assenstelsel de grafiek bij een constante snelheid van 12 km/h. Noteer de formule bij deze lijn.

3 Evenredig met de snelheid

Twee vakantiefietsers besluiten om elke dag 5 uur te fietsen. Normaal fietsen ze in Nederland (op vlak terrein) per uur ongeveer 24 kilometer.

- a. Hoeveel kilometer leggen ze dan op een dag af?

In bergachtig terrein wordt door de zware bepakking de snelheid lager. Per uur leggen ze 12 km af, gehalveerd in vergelijking met vlak terrein. Nog steeds fietsen ze 5 uur per dag.

- b. Welke afstand leggen ze dan op een dag af?

c. Is de afstand die ze per dag afleggen evenredig met de snelheid?

d. Leg uit dat je aan de formule $s = v \cdot t$ kunt zien dat de afstand evenredig is met de snelheid als de tijd constant blijft.

Omgekeerd evenredig verbanden

Bij een omgekeerd evenredig verband neemt de ene grootte toe terwijl de andere grootte afneemt. De tabel is dan geen verhoudingstabel meer omdat nu de verhouding niet meer constant is. Toch kun je met een tabel wel makkelijker rekenen.

4 Omgekeerd evenredig verband

Een scholiere fietst elke dag dezelfde afstand van school naar huis. Hoe groter haar snelheid, des te korter doet ze over het fietsen. De tijd is *omgekeerd evenredig* met de snelheid.



a. Vul de open plekken in de tabel in.

snelheid v (km/h)	12	18	20	
tijd t (min)	30	20		40
$v \times t$				

Bij een omgekeerd evenredig verband hoort ook een formule. Bij die formule wordt gebruik gemaakt van het **product** van de twee grootheden.

b. Bereken bij de bovenste tabel het product $v \times t$.

c. De formule wordt hier dus: $v \times t = \dots$

Getalsmatig klopt deze formule wel, maar de eenheden passen niet bij elkaar. De snelheid is gegeven in kilometer per uur, de tijd in minuten.

d. Reken bij elke waarde in de tabel de tijd in minuten om naar uur. Noteer hier de uitkomsten.

e. Bereken bij elke situatie opnieuw het product $v \times t$. Noteer hier de uitkomsten.

f. Welke betekenis heeft dit getal?

5 Nog meer omgekeerd evenredige verbanden

Als je meerdere lampjes (parallel) op een batterij aansluit dan zal de batterij eerder leeg zijn. De tijd dat de lampjes op één batterij kunnen branden is *omgekeerd evenredig* met het aantal lampjes.

aantal lampjes n	1	3	5	
tijd t (uur)	4,5	1,5		0,5

- a. Stel een formule op voor het verband tussen het aantal lampjes n en de tijd t .

Elektrische apparaten gebruiken elektrische energie, die afgerekend wordt per kilowattuur (kWh). Spaarlampen gebruiken daarbij minder energie dan gloeilampen en kunnen dus langer branden op één kWh. Bij verschillende lampen is onderzocht hoe lang ze kunnen branden op één kWh.

	spaarlampen			gloeilampen		
vermogen P	5 W	7 W	11 W	25 W	40 W	60 W
tijd t (uur)	200	143	91	40	25	16,7

- b. Stel een formule op voor het verband tussen vermogen P en de tijd t .

- c. Welke eenheid heeft de constante in deze formule?

6 VWO-opgave - Als de afstand constant is

In de vorige opgaven was de snelheid of de tijd constant, en dan is de formule $s = v \cdot t$ te lezen als een evenredig verband. Dat verandert als de afstand constant is. Bij een grotere snelheid hoort een kortere tijd.

In de proloog van de Tour de France in 2005 moesten alle wielrenners dezelfde afstand van 19 km afleggen. De beste renners deden over die afstand ongeveer 21 minuten, de langzaamste renner reed pas na 25 minuten over de eindstreep.

- a. Welke gemiddelde snelheid (in km/h) hoort bij een tijd van 21 minuten?

- b. Welke gemiddelde snelheid (in km/h) hoort bij een tijd van 25 minuten?

- c. Noteer de antwoorden in de tabel.

afstand s (km)	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
tijd t (minuut)	21	22	23	24	25
gemiddelde snelheid v (km/h)		51,8	49,6	47,5	
$v \times t$					



Formule

Bij een omgekeerd evenredig verband geldt dat het *product* van twee variabelen x en y constant is. Voor de formule geldt dan:

$$y \cdot x = \text{constant}$$

d. Leg uit dat de snelheid nu niet evenredig is met de tijd.

e. Leg in eigen woorden uit dat er hier een omgekeerd evenredig verband is tussen de tijd en de gemiddelde snelheid.

Bij een omgekeerd verband bij wiskunde geldt: $x \times y = \text{const.}$

In dit voorbeeld zou dan moeten gelden: $v \times t = \text{const.}$

f. Laat zien dat $v \times t = \text{const.}$ door de laatste rij van de tabel in te vullen.

g. Leg uit waardoor de waarde van de constante niet gelijk is aan de afstand (in km).

Formules en evenredigheden

2 Formules met drie variabelen

In de natuurkunde worden veel formules gebruikt waarin drie of meer grootheden staan. Bovendien worden sommige formules op verschillende manieren geschreven. Hoe moet je die formules nu 'lezen'? Welke verbanden zitten er in de formules verstopt?

Paragraafvraag	Hoe kun je een verband herkennen in een formule?
-----------------------	---

Instap

Verbanden vinden in formules

In de voorgaande paragraaf heb je gezien dat je de formule voor snelheid en afstand op twee manieren kunt schrijven:

$$s = v \cdot t \quad \text{of} \quad v = \frac{s}{t}$$

Het zijn dezelfde formules, alleen op een andere manier geschreven. Met de eerste formule kun je waarschijnlijk makkelijker rekenen. Bovendien kun je makkelijker herkennen of het een *evenredig* of *omgekeerd evenredig* verband is. In het vervolg zullen we alle formules proberen te schrijven op de manier van de eerste formule



Als één grootheid constant is

In de formule staan drie grootheden. Je kunt dus pas het verband herkennen als één van de drie grootheden constant is. Eén voorbeeld is de situatie waarbij de afstand constant is, bijvoorbeeld als je van huis naar school fietst.

- a. Welk soort verband krijg je als de afstand constant is? Geef uitleg en gebruik in je uitleg de formule.

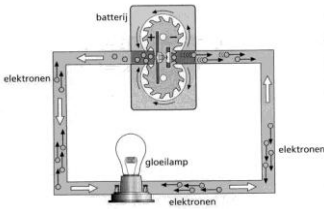
- b. Welk soort verband krijg je als de snelheid constant is? Geef uitleg.

- c. Welk soort verband krijg je als de tijd constant is?

Een formule anders schrijven

Bij een elektrisch apparaat is de weerstand R de *verhouding* tussen de spanning U en de stroomsterkte I . Als de weerstand constant is dan is de stroomsterkte *evenredig* met de spanning van de batterij.

Voor de weerstand geldt dan: $R = \frac{U}{I}$



- d. Leg uit hoe je aan de formule kunt zien dat bij een constante weerstand de stroomsterkte evenredig is met de spanning.

- e. Leg uit dat je de formule ook kunt schrijven als: $U = I \cdot R$

- f. Hoe kun je aan deze formule zien dat bij een constante weerstand de stroomsterkte evenredig is met de spanning?

- g. Welk soort verband krijg je als de spanning U constant is?

Verbanden in een formule herkennen

In een formule zitten vaak meerdere verbanden verstopt. Het herkennen van een verband gaat als volgt:

- Ga eerst na welke grootte constant blijft.
- Hoe verandert de ene grootte als de andere grootte toeneemt?
- Schrijf indien nodig de formule eerst op een andere manier.

Constante verhouding

Soms kun je een verband snel herkennen aan de vorm van de formule. Bij een constante verhouding hoort een evenredig verband.

Bijvoorbeeld: $v = \frac{s}{t}$

Als de snelheid constant is, dan is de afstand evenredig met de tijd.

Constant product

Bij een omgekeerd evenredig verband hoort een constant product.

Bijvoorbeeld: $s = v \cdot t$

Als de afstand constant is, dan is de tijd omgekeerd evenredig met de snelheid.

Als de snelheid constant is dan is de afstand evenredig met de tijd.

Als de tijd constant is dan is evenredig met

7 Een formule voor de dichtheid

Eén van de eigenschappen van stoffen is de *dichtheid*, de verhouding tussen de massa m en het volume V .

Voor de dichtheid ρ geldt: $\rho = \frac{m}{V}$



- a. Leg uit hoe je aan de formule kunt zien dat de massa evenredig is met het volume.

- b. Schrijf de formule op een eenvoudiger manier.

De eenheid van massa m is kg, de eenheid van volume V is m^3 .

- c. Welke eenheid hoort dan bij de dichtheid?

Piepschuim heeft een veel kleinere dichtheid dan lood. Eén kilogram piepschuim is dan ook veel groter dan één kilogram lood. We gaan onderzoeken wat het verband is tussen de dichtheid en het volume van verschillende stoffen als je steeds 1 kg van die stoffen bekijkt.

- d. Als je van verschillende stoffen één kilogram afweegt dan geldt: hoe groter de dichtheid des te is het volume.

- e. Is dit een evenredig of een omgekeerd evenredig verband?

- f. Hoe kun je dat verband herkennen aan de formule $m = \rho \cdot V$?

- g. Welke grootte is in dit voorbeeld constant gebleven?

8 Grenen balken

Bij een houthandel ligt een stapel grenen balken met dezelfde doorsnede maar met verschillende lengtes. Een balk met een lengte van 2,5 m heeft een volume van $5,6 \text{ dm}^3$ en een massa van 4,2 kg.

- a. Bereken de massa van één dm^3 van dit hout.



- b. Bereken de verhouding $\frac{m}{V}$ en noteer het getal in de tabel. Noteer ook de eenheid in de tabel.

	lengte l (m)	volume V (dm ³)	massa m (kg)	$\frac{m}{V}$ (... / ...)
balk 1	2,5	5,6	4,2	
balk 2	5,0			
balk 3			6,0	

- c. Wat zal het volume zijn van een balk die twee keer zo lang is, dus met een lengte van 5,0 m?

- d. Bereken bij deze balk ook de massa m en de verhouding $\frac{m}{V}$.

- e. Een derde balk heeft een massa van 6,0 kg. Bereken het volume en de lengte van deze balk.

9 Resistance Tube

Bij een veer of elastiek is de uitrekking van de veer meestal *evenredig* met de kracht die op de veer wordt uitgeoefend. De 'sterkte' van een veer wordt daarbij weergegeven door de *veerconstante*, de verhouding tussen de kracht F en de uitrekking u .

Voor de veerconstante C geldt: $C = \frac{F}{u}$

- a. Leg uit hoe je aan de formule kunt zien dat de uitrekking evenredig is met de kracht.

- b. Schrijf de formule op een eenvoudiger manier.





Bij een internetwinkel kun je een set van drie Resistance Tubes bestellen. Deze tubes worden gebruikt voor Fitness-trainingen, en er zijn drie verschillende sterktes. Alle Tubes zijn gemaakt van dezelfde elastische kabels. Tube1 is de lichtste versie, en heeft 1 elastische kabel. Tube2 heeft 2 kabels en Tube3 bestaat uit 3 kabels naast elkaar.

Tube1 rekt 20 cm uit als je er een kracht van 50 N op uitoefent.

- c. Welke kracht heb je nodig om Tube1 een uitrekking van 50 cm te geven? Leg uit of geef een berekening.

- d. Welke kracht heb je nodig om Tube1 een uitrekking van 100 cm te geven? Leg uit of geef een berekening.

- e. Bereken de veerconstante van Tube1 in N/m.

- f. Leg in je eigen woorden uit dat een veer met een grote veerconstante stugger is dan een veer met een kleine veerconstante.

De drie kabels van Tube3 zijn elk even sterk als de kabel van Tube1.

- g. Welke kracht heb je nodig om Tube3 een uitrekking van 20 cm te geven?

- h. Hoe groot is de veerconstante van Tube3?

De veerconstante

Een veer wordt uitgerekt als er een kracht op wordt uitgeoefend. Hoe groter de kracht, des te meer wordt de veer uitgerekt. De uitrekking u is daarbij evenredig met de kracht F die erop wordt uitgeoefend.

De evenredigheid betekent ook dat de verhouding tussen de kracht F en de uitrekking u constant is. De formule die daarbij hoort is:

$$\frac{F}{u} = C \quad \text{of} \quad F = C \cdot u$$

De constante C noemen we de veerconstante, uitgedrukt in N/m.

10 Resistance Tube en omgekeerd evenredigheid

De drie Resistance Tubes worden naast elkaar opgehangen en aan elke Tube wordt hetzelfde gewicht gehangen zodat de kracht steeds 150 N is.

a. Vul de onderstaande tabel in:

	kracht F (N)	veerconstante C (N/m)	uitrekking u (cm)
Tube1	150		
Tube2	150		
Tube3	150		

b. Wat is hier het verband tussen de veerconstante C en de uitrekking u ?

c. Hoe kun je aan de formule zien wat het verband tussen C en U is (als de kracht constant is)?

Formules en evenredigheden

3 De evenredigheidsconstante en de grafiek

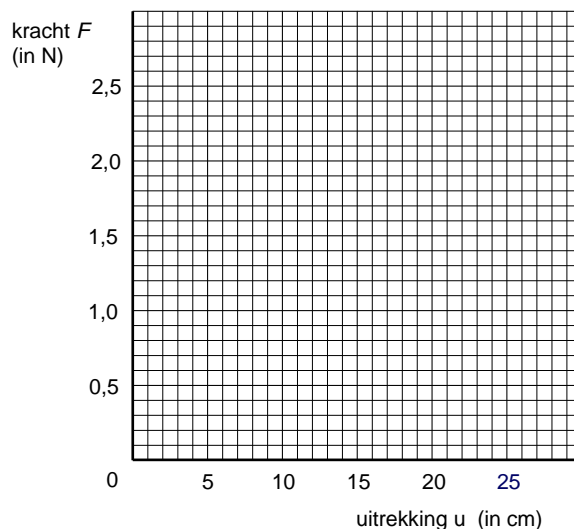
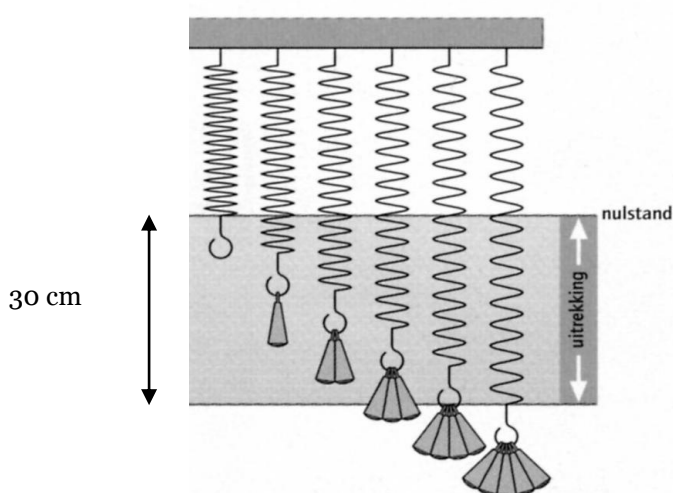
Bij een evenredig verband hoort vaak een evenredigheidsconstante, die soms wel de verhoudingsfactor genoemd wordt.

Paragraafvraag	Welke betekenis heeft de evenredigheidsconstante?
-----------------------	--

Instap

Uitrekking van een veer

Bij een experiment zijn verschillende aantallen gewichtjes aan een veer gehangen. De uitrekking van de veer is evenredig met het aantal gewichtjes.



Bij vijf gewichtjes is de veer 30 cm uitgerekt. Elk gewichtje heeft een massa van 50 gram, dat komt overeen met een kracht van 0,50 N.

a. Vul de tabel verder in en teken de grafiek bij dit experiment.

De grafiek is een rechte lijn, met als formule $F = \dots \cdot u$. Het getal dat op de stippeltjes moet staan noemen we de evenredigheidsconstante.

b. Welk getal moet er hier op de stippeltjes staan?

c. Wat is de eenheid van dit getal?

d. Wat betekent dit getal voor de grafiek?

uitrekking u (cm)	kracht F (N)
	0,50
	1,00
	1,50
	2,00
30	2,50

Een andere veer is twee keer zo 'sterk' als de veer in het bovenstaande experiment.

e. Hoe groot is de veerconstante van deze veer?

f. Teken de grafiek van de sterkere veer in hetzelfde diagram.

De evenredigheidsconstante

Bij een evenredig verband hoort een rechte lijn door de oorsprong. Bij zo'n lijn hoort een formule:

in de wiskunde: $y = a \cdot x$

bij natuurkunde: $F = C \cdot u$ (F langs de y -as, u langs de x -as)

De symbolen a en C in de formules stellen een getal voor die de evenredigheidsconstante genoemd wordt.

Eigenschappen

De evenredigheidsconstante is gelijk aan de helling van de grafiek, een grote constante geeft een steile grafiek

De evenredigheidsconstante heeft in de natuurkunde vrijwel altijd een eenheid, die af te leiden is uit de eenheden van de andere grootheden.

In dit voorbeeld geldt:

- de kracht F heeft als eenheid N
- de uitrekking u heeft als eenheid m
- de veerconstante C heeft dus als eenheid N/m

11 Verbrandingswarmte

Bij het verbranden van stoffen komt *energie* vrij in de vorm van warmte. Dat geldt niet alleen voor stoffen als benzine en hout, maar ook voor het voedsel dat in je lichaam verbrand wordt. Omdat verbranden een chemisch proces is noemen we de energie die daarbij omgezet wordt de *chemische energie* E_{ch} .

Met de *verbrandingswarmte* r_v bedoelen we de hoeveelheid energie die vrijkomt per kg, liter of m^3 van een stof. In de tabel hiernaast staat van verschillende stoffen de verbrandingswarmte. De afkorting MJ staat voor megajoule (1 miljoen joule).

a. Hoeveel energie komt er vrij als je 5 kg droog hout verbrandt?

b. Leg uit dat de energie E_{ch} evenredig is met de massa m van het hout.

c. Welke formule geldt hier voor E_{ch} , r_v en m ?

Stof	Verbrandingswarmte r_v
aardgas	32 MJ/ m^3
benzine	33 MJ/liter
butagas	110 MJ/ m^3
droog hout	16 MJ/kg
spiritus	18 MJ/liter
steenkol	29 MJ/kg
waterstof	10,8 MJ/ m^3
frites	13 MJ/kg

12 Vloeistoffen en gassen verbranden

Bij vloeistoffen (benzine, spiritus) wordt de verbrandingswarmte gegeven in MJ/liter, bij gassen (aardgas, butagas en waterstof) in MJ/m³.

- a. Leg uit dat de formule hier wordt: $E_{ch} = r_v \cdot V$

- b. Welke eenheid moet je voor V gebruiken bij vloeistoffen? En bij gassen?



Moderne autobussen rijden op waterstof in plaats van op benzine. De benzinetank van een normale autobus bevat 250 liter benzine.

- c. Bereken hoeveel m³ waterstofgas nodig is om evenveel energie te leveren als een volle tank benzine.

13 Glaszetters



Om een zware ruit op te tillen gebruiken glaszetters grote zuignappen. Een zuignap werkt op het principe dat er aan één kant geen lucht zit, zodat de lucht aan de andere kant de zuignap stevig tegen het oppervlak duwt.

De kracht F die je nodig hebt om de zuignap los te trekken is even groot als de kracht van de luchtdruk op de zuignap. De kracht F hangt af van de oppervlakte A van de zuignap en de luchtdruk p .

- a. Schrijf de formule $p = \frac{F}{A}$ op een andere manier.

- b. Welk soort verband (evenredig of omgekeerd evenredig) is er tussen de oppervlakte A en de kracht F ?

In dit voorbeeld is de luchtdruk p de evenredigheidsconstante tussen de kracht F (in Newton) en de oppervlakte A (in m²) van de zuignap.

- c. Welke eenheid heeft de luchtdruk in deze formule?

De luchtdruk in Nederland is gemiddeld 1013 mbar, dat is hetzelfde als 101.300 N/m². De glaszetter gebruikt een zuignap met een oppervlakte van 0,015 m².

d. Bereken de kracht die de lucht op de zuignap uitoefent.

14 Band oppompen

Om je band hard op te pompen heb je een flinke kracht nodig. De luchtdruk in de band wordt gemeten in bar. Hoe hoger de druk moet zijn, des te meer kracht heb je nodig. Bij de pomp op de foto geldt dat voor een druk van 1,0 bar een kracht van 120 N nodig is.



a. Welk soort verband (evenredig of omgekeerd evenredig) is er tussen de kracht F en de druk p ?

b. Hoe groot is de kracht om de band op te pompen tot 2,5 bar?

De grootste kracht die het jongetje op de foto kan uitoefenen is als hij met zijn volle gewicht op de pomp duwt. Hij oefent dan een kracht van 400N uit.

c. Bereken de maximale druk die hij met deze pomp kan bereiken.

De band van een racefiets moet altijd heel hard opgepompt worden, dat geeft minder rolweerstand. Met een speciale pomp kan een druk van 8 tot 10 bar bereikt worden. Om zo'n hoge druk te bereiken wordt een andere diameter gebruikt zodat de oppervlakte A van de zuiger verandert.

d. Zal de oppervlakte A in de hogedrukpomp groter of kleiner zijn dan in een normale fietspomp?

e. Welk soort verband (evenredig of omgekeerd evenredig) is er tussen de oppervlakte A en de druk p die je kunt bereiken bij een constante kracht op de pomp?

Druk en kracht

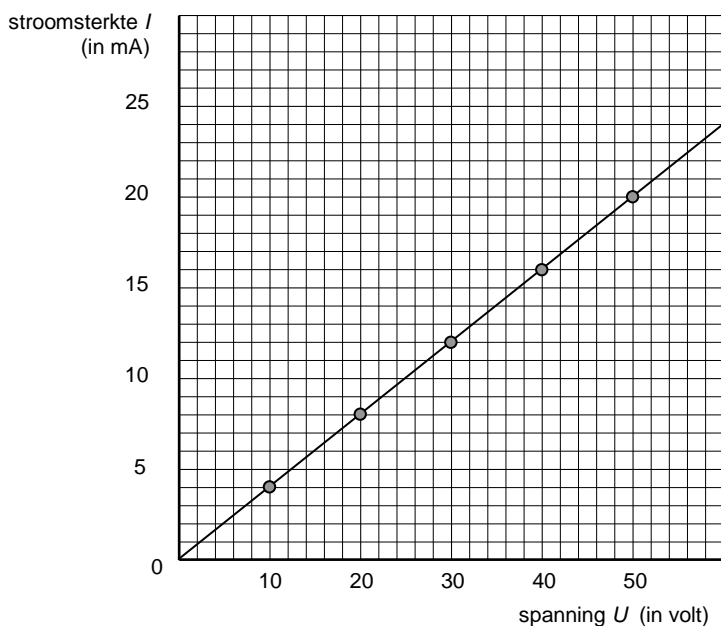
We gebruiken het begrip druk als een kracht F op een bepaald oppervlak A werkt. De kracht wordt verdeeld over het oppervlak.

Voor de druk p geldt dan:
$$p = \frac{F}{A}$$

De druk p wordt uitgedrukt in N/m². een luchtdruk van 1 bar is hetzelfde als 100.000 N/m².

15 Spanning en stroomsterkte

Een dunne metalen draad wordt aangesloten op een spanningsbron. Men onderzoekt het verband tussen de spanning U de stroomsterkte I . De resultaten staan in de grafiek.



Bij deze grafiek past $I = c \cdot U$, daarbij is c de evenredigheidsconstante.

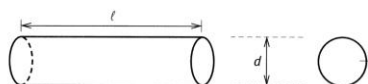
a. Hoe groot is evenredigheidsconstante bij deze grafiek?

b. Welke eenheid heeft de evenredigheidsconstante c ?

c. Bereken met de formule de stroomsterkte bij 25 volt.

d. Hoe groot zal de stroomsterkte zijn bij 80 volt? Leg uit.

e. Hoe groot moet de spanning zijn voor een stroomsterkte van 80 mA?



Het experiment wordt herhaald met een dikkere metaaldraad (van dezelfde soort metaal). Bij elke spanning is de stroomsterkte nu 2,0 keer zo groot.

f. Teken de grafiek van de spanning en de stroomsterkte bij de dikke metaaldraad.

g. Hoe groot is bij deze draad de evenredigheidsconstante?

16 Weerstand

Een dunne metaaldraad heeft een weerstand R waarvoor de formule geldt:

$$R = \frac{U}{I}$$

In deze formule is U de spanning in volt en I de stroomsterkte in ampere.

- a. Welke evenredigheid is in deze formule zichtbaar?

- b. Welke grootte is daarbij constant?

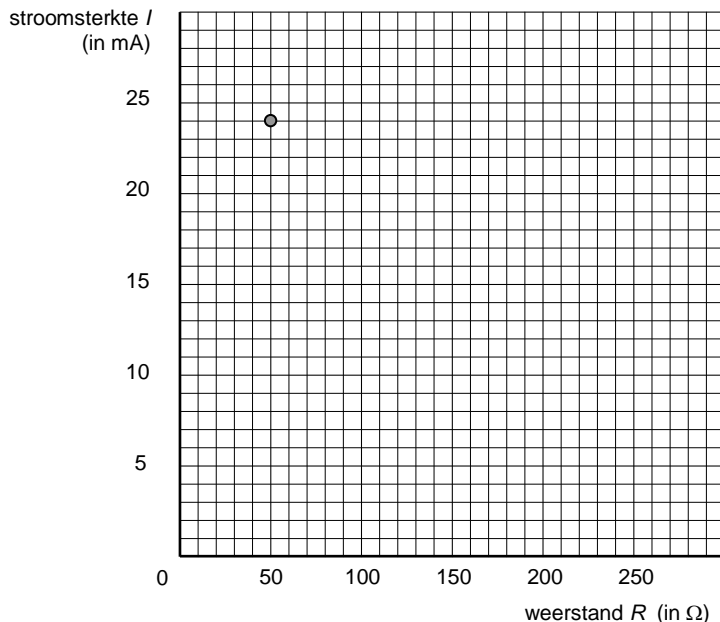
Bij een experiment worden dunne metaaldraden met verschillende weerstand R aangesloten op een batterij met constante spanning. Bij een weerstand van 50Ω levert de batterij een stroomsterkte van 24 mA , dit punt is in de grafiek weergegeven.

- c. Leg uit dat de stroomsterkte omgekeerd evenredig is met de weerstand.

- d. Hoe groot zal de stroomsterkte zijn als de weerstand 100Ω is?

- e. Vul de tabel verder in en teken in de grafiek.

weerstand $R (\Omega)$	stroom $I (\text{mA})$
50	24
75	
100	
150	
200	
250	
300	



- f. Bij de grafiek hoort de formule $I \cdot R = c$. Welke waarde heeft de constante c (met bijbehorende eenheid)?
