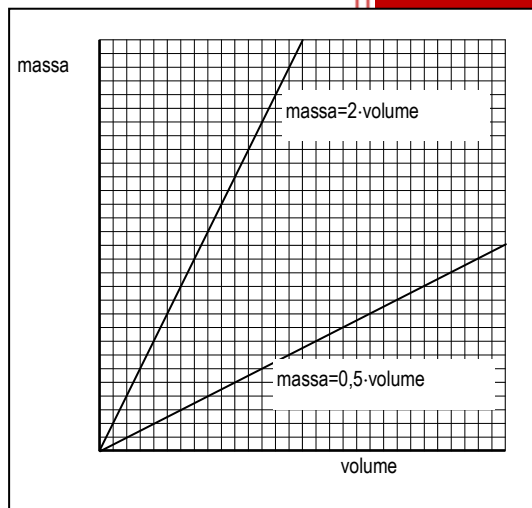


NAAM:

KLAS:

SaLVO!

2 Massa en volume



NATUURKUNDE

KLAS 2 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

INHOUD

1	Verschillende hoeveelheden	5
2	Een experiment met massa en volume	13
3	De formule en de grafiek	18
4	Experimenten met dichtheid	24
5	Rekenen met een formule.....	27
6	Rekenen met andere per-eenheden	31

Een verband tussen massa en volume

1 Verschillende hoeveelheden

In dit hoofdstuk gaan we op zoek naar het verband tussen *massa* en *volume*. Met massa bedoelen we het aantal gram of kilogram van een voorwerp of van een soort materiaal. Met het volume bedoelen we het aantal liter of kubieke meter. Omdat er veel verschillende eenheden gebruikt worden kijken we eerst hoe je die eenheden kunt omrekenen.

Paragraafvragen	Welke eenheden voor massa en volume gebruiken we? Hoe kun je die eenheden omrekenen?
-----------------	---

instap

Verschillende eenheden

Er zijn veel verschillende manieren om de 'hoeveelheid' van een bepaald product aan te geven. In de supermarkt kom je van alles tegen: een zak aardappelen, een tros bananen, een krat bier, een kilo suiker of een liter melk.

Bij vloeistoffen en gassen bedoelen we met de 'hoeveelheid' het volume in bijvoorbeeld liter.

- a. Noteer zoveel mogelijk verschillende eenheden voor het volume van een vloeistof (of een gas).

- b. Zet de eenheden in volgorde van groot naar klein.

- c. Hoe moet je de eenheden in elkaar omrekenen? Met welk getal moet je vermenigvuldigen als je een andere eenheid gebruikt? Noteer bij elk stapje de vermenigvuldigingsfactor (b.v. $1 \text{ L} \rightarrow \times 1000 \rightarrow 1000 \text{ mL}$).

Bij vaste stoffen en voorwerpen bedoelen we met de 'hoeveelheid' de massa in bijvoorbeeld kilogram.

- d. Noteer zoveel mogelijk verschillende eenheden voor de massa van een voorwerp of een stof.

- e. Zet de eenheden in volgorde van groot naar klein.

- f. Hoe moet je de eenheden in elkaar omrekenen? Noteer bij elk stapje de vermenigvuldigingsfactor.





1 Volume of inhoud?

De woorden inhoud en volume worden vaak door elkaar gebruikt. Bij vloeistoffen gebruiken we volume. We zeggen wel: bij volume hoort iets met massa, bij inhoud bedoelen we lege ruimte. Een wijnfles heeft een bepaalde inhoud, de wijn in de fles heeft een bepaald volume.

Op een fles frisdrank staat: 1,5 L. De fles is nog half vol.

a. Hoe groot is het volume van de frisdrank?

b. Hoe groot is de inhoud van de fles?

Het volume wordt meestal aangegeven in liter (L) of milliliter (mL), maar soms kom je ook nog centiliter (cL) tegen.

c. Het colaflesje heeft een inhoud van 50 cL. Hoeveel liter is dat?

d. In de fles zit 500 mL olijfolie. Hoeveel liter is dat?

e. In het limonadeflesje zit 0,275 L. Hoeveel mL is dat? En hoeveel cL?

De cilinderinhoud van de motor van een scooter of brommer wordt aangegeven in cc, dat staat voor kubieke centimeter (en dat is niet hetzelfde als centiliter!). Bij natuurkunde gebruiken we bij voorkeur cm^3 en m^3 , en soms ook dm^3 en liter. Met cm^3 bedoelen we één kubieke centimeter.

f. Vul in: één liter is hetzelfde als één kubieke

g. Vul in: één milliliter is hetzelfde als één kubieke

2 Omrekenen in cm^3 , dm^3 en m^3

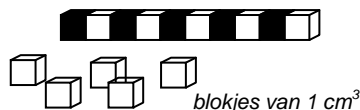
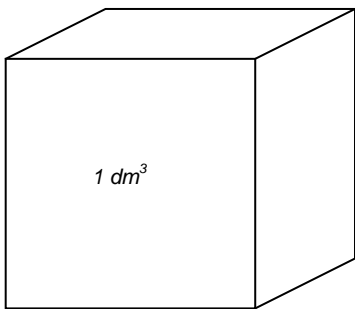
In de tekening zie je op schaal de verhouding tussen $1 cm^3$ en $1 dm^3$.

a. Hoeveel cm^3 past er in $1 dm^3$? Leg uit hoe je aan dat antwoord gekomen bent.

b. Hoeveel cm^3 past er in 1 liter? Geef uitleg.

c. Hoeveel cm^3 past er in 1 cL? Geef uitleg.

d. Hoeveel liter past er in $1 m^3$? Leg uit.



schaaltekening 1:3

3 Reken om:

a. $50 \text{ cL} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$

b. $500 \text{ mL} = \dots\dots \text{ dm}^3$

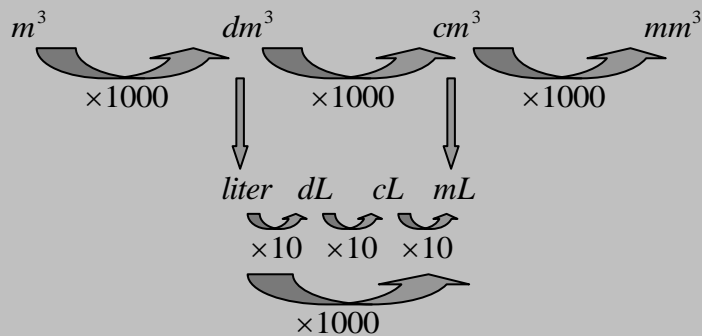
c. $0,275 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ mL}$

d. $50 \text{ cL} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

e. $0,023 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$

Liters, milliliters en kubieke maten

Omdat er twee verschillende soorten eenheden gebruikt worden is het omrekenen van m^3 naar cm^3 of mm^3 , of van liter naar cm^3 soms verwarrend. Het onderstaande schema kan daarbij helpen.



4 Vloeibare zeep

Op de verpakking van de vloeibare zeep staat: 725 mL en 750 g.

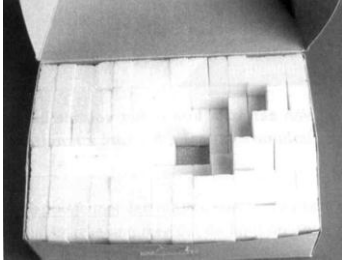
a. Hoeveel cm^3 zeep zit er in de verpakking?

Voor water geldt: 1 liter water weegt 1 kg.

b. Hoeveel gram is 1 mL water? En 725 mL water?

c. Is deze zeep zwaarder of lichter dan water?

d. Zal deze zeep blijven drijven op water of zinken? Leg uit.



Bij een rechthoekig voorwerp geldt:

$$V = l \times b \times h$$

5 Volume berekenen

Op de foto zie je een pak suikerklontjes. Als je goed kijkt dan zie je dat de bovenste laag bestaat uit 6 rijen van elk 14 suikerklontjes. Het is niet goed te zien hoeveel lagen er in de doos zitten.

De afmetingen van elk suikerklontje zijn: $1,2 \times 2,0 \times 1,6$ cm. De doos heeft als afmetingen: $16,8 \times 12,0 \times 4,8$ cm.



- a. Bereken het volume van 1 suikerklontje.

- b. Bereken de inhoud van de doos.

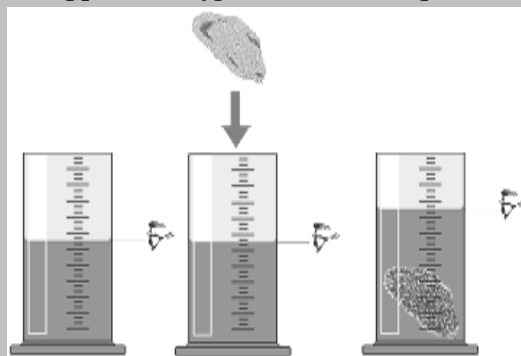
- c. Hoeveel suikerklontjes passen er in de doos?

- d. Hoeveel lagen suikerklontjes zitten er in de doos?

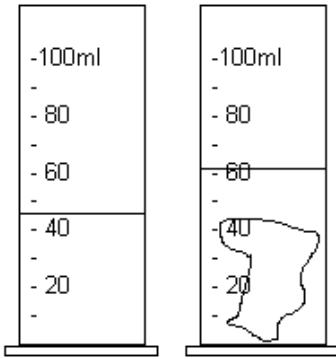
Het volume meten

Bij vloeistoffen kun je het volume meten met een maatcilinder. Bij rechthoekige voorwerpen kun je de lengte, breedte en hoogte meten en daarmee het volume berekenen.

Bij andere voorwerpen kun je het volume meten door het voorwerp onder te dompelen in een maatcilinder met vloeistof zoals water. Het niveau van het oppervlak stijgt als het voorwerp in de maatcilinder wordt gelegd.



De onderdompelmethode



6 Het volume van een steen meten

In het bovenstaande plaatje zie je dat een steen ondergedompeld wordt in een maatcilinder.

- a. Leg in je eigen woorden uit hoe je op deze manier het volume van de steen kunt meten.

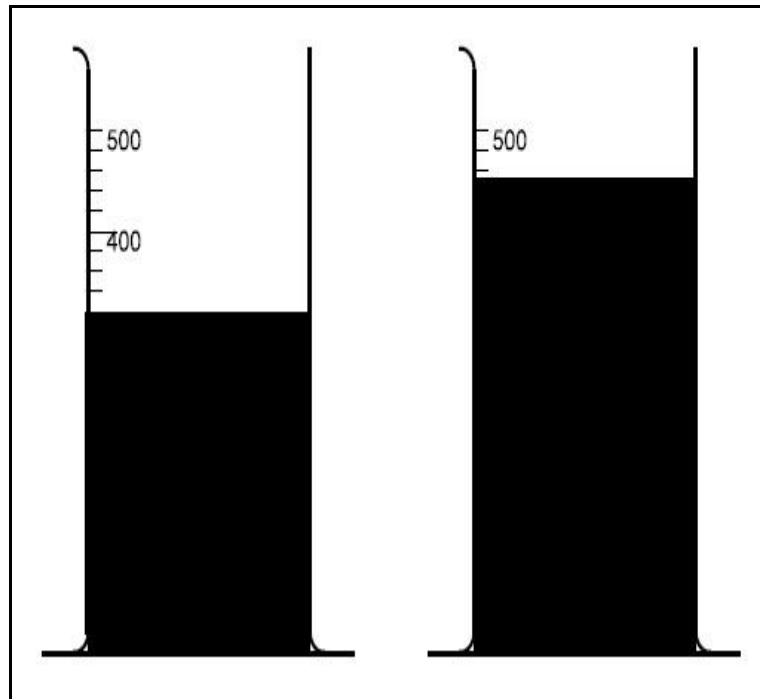
In de figuur in de kantlijn zie je een voorbeeld van de onderdompelmethode.

- b. Hoe groot is het volume van de steen?

- c. Zou je op deze manier ook het volume van een pingpongballetje kunnen meten? Leg uit.

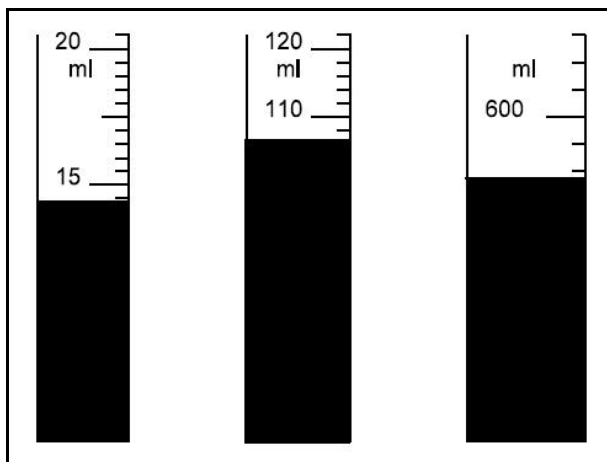
In de onderstaande figuur zie je twee tekeningen van een bekeerglas van 500 mL. In de rechttertekening is een steen in het bekeerglas gelegd.

- d. Bepaal aan de hand van de tekening het volume van de steen.



In de onderstaande figuur zie je drie maatcilinders.

e. Probeer bij elke maatcilinder het volume zo nauwkeurig mogelijk af te lezen.

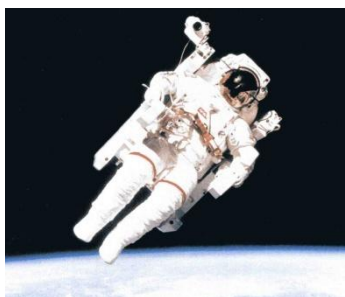


Massa of gewicht?

Bij vaste stoffen wordt 'de hoeveelheid stof' uitgedrukt in kilogram, gram of ton. In het dagelijks spraakgebruik noemen we dat het *gewicht*, maar natuurkundigen praten liever over de *massa*.

GEWICHT Als je met je volle *gewicht* op een kartonnen doos gaat staan dan bedoelen we met gewicht de *kracht* die je op de doos uitoefent. Je gewicht drukt op de doos.

MASSA Met de *massa* bedoelen we de hoeveelheid stof (in kg) die je bij wijze van spreke kunt vastpakken.

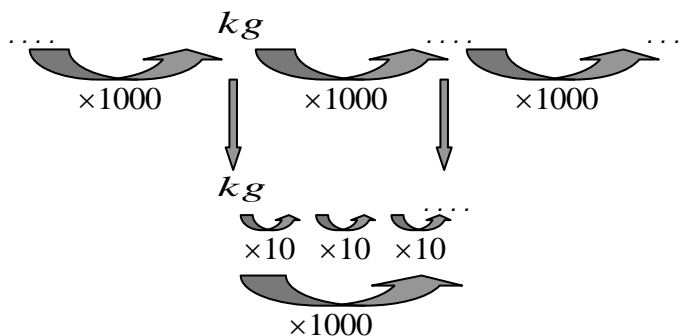


Het verschil tussen massa en gewicht wordt duidelijk in de ruimte. In de ruimte ben je gewichtloos, maar je massa is niet verdwenen. Ook in een achtbaan voel je vaak lichter of zwaarder. Je gewicht drukt dan soms zwaarder of minder zwaar, maar je massa blijft hetzelfde.

In het dagelijks spraakgebruik hebben we het wel eens over kilo, maar dat is onzorgvuldig. Kilo betekent gewoon duizend, en kilogram betekent dus duizend gram. Een kilo aardappelen zou dus letterlijk betekenen 1000 aardappelen.

7 Grammen, kilogrammen en tonnen

Bij het omrekenen van kg naar gram, mg of ton kan het onderstaande schema helpen.



- Er geldt $1 \text{ kg} = 1000 \text{ gram}$ en $1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$. Vul op de juiste plekken in het schema de woorden *gram* en *ton* in.
- Vul ook de andere open plaats in het schema in.

Voorvoegsels

De woorden centi, milli en kilo noemen we voorvoegsels, net als micro, mega en giga.

voorvoegsel		getal	betekenis
deci	d	0,1	een tiende
centi	c	0,01	een honderdste
milli	m	0,001	een duizendste
micro	μ	0,000001	een miljoenste
nano	n	0,000000001	een miljardste
hecto	h	100	honderd
kilo	k	1000	duizend
mega	M	1.000.000	miljoen
giga	G	1.000.000.000	miljard

8 Rekenen met voorvoegsels

Een potje met vitamine C bevat 100 tabletten met elk 500 mg vitamine C.

a. Reken om: 500 mg = gram

b. Hoeveel potjes heb je nodig om 1 kg vitamine C te krijgen?

c. Een pak suikerklontjes van 1,5 kg bevat 252 klontjes. Wat is de massa van één suikerklontje in gram?

d. Bij de nanotechnologie wordt gewerkt in nanometer, dat is eigenlijk onvoorstelbaar klein. Hoeveel nanometer past er in 1 mm?

Op de verpakking van de vloeibare zeep staat: 725 mL en 750 g.

e. Bereken de massa van 1 mL zeep.

f. Hoeveel kg zeep zit er dan in 1 liter?





Structuur van een eiwit.



Het apparaat waarmee de metingen uitgevoerd zijn.

Zeptogram op de weegschaal

Noorderlicht, 31 maart 2005

Het wereldrecord lichtgewicht is gebroken. Voor het eerst hebben natuurkundigen een 'zeptogram' gewogen, een miljardste van een biljoenste gram (10 tot de min 21ste). Dat is ruwweg de massa van eiwitten.

Het nieuwe record is belangrijk, want ieder eiwit heeft een iets ander gewicht. Dat maakt het op een dag misschien mogelijk afzonderlijke

eiwitten te herkennen door ze te wegen. Bepaalde ziektes, zoals kanker, zouden dan zeer vroeg zijn op te sporen aan de hand van het gewicht van bepaalde signaalmoleculen in het bloed.

Zover is het echter nog lang niet. Om eiwitten te herkennen aan de hand van hun gewicht, moet de weegschaal zeker nog duizend keer gevoeliger - we bevinden ons dan bij de 'yoctogrammen', een miljoenste van een miljardste van een miljardste gram, ofwel de gewichtsklasse van atomen waterstof.

9 Laadvermogen

Het laadvermogen van een vrachtwagen wordt vaak uitgedrukt in ton, en een ton is gelijk aan 1000 kg.

- a. Reken om: 400 kg = ton

- b. Reken om: 10 ton = kg



laadvermogen 2300 ton



laadvermogen 400 kg

Op de twee foto's zie je een vrachtboot en een aanhangwagen. Bij elke foto is het laadvermogen aangegeven

- c. Hoeveel keer 'past' de lading van de aanhangwagen op de vrachtboot?

- d. Waarom is bij het laadvermogen de massa belangrijk, en niet naar het volume? (wat gaat er fout als de lading heel weinig volume heeft maar een grote massa?)

Een ton is ook te schrijven als eengram, met het juiste voorvoegsel.

- e. Vul in: 1 ton = 1gram

Een verband tussen massa en volume

2 Een experiment met massa en volume

Met ‘de hoeveelheid’ van een stof bedoelen we het volume of de massa. Als je een grotere hoeveelheid van een bepaalde stof neemt, dan zal zowel de massa als het volume groter worden. In deze paragraaf gaan we onderzoeken of die toename *evenredig* is.

Paragraafvraag	Is de massa van een stof evenredig met het volume?
-----------------------	---

instap

Massa evenredig met het volume?

In dit onderzoek gebruiken we twee verschillende stoffen, bijvoorbeeld zout en zand of hout en koper. Elk groepje krijgt van één van deze twee stoffen een bepaalde hoeveelheid. Elk groepje heeft dus een andere massa en een ander volume. Hoe kun je nu onderzoeken of de massa *evenredig* is met het volume?

- Doe eerst een voorspelling: verwacht je dat de massa *evenredig* is met het volume? Leg uit waarom je dat wel of niet verwacht.

Daarna gaan we aan de slag. Elk groepje meet van zijn hoeveelheid stof de massa en het volume.

- Noteer jouw metingen in de tabel voor A of B.
- Neem de resultaten van de andere groepjes over in de juiste tabel (A of B).
- Vergelijk de getallen in de tabel met elkaar. Is er nu sprake van een evenredig verband? Hoe zie je dat?
- Onderzoek of de *verhouding* tussen de massa en het volume constant is. Daarmee bedoelt men: de massa is ... maal zo groot als het volume.



materiaal A	soort materiaal:						
volume V (cm ³ of mL)							
massa m (gram)							
verhouding							

materiaal B	soort materiaal:						
volume V (cm ³ of mL)							
massa m (gram)							
verhouding							

Hoe zie je of er sprake is van evenredigheid?

Evenredigheid betekent dat massa en volume met dezelfde factor veranderen. Bij metingen is dat niet zo makkelijk te zien omdat het nooit 'mooie' getalen zijn. Bovendien is meten nooit erg nauwkeurig, daardoor kunnen er kleine verschillen zijn.

Een andere manier om evenredigheid te onderzoeken is door te kijken naar de verhouding. Als de massa m evenredig is met het volume V dan moet de verhouding m/V constant zijn.

$$m \text{ is evenredig met } V \Leftrightarrow \frac{m}{V} \text{ is constant}$$

Voorbeeld: $m=6$ en $V=2$ geeft dezelfde verhouding als $m=18$ en $V=6$. Beide getallen zijn drie keer zo groot geworden, de breuk is hetzelfde.

10 De verhouding berekenen

Eén manier om evenredigheid te onderzoeken is door te kijken naar de verhouding. Daarmee wordt bedoeld de breuk m/V .

- Bereken voor materiaal A bij alle metingen de verhouding m/V . Noteer het antwoord in de onderste rij van de tabel.
- Is de verhouding m/V ongeveer constant?

- Leg in je eigen woorden uit dat evenredigheid hetzelfde betekent als een constante verhouding.

- Bereken het gemiddelde van m/V voor materiaal A.

- Bereken ook voor materiaal B bij alle metingen de verhouding m/V .
- Bereken voor materiaal B het gemiddelde van m/V .

11 De betekenis van de verhouding m/V

Bij beide materialen A en B is de verhouding tussen massa en volume ongeveer constant, maar die verhouding is niet hetzelfde.

- Bij welk materiaal is de uitkomst het grootst?
- Kun je uit de verhoudingen afleiden welke van de twee stoffen het zwaarst is?



Het getal van de verhouding heeft ook een eenheid: als je gram deelt door cm^3 dan wordt de eenheid g/cm^3 . Dat noemen we *gram per kubieke centimeter*.

In de onderstaande figuur zie je van vijf verschillende stoffen een kubieke centimeter getekend.



c. Welke van deze kubieke centimeters zal de grootste massa hebben, denk je? Welke heeft de kleinste massa?

d. Kijk naar de getallen in de tabel van materiaal A. Hoeveel gram zal één kubieke centimeter (gemiddeld) wegen?

e. Kijk naar de getallen in de tabel van materiaal B. Hoeveel gram zal één kubieke centimeter (gemiddeld) wegen?

Het getal dat je nu gevonden hebt wordt ook wel de **dichtheid** van een stof genoemd. Daarmee bedoelen we zoiets als 'de materie zit dicht op elkaar'.

f. Leg in je eigen woorden uit dat een 'zware' stof een hoge dichtheid heeft.

Dichtheid (bron: wikipedia)

Met de dichtheid wordt de verdeling van een grootheid beschreven over een oppervlak of een volume, bijvoorbeeld de bevolkingsdichtheid, informatiedichtheid of energiedichtheid.

In de natuur- en scheikunde geeft de dichtheid of soortelijke massa van een materiaal aan hoeveel massa van dat materiaal aanwezig is in een bepaald volume.

Traditioneel duidt men dichtheid aan met de Griekse letter ρ (rho)...

Verhoudingstabel

Bij het rekenen met dichtheid kun je handig gebruik maken van een verhoudingstabel. De dichtheid is immers gelijk aan de massa van één cm^3 .

De dichtheid van aluminium is $2,7 \text{ g}/\text{cm}^3$. Hoe bereken je het volume van 15 cm^3 aluminium?

volume (in cm^3)	massa (in gram)
1	2,7
15

Dichtheid van een stof

Bij vrijwel alle vaste stoffen en vloeistoffen is de massa evenredig met het volume. De dichtheid van een stof bereken je door de massa m te delen door het volume V .

$$\text{dichtheid } \rho = \frac{m}{V} \quad \text{in} \quad \frac{\text{gram}}{\text{cm}^3} = \text{gram per kubieke centimeter}$$

Als je dan de massa van één kubieke centimeter weet dan kun je daarmee bij elk volume de massa berekenen (en omgekeerd).

Dichtheid van enkele stoffen in g/cm^3 bij 20°C

Alcohol 0,80	Koper 8,9	Piepschuim 0,025	IJs 0,9 (bij 0°C)
Aluminium 2,70	Kwik 13,5	Platina 11,4	IJzer 7,9
Ether 0,71	Lood 11,3	Spiritus 0,8	Zeewater 1,03
Glas 2,5	Messing 8,5	Suiker 1,6	Zilver 10,5
Glycerol 1,26	Olijfolie 0,92	Tetra 1,6	Zink 7,1
Goud 19,3	Paraffine 0,89	Tin 7,3	Zout 2,17
Hout $\pm 0,7$	Perspex 1,2	Water 1,0	Zwavel 2,0



12 Piepschuim

Op de foto wordt een pak piepschuim opgetild.

- a. Heeft piepschuim een grote of een kleine dichtheid? Leg uit.

- b. Maak een schatting van de afmetingen van het blok piepschuim. Noteer de afmetingen in cm.

- c. Bereken het volume van het piepschuim in cm^3 .

- d. Hoe groot is dan de massa van het piepschuim? Gebruik een verhoudingstabel bij je berekening.

13 Dichtheid van suiker

Op de foto zie je een pak van 1,10 kg suikerklontjes met daarin 252 klontjes. De afmetingen van elk suikerklontje zijn: $1,2 \times 2,0 \times 1,6$ cm. De doos heeft aan de binnenkant de afmetingen: $16,8 \times 12,0 \times 4,8$ cm.

- a. Bereken met deze gegevens de massa en het volume van één suikerklontje.

- b. Bereken daarmee de dichtheid van de suikerklontjes.

- c. Bereken met deze gegevens de massa en het volume van alle suikerklontjes in de doos.

- d. Bereken daarmee opnieuw de dichtheid van de suikerklontjes. Wat valt je op?

Volgens de tabel is de dichtheid van suiker $1,6 \text{ g/cm}^3$. Dat getal is hoger dan de uitkomst van je berekeningen.

- e. Hoe komt het dat de dichtheid van suikerklontjes lager is dan het getal in de tabel? (Tip: kijk eens met een vergrootglas naar een suikerklontje)



- f. In een fles cola van 1,5 L zit maar liefst 160 gram suiker. Bereken hoeveel cm^3 suiker is opgelost in de cola (gebruik voor de dichtheid het getal uit de tabel).

- g. Laat zien hoe je de vorige vraag met een verhoudingstabel snel kunt oplossen.



14 Poedersuiker en zout

Op de foto zie je twee strooibussen. De rechter strooibus bevat 250 gram poedersuiker. De dichtheid van deze poedersuiker is $0,66 \text{ g/cm}^3$.

- a. Bereken hoeveel cm^3 poedersuiker er in de strooibus zit.

De linker strooibus bevat 500 gram zout. Het volume van het zout is 436 cm^3 .

- b. Bereken de dichtheid van het zout in de strooibus.

Volgens de tabel is de dichtheid van zout $2,17 \text{ g/cm}^3$. Dat geldt alleen voor een massief stuk zout zoals een liksteen voor schapen, koeien of paarden. De afmetingen van een bepaalde liksteen zijn 16 bij 16 bij 18 cm.

- c. Bereken het volume van de liksteen.

- d. Bereken uit hoeveel kg zout de liksteen gemaakt is.

Bij het zout in de strooibus zit tussen de zoutkorrels lucht, daardoor is de dichtheid van stroozout lager dan van massief zout.

- e. Bereken hoeveel 'echte' cm^3 zout er in de strooibus zit.

- f. Hoeveel cm^3 lucht zit er tussen de zoutkorrels?



Een verband tussen massa en volume

3 De formules en de grafiek

De dichtheid kun je uitrekenen met een *formule*. Bij een formule hoort ook een grafiek. Welke grafiek hoort bij massa, volume en dichtheid?

Het voordeel van een formule is dat je bij het rekenwerk steeds dezelfde formule kunt gebruiken, dan moet je wel weten hoe de formule 'werkt'.

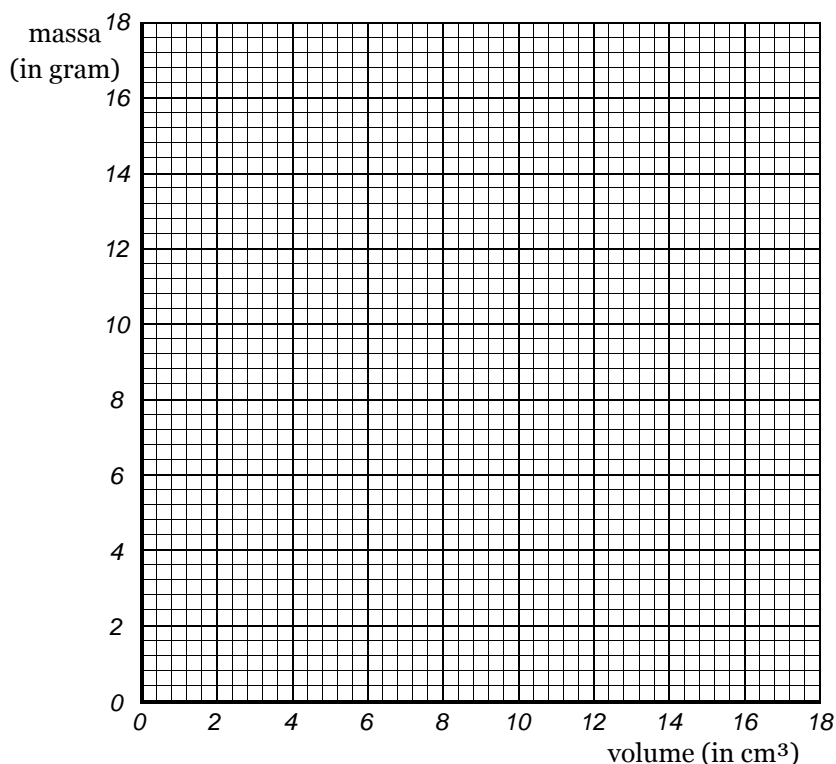
Paragraafvragen	Welke grafiek hoort bij de formule? Wat betekent de formule voor massa, volume en dichtheid?
------------------------	---

Instap

Kabouter Flop

Kabouter Flop heeft ook een onderzoek uitgevoerd naar de massa en het volume van voorwerpen. Hij heeft houtsnippers, waterdruppels en kleikorrels verzameld en daarvan heeft hij het volume en de massa gemeten.

Voorwerp	volume (cm ³)	massa (gram)
Houtsnippers	6,0	3,0
	2,8	1,4
	10	5,0
Waterdruppels	16	8,0
	3,0	3,0
	9,0	9,0
	12	12
Kleikorrels	16	16
	4,0	8,0
	2,4	4,8
	9	18



- Teken de metingen van kabouter Flop in de grafiek. Gebruik verschillende symbolen (dikke punt, kruis, plusje) voor hout, water en klei. Schrijf bij elk punt of het een houtsnipper, een waterdruppel of een kleikorrel is.
- Teken de lijn die hoort bij de grafiek voor de houtsnippers. Teken met een andere kleur de lijnen voor de waterdruppels en de kleikorrels.
- Hoe zie je aan de lijnen dat de massa evenredig is met het volume?

d. Hoe zie je aan de lijnen bij welk materiaal de dichtheid het grootst is?

e. Hoe kun je met de grafiek de dichtheid van elke stof bepalen?

Kabouter Flop ziet aan de getallen dat de massa evenredig is met het volume. Dat betekent dat de verhouding tussen massa m en volume V bij elk materiaal hetzelfde moet zijn.

f. Bereken bij elke meting de verhouding m/V . Noteer het antwoord in de tabel.

Hij bedenkt dat er bij elke lijn ook een formule hoort. Na enig nadenken komt hij bij de kleikorrels tot de volgende formule:

$$\frac{\text{massa}}{\text{volume}} = 2$$

g. Hoe is kabouter Flop aan deze formule gekomen?

h. Bedenk zelf net zo'n formule voor de waterdruppels en de houtsnippers.

	V (cm ³)	m (gram)	m/V
Hout	6,0	3,0	
	2,8	1,4	
	10	5,0	
	16	8,0	
Water	3,0	3,0	
	9,0	9,0	
	12	12	
	16	16	
Klei	4,0	8,0	
	2,4	4,8	
	9	18	

15 Een andere formule bij de grafiek

Bij wiskunde heb je geleerd dat bij een rechte lijn door de oorsprong de volgende formule hoort: $y = a \cdot x$

In die formule is a een getal dat de *helling* van de lijn aangeeft.

Bij de grafiek van massa en volume kun je ook zo'n formule opschrijven. Dat wordt dan: $\text{massa} = a \cdot \text{volume}$.

a. Kijk naar de grafiek van de kleikorrels. Welk getal a past bij deze grafiek?

b. Leg in je eigen woorden uit dat de formule $\frac{\text{massa}}{\text{volume}} = 2$ hetzelfde

betekent als de formule $\text{massa} = 2 \cdot \text{volume}$

c. Bij de grafiek van de houtsnippers past ook $\text{massa} = \dots \cdot \text{volume}$. Welk getal moet er bij de houtsnippers op de stippeltjes staan?

d. Welke betekenis heeft dit getal?

Bij de dichtheid hoort ook een eenheid: g/cm³. Zo'n eenheid noemen we een per-eenheid (gram *per* kubieke centimeter, dat betekent dat *elke* kubieke centimeter zoveel gram weegt).

e. Ken je nog andere voorbeelden van per-eenheden?

f. Wat krijg je als je g/cm^3 vermenigvuldigt met cm^3 ? Leg in je eigen woorden uit waarom.

De grafiek en twee formules

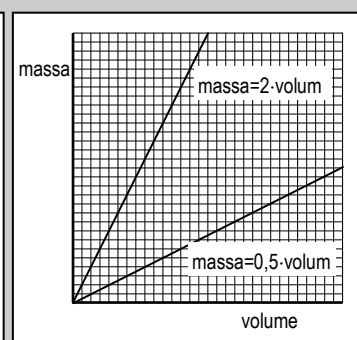
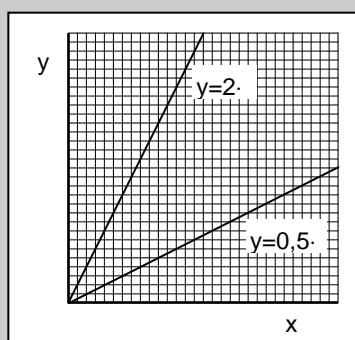
Met de dichtheid van een stof bedoelen we de massa per kubieke centimeter van die stof. De dichtheid is gelijk aan de *verhouding* tussen massa en volume.

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad \text{of} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Bij de grafiek van massa en volume hoort een rechte lijn door de oorsprong. Bij wiskunde heb je geleerd dat bij een evenredig verband een rechte lijn door de oorsprong hoort. De formule van de lijn is: $y = a \cdot x$

De formule wordt dan:

$$\text{massa} = \text{dichtheid} \cdot \text{volume} \quad \text{of} \quad m = \rho \times V$$

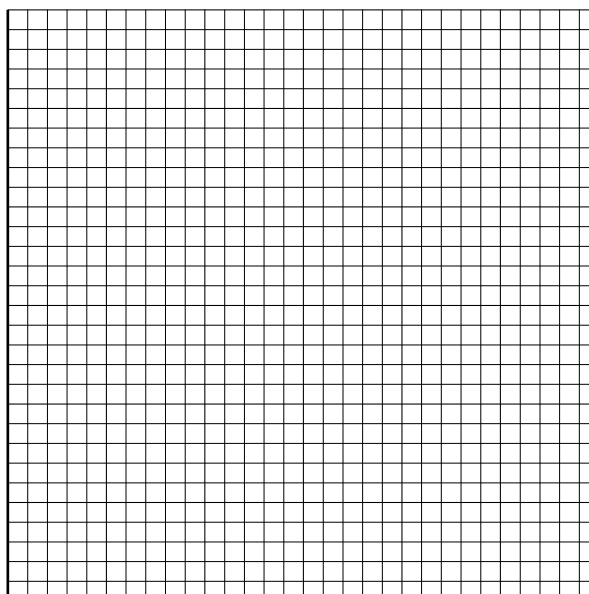


16 Een grafiek en een formule bij het experiment

Bij het experiment met twee stoffen in de vorige paragraaf hoort natuurlijk ook een grafiek en een formule.

a. Kies in het onderstaande diagram eerst de schaalverdeling bij de twee assen. Kies de schaalverdeling zó dat je makkelijk kunt tekenen en aflezen (bijvoorbeeld 1 hokje is 10, 20 of 50 gram).

massa m
(in gram)



volume V (in cm^3)

- b. Teken de meetpunten van het experiment in het assenstelsel met een dikke punt (●) of een kruisje (x).
- c. Liggen de punten die bij hetzelfde materiaal horen precies op één lijn? Leg uit hoe dat komt.

Omdat metingen vaak niet helemaal nauwkeurig zijn hoeft de lijn niet door alle punten te gaan. Bij dit experiment is de grafiek een rechte lijn door de oorsprong.

- d. Teken met een liniaal een rechte lijn door de oorsprong die zo goed mogelijk langs de meetpunten gaat. Teken voor elk materiaal een lijn. Bij een evenredig verband hoort ook een formule:
- e. Welke formule(s) horen bij deze metingen?

- f. Hoe kun je met de formule de dichtheid van het materiaal vinden?

17 De dichtheid en de helling van de lijn

De formule bij deze grafiek is: $massa = dichtheid \cdot volume$

- a. Bij vurenhout is de dichtheid $0,58 \text{ g/cm}^3$. Welke formule hoort bij vurenhout?
- b. Teken de grafiek van vurenhout in hetzelfde diagram.
- c. Is vurenhout 'zwaarder' of 'lichter' dan de andere materialen?

De woorden zwaar en licht zijn verwarrend, een groot stuk vurenhout kan veel zwaarder zijn dan een klein stuk ijzer.

- d. Welk woord kun je beter gebruiken?

Eén liter water heeft een massa van 1 kg.

- e. Hoe groot is de dichtheid van water?
- f. Leg uit of vurenhout drijft op water of zinkt.

De helling

Bij wiskunde staan er meestal geen eenheden langs de assen. Bij de helling tel je dan ook meestal hokjes.

Bij natuurkunde gebruik je bij de helling ook eenheden. Hier geldt bijvoorbeeld: een helling van 5 g/cm^3 betekent dat bij elke cm^3 naar rechts de lijn 5 gram omhoog gaat.

stof	dichtheid gram/cm ³
<i>alcohol</i>	0,80
aluminium	2,70
<i>benzine</i>	0,72
eboniet	1,15
eikenhout	0,78
glas	2,6
goud	19,3
ijs	0,92
ijzer	7,87
koper	8,96
kurk	0,25
<i>kwik</i>	13,5
lood	11,35
lucht	0,0013
marmmer	2,7
messaging	8,5
papier	0,7 - 1,2
perspex	1,2
<i>spiritus</i>	0,80
staal	7,8
suiker	1,58
<i>terpentine</i>	0,84
vurenhout	0,58
<i>water</i>	1,00
<i>zeewater</i>	1,04
zilver	10,5
zink	7,13
zout	2,17

18 Een tabel voor dichtheid

In de tabel zie je van een groot aantal stoffen de dichtheid. In deze tabel zijn alle vloeistoffen *schuin* geschreven.

- a. Welke vaste stoffen blijven drijven op water? Leg uit.

- b. Welk metaal is het 'zwaarst', welke het lichtst?

- c. Welke vloeistof (*in de tabel schuin gedrukt*) is het zwaarst, welke het lichtst?

- d. Hoe groot is de massa van 1 liter benzine?

- e. Staal is een legering van ijzer met andere stoffen. Het grootste deel (ca 90%) bestaat uit ijzer. Hoe zie je dat aan de dichtheid van ijzer en staal?

- f. Op de verpakking van de vloeibare zeep staat: 725 mL en 750 g. Bereken de dichtheid van vloeibare zeep.

19 Papier

Een pak wit printpapier heeft een massa van 2,3 kg. Het pak bevat 500 vel 80-grams-papier op A4-formaat. De afmetingen van de stapel papier zijn 29,7 × 21,0 × 5,3 cm.

- a. Bereken met deze gegevens de dichtheid van dit papier.

- b. Waarom staat in de tabel van de dichtheid niet één waarde voor de dichtheid van papier?

Uit de gegevens van het pak met 500 vel papier zijn ook de gegevens voor één vel papier af te leiden.

- c. Wat is de massa van 1 vel?



- d. Bereken de dichtheid van 1 vel papier.

EXTRA

De uitdrukking 80-grams-papier betekent dat 1 m² van dit papier een massa heeft van 80 gram. De oppervlakte van 1 vel is 29,7 × 21,0 cm

- e. Hoeveel velletjes papier heb je nodig voor 1 m²?

- f. Laat met een berekening zien dat dit geen 80-grams-papier is.

20 Dichtheid omrekenen

De dichtheid wordt meestal gegeven in gram/cm³, maar soms wordt kg/m³ gebruikt. Water heeft een dichtheid van 1,00 g/cm³.

- a. Een liter water is evenveel als 1 dm³. Wat is de massa van 1 dm³ water?

- b. Hoeveel liter water past er in 1 m³?

- c. Wat is de massa van 1 m³ water?

- d. Wat is dus de dichtheid van water in kg/m³?






De dichtheid van alcohol is 0,80 g/cm³.

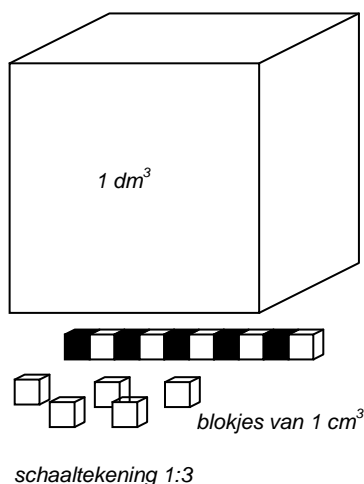
- e. Wat is de massa van een liter alcohol?

- f. Vul in: 0,80 g/cm³ = kg/m³.

- g. Hoe kun je makkelijk omrekenen van g/cm³ naar kg/m³?

- h. Leg bij het onderstaande plaatje uit welke eenheid er moet worden ingevuld.

				
water	zeewater	staal	rots	kwik
Dichtheid 1000	1,03	8	3000	13,5



Een verband tussen massa en volume

4 Experimenten met dichtheid

Nu we weten wat dichtheid is en hoe je met dichtheid kunt rekenen gaan we enkele experimenten uitvoeren om te zien hoe je dichtheid in de praktijk kunt gebruiken.

Paragraafvraag	Hoe kun je dichtheid gebruiken in de praktijk?
----------------	--

De docent geeft aan welke experimenten uitgevoerd worden, en in welke volgorde.

Experiment A De dichtheid van voorwerpen

Je krijgt enkele voorwerpen waarvan niet bekend is van welk materiaal de voorwerpen gemaakt zijn. Om dat te onderzoeken heb je de dichtheid nodig.

- a. Meet van alle voorwerpen de massa en het volume. Noteer de resultaten in de tabel.

voorwerp	massa (gram)	volume ()	dichtheid ()	soort stof

- b. Bereken van alle voorwerpen de dichtheid.
c. Noteer in de tabel van welke stof jij denkt dat het voorwerp gemaakt is.

Experiment B De dichtheid van zout water

Zeewater is zout, en hoe zouter het water hoe groter de dichtheid. Het water van de dode zee is zo zout dat je er makkelijk in kunt drijven. We gaan onderzoeken hoe hoog de dichtheid van zout water kan zijn.

- a. Weeg nauwkeurig de massa van het lege glazen potje.

- b. Meng keukenzout en water, roer goed en probeer zoveel mogelijk zout op te lossen in water. Al het zout in het potje moet opgelost zijn.

- c. Weeg de massa van het glazen potje met inhoud. Meet met de maatcilinder het volume van het zoute water.



Het zout maakt het water in de Dode Zee zo zwaar, dat mensen er gemakkelijk in blijven drijven.

d. Bereken de dichtheid van zout water.

e. Is het water zouter dan het zeewater in de tabel op de vorige bladzijde?

Experiment C De dichtheid van chips

Als je een zak chips koopt dan weet je dat je voor het grootste deel lucht koopt. Dit onderzoek gaat over chips, maar ook over de verpakking van chips. Er zijn twee onderzoeksvragen:

- *Wat is de dichtheid van chips?*
- *Hoeveel procent van de inhoud is lucht?*



Voordat je het onderzoek gaat uitvoeren moet je eerst een onderzoeksplan maken. Zo'n plan bestaat uit een voorspelling (hypothese) en een beschrijving van alle metingen die je wilt gaan doen.

Voorspelling

Het eerste deel van het onderzoeksplan is een voorspelling van het antwoord op de onderzoeksvragen.

a. Maak een schatting van de dichtheid van chips.

b. Schat hoeveel procent van de inhoud van het chipszakje uit lucht bestaat.

Beschrijving metingen

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden moet je massa en volume weten. De massa van de chips staat als het goed is op de verpakking, maar het is voor de zekerheid wel handig om dat nog even te controleren. Het lastige aan dit experiment is het bepalen van het volume, zowel van de verpakking als van de chips.

c. Hoe ga je het volume van het zakje bepalen?

d. Hoe zou je het volume van de chips kunnen bepalen? Gebruik je daarvoor alle chips of een deel van de chips?

Uitvoering metingen

e. Bepaal het volume van het chipszakje, zonder het open te maken!!

- f. Bepaal het volume (en evt. ook de massa) van de chips.

Conclusie

Er zijn bij dit onderzoek twee onderzoeksvragen:

- *Wat is de dichtheid van chips?*
- *Hoeveel procent van de inhoud is lucht?*

- g. Geef zo nauwkeurig mogelijk antwoord op beide onderzoeksvragen.

21 De verpakking van Pringles

Er is één chipsfabrikant die een oplossing heeft bedacht voor de grote hoeveelheid lucht in een chipsverpakking. De fabrikant van Pringles realiseerde zich dat er ruimte te besparen is als de chips te stapelen zijn.

Een standaardverpakking bevat 200 gram Pringles. Het volume van de koker is 928 cm^3 .

- a. Bereken met de gegevens uit experiment C hoeveel ruimte er nodig is voor 200 gram chips in zakjes.

- b. Hoeveel procent bespaart de fabrikant op de ruimte?



Door de besparing op het volume van de verpakking zijn de vervoerskosten van Pringles lager. Daardoor hoef je nu niet meer te betalen voor een grote hoeveelheid lucht, maar helaas zijn de chips zelf een stuk duurder geworden.

Een verband tussen massa en volume

5 Rekenen met een formule

De formule voor de dichtheid is bedoeld om het rekenwerk makkelijker te maken. Daarvoor moet je wel weten hoe je handig kunt rekenen met de formule.

Paragraafvraag	Hoe kun je rekenen met de formule voor dichtheid?
----------------	---

Voor het rekenwerk bij massa, volume en dichtheid kun je gebruik maken van verschillende manieren:

- beredeneren met behulp van de eenheid

- met een verhoudingstabel

- met behulp van de twee formules $m = \rho \cdot V$ en $\rho = \frac{m}{V}$

instap



Beredeneren of berekenen?

Een fles terpentine is nog half gevuld, en bevat 500 cm^3 terpentine. De dichtheid van spiritus is $0,84 \text{ g/cm}^3$.

- Hoe groot is de massa van de spiritus?
- Hoe heb je het antwoord berekend?

Er zijn verschillende manieren om het antwoord te berekenen: met een formule, met een verhoudingstabel of met een beredening

- Heeft iedereen in de klas het op dezelfde manier opgelost?
- Ga na of je het zelf ook op een andere manier kunt uitrekenen.

De kurk van een wijnfles heeft een massa van 4,0 gram. De dichtheid van deze kurk is $0,32 \text{ g/cm}^3$. Hoe groot is het volume?

Met een formule gaat het als volgt:

- schrijf eerst de formule op: $m = \rho \cdot V$
- vul daaronder de formule in: $4,0 = 0,32 \cdot V$
- bedenk hoe je nu V berekent: $V = \dots \text{ cm}^3$

- Hoe heb je V uitgerekend?
- Bereken het volume van de kurk ook met een verhoudingstabel.

volume		
massa		

- Leg uit hoe je de verhoudingstabel gebruikt hebt.



22 Pakje boter

Een pakje boter van 250 gram is 12 cm lang, 6 cm breed en 4 cm hoog.

a. Bereken de dichtheid van boter.

b. Wat gebeurt er met de dichtheid van boter als je het pakje doormidden snijdt?

23 Acht blokjes

In de onderstaande tabel staan gegevens van acht blokjes. Vul de tabel in.

blokje	volume	massa	dichtheid	soort stof
A	5,0 cm ³	6,0 gram		
B	72 dm ³	57,6 kg		
C		164 gram	11,35 g/cm ³	
D		14,1 kg	7,87 g/cm ³	
E	0,75 liter		0,80 g/cm ³	
F	2,3 cm ³		13,5 g/cm ³	
G		16,8 gram		aluminium
H	4,6 cm ³			kurk

24 Dichtheid van lucht

De dichtheid van lucht is 0,0013 g/cm³. Dat lijkt zo weinig dat je bijna zou kunnen zeggen dat lucht niets weegt, maar is dat ook zo?

a. Hoe groot is de massa van 1 liter lucht?

b. Hoe groot is de massa van 1 m³ lucht?

De afmetingen van een natuurkundelokaal zijn: 8,0 bij 9,0 bij 2,8 m.

c. Bereken de inhoud van het klaslokaal in m³.

d. Hoe groot is de massa van de lucht in het lokaal?



EXTRA

Het is niet eenvoudig om de dichtheid van de lucht te meten, want je kunt niet zomaar een liter lucht op een weegschaal zetten. Voor de meting heb je in elk geval een vacuümpomp nodig die alle lucht uit een fles kan halen.

- e. Beschrijf hoe je lucht kunt wegen met behulp van een vacuümpomp en een fles.

- f. Hoeveel cm^3 lucht moet je pompen voor 1 gram?

De dichtheid van lucht is niet overal en altijd hetzelfde. Als er sprake is van een lagedrukgebied boven Nederland dan is de luchtdruk iets lager, en dan is de dichtheid van de lucht ook kleiner geworden. Schaatsers hebben dan minder last van de luchtweerstand en kunnen hun PR (persoonlijk record) verbeteren.

- g. Noem nog een voorbeeld of een plaats waarbij de dichtheid van de lucht kleiner is dan normaal.

25 Zware deur

De zwaarste deur ter wereld bevindt zich in een laboratorium in Californië. De deur is 2,34 m dik en heeft aan de voorkant een oppervlakte van $18,4 \text{ m}^2$. De deur heeft een massa van 326,5 ton.

- a. Bereken het volume van de deur.

- b. Bereken de dichtheid van het materiaal in kg/m^3 en in g/cm^3 .

- c. Van welk materiaal is de deur waarschijnlijk gemaakt?



26 Aluminiumfolie

Aluminiumfolie bestaat uit een zeer dun laagje aluminium. De dichtheid van aluminium is $2,7 \text{ g/cm}^3$. Een normale rol aluminiumfolie is 30 cm breed. Op de rol zit 25 m folie.

- a. Bereken de oppervlakte van het uitgerolde folie in cm^2 .

- b. Het folie is $0,0008 \text{ cm}$ dik. Bereken het volume in cm^3 .

- c. Bereken de massa van het aluminium.

Op de foto zie je twee rollen industrieel aluminiumfolie. Op de grootste rol zit 200 m alufolie met een breedte van 45 cm. Deze rol aluminium heeft een massa van 2,9 kg.

- d. Bereken het volume van het aluminium.

- e. Bereken de dikte van het aluminiumfolie op de rol. Reken het antwoord om in μm .

Een verband tussen massa en volume

6 Rekenen met andere per-eenheden

De eenheid van dichtheid is gram per kubieke centimeter. We noemen dit een 'per'-eenheid. Daar bedoelen we mee dat elke kubieke cm zoveel gram weegt. Er zijn heel veel 'per'-eenheden, zoals km/h en €/uur.

Paragraafvraag	Hoe kun je rekenen met andere per-eenheden?
-----------------------	--

In het dagelijks leven zul je ook al veel 'per'-eenheden tegengekomen zijn, vaak zonder dat je het zelf beseft. Enkele voorbeelden:

- *in de supermarkt staat bij elk product de prijs in € per kg*
- *de snelheid waarmee je fietst wordt gegeven in kilometer per uur*
- *het brandstofverbruik van auto's wordt opgegeven in liter per 100 km*
- *de bevolkingsdichtheid in aantal inwoners per km²*
- *bellen op de mobiele telefoon in eurocent per minuut*

instap

Prijzen vergelijken

In de supermarkt zie je bij vrijwel alle producten ook de prijs per kg. Dat is verplicht omdat de consument dan makkelijker kan vergelijken.

- a. In de winkel kost een zak met 300 g chips € 0,59. Een rol Pringles van 200 g kost € 1,69. Bereken voor beide soorten chips de prijs per kg.

- b. Belegen kaas kost € 6,80 per kg. Hoeveel kost een stuk kaas van 450 gram?

- c. Jonge kaas kost € 5,40 per kg. Een bepaald stuk jonge kaas kost € 3,89. Hoeveel gram kaas koop je dan?

bespreking

Rekenen met per-eenheden

Bespreek klassikaal op welke manier(en) je handig kunt rekenen met 'per'-eenheden.

27 Met de auto

- a. Een auto rijdt 90 km/h. Welke afstand legt de auto af in 30 minuten?

- b. Een fietser rijdt 20 km/h. Hoe lang doet hij over 5 km?

Het benzineverbruik van een auto wordt meestal weergegeven in liter per 100 km.

- c. Een bepaalde auto verbruikt 8,5 liter per 100 km. Hoeveel benzine is er nodig voor een rit van 250 km?

- d. Een andere auto heeft 58,5 liter benzine verbruikt voor een rit van 650 km. Bereken het brandstofverbruik in liter per 100 km.



Gratis bij 2 jaar
KPN Hi 30

Slechts 30 euro per
maand

225 **gratis** belminuten
per maand

vast/mobiel/peik of dal
alles 13 Euro cent

28 Mobiel bellen

Bij een abonnement van KPN Hi 30 krijg je voor 30 euro per maand een beltegoed van 375 minuten. Daar bovenop kosten alle gesprekken 12 cent per minuut.

- a. Hoeveel kost het maandelijks beltegoed per minuut?

- b. Hoeveel ben je kwijt als je in één maand 500 minuten belt?

- c. Hoeveel ben je in een jaar in elk geval kwijt aan abonnementskosten?

29 Benzine tanken

Een tankauto kan 12,5 m³ benzine vervoeren. De auto wordt gevuld met een slang waar 500 liter per minuut door kan.

- a. Bereken hoe lang het duurt voor de tankauto gevuld is.

- b. De dichtheid van benzine is 720 kg/m³. Hoeveel kg benzine kan de tankauto vervoeren?



30 Koper en aluminium

De grondstofprijs voor koper bedraagt € 3.400,- per ton, voor aluminium is de prijs € 1.960,- per ton.

- a. Bereken hoeveel 1 gram koper en 1 gram aluminium kosten.

Een beeldje is gemaakt van 200 cm^3 aluminium. Men overweegt om een even groot beeldje in koper te maken.

- b. Bereken uit hoeveel gram aluminium het beeldje bestaat en bereken de prijs van het aluminium.

- c. Bereken hoeveel keer zo duur 200 cm^3 koper is.

31 Een heel hoge bevolkingsdichtheid

In Nederland heeft de gemeente den Haag de grootste bevolkingsdichtheid, met 5.393 inwoners/ km^2 . De gemeente den Haag heeft een oppervlakte van $82,1 \text{ km}^2$.

- a. Bereken het inwonertal van Den Haag.

Nederland heeft een bevolking van meer dan 16 miljoen inwoners, met een gemiddelde bevolkingsdichtheid van 452 inwoners per km^2 .

- b. Bereken de oppervlakte van Nederland.

32 VWO-vraag - Volumeprocenten

Op het etiket van de Whisky (zie foto) staat 40% VOL. - 700 mL. De afkorting VOL. bij het alcoholpercentage betekent dat 40% van het volume uit alcohol bestaat, de rest is voornamelijk water met een smaakje. De dichtheid van alcohol is $0,80 \text{ g/cm}^3$.

- a. Hoeveel mL alcohol en hoeveel mL water zit er in de fles?

- b. Bereken met behulp van de dichtheid hoeveel gram alcohol en hoeveel gram water er in de whisky zit.

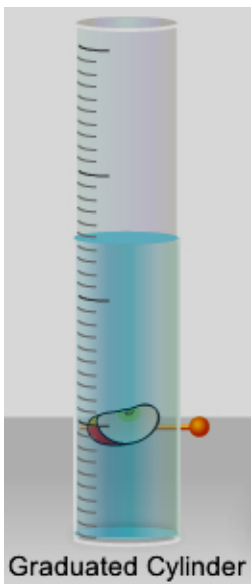
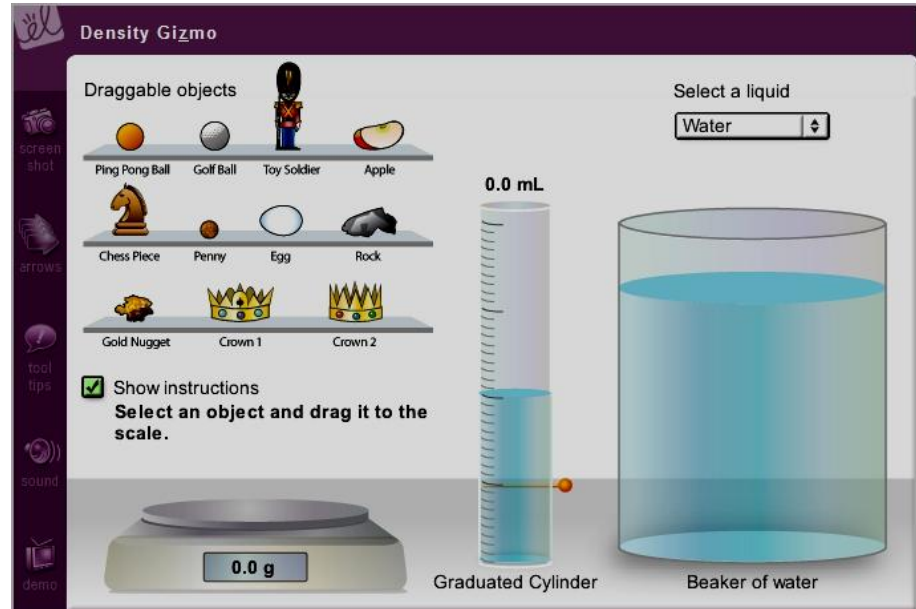
- c. Hoeveel procent van de massa is alcohol?



EXTRA: Drijven, zinken of zweven

De onderstaande applet vind je bij www.explorescience.com, zoek op 'density' (engels voor dichtheid) en ga naar de Density Gizmo

Student Exploration: Density



33 Een ei hoort erbij

a. Kies het ei en zet het op de weegschaal. Hoe groot is de massa?

b. Leg het ei in de maatcilinder. Hoe groot is het volume?

c. Voorspel of het ei blijft drijven of zal zinken in water.

d. Test je voorspelling door het ei in het water te leggen.

e. Verander het water in seawater. Wat zie je?

f. Is de dichtheid van zeewater hoger of lager dan gewoon water?

g. Wat kun je nu zeggen over de dichtheid van het ei?

- h. Welke van de onderstaande voorwerpen zullen drijven in water, welke zullen zinken? Doe eerst een voorspelling en bereken dan de dichtheid.

Voorwerp	Voorspelling zinken/drijven	Massa (gram)	Volume (cm ³)	dichtheid (g/cm ³)
Pingpongbal				
Golfbal				
Appel				
Schaakstuk				
Muntje				
Steen				

34 Echt of nep?

Op de onderste plank vind je een goudklompje en twee kronen. Eén van de kronen is nep, dat wil zeggen dat de kroon niet van goud gemaakt is. De echte kroon is van zuiver goud gemaakt.

- a. Onderzoek welke kroon de echte is. Leg uit hoe je dat gedaan hebt.



35 Verschillende vloeistoffen

Plaats het ei, de appel, het pingpongballetje, de speelgoedsoldaat, het schaakstuk en het golfballetje in het bekeerglas. Door een andere vloeistof te kiezen zie je dat sommige voorwerpen gaan zinken of juist gaan drijven.



- a. Welk van de vloeistoffen heeft de grootste dichtheid? Welke de laagste?

- b. Teken een dichtheids-schaal zoals in onderstaande figuur. Noteer ook de eenheid bij de schaal.

- c. Geef in de schaal met een pijl de dichtheid van elk voorwerp aan.



Schat zo goed mogelijk wat de dichtheid van elke vloeistof is. Kijk daarbij ook naar de snelheid waarmee voorwerpen zinken en hoe hoog ze op de vloeistof drijven.

