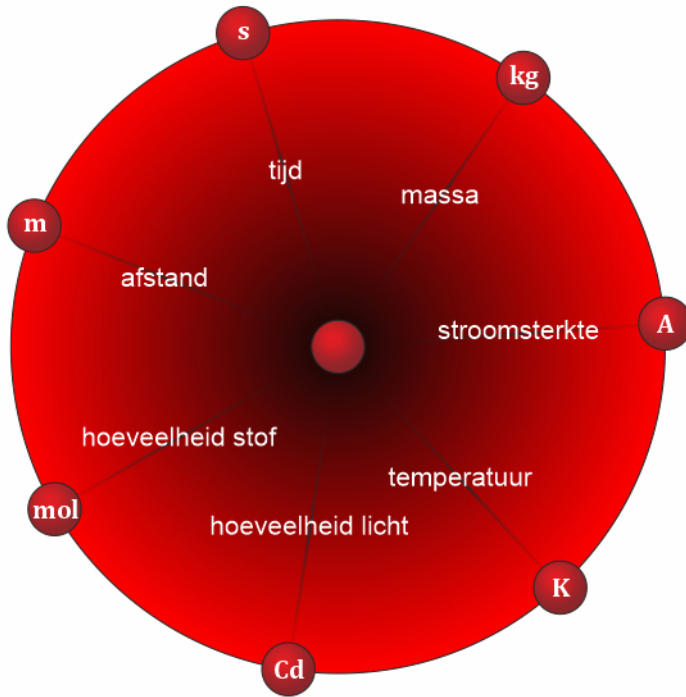


Reader: Eenheden omrekenen

Basiseenheden



Kan het **dam**etje met de **centimeter** meten?

Inhoud

Eenheden	3
Omrekenen van eenheden I.....	5
Omrekenen van eenheden II.....	9
Oefenopgaven	10
Colofon	13

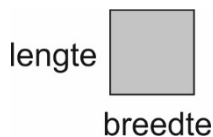
Eenheden

Iedere grootheid heeft zijn eigen eenheid. Vaak zijn er meerdere eenheden mogelijk, maar om in deze diertuin van eenheden orde te brengen is er internationaal een verzameling eenheden afgesproken die je vanaf nu dient te gebruiken. Deze eenheden vormen het SI-eenhedenstelsel.

Zo ken je bijvoorbeeld de grootheden:

- lengte met als SI-eenheid de meter,
- massa met als SI-eenheid de kilogram
- en tijd met als SI-eenheid de seconde.

De SI-eenheden zijn zogenaamde grondeenheden op basis waarvan andere eenheden zoals bijvoorbeeld de m^2 (vierkante meter) voor de grootheid oppervlakte kunnen worden afgeleid.



De oppervlakte van de rechthoek is gelijk aan lengte keer breedte. Stel de lengte = 1,0 m en de breedte = 1,0 m.

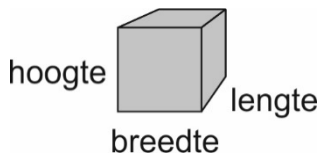
Het oppervlak en de eenheid van het oppervlak kun je dan berekenen met:

$$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 1,0 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 1,0 \text{ m}^2$$

Je ziet dat je de eenheden, net als getallen, kunt vermenigvuldigen.

De vierkante meter is dus een van de grondeenheid m afgeleide eenheid.

Een andere eenheid die op basis van de grondeenheid m kan worden afgeleid is de eenheid voor de grootheid volume; de m^3 (kubieke meter).



Het volume van de balk is gelijk aan lengte keer breedte keer hoogte.

Stel de lengte = 1,0 m, de breedte = 1,0 m en de hoogte = 1,0 m.

Het volume en de eenheid van het volume kun je dan berekenen met:

$$\text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} = 1,0 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 1,0 \text{ m}^3$$

Je ziet wederom dat je de eenheden, net als getallen, kunt vermenigvuldigen.

De kubieke meter is dus een van de grondeenheid m afgeleide eenheid.

De grondeenheden worden vaak voorzien van voorvoegsels. Bijvoorbeeld m voor milli (duizendste), c voor centi (honderdste), d voor deci (tiende) enz.

Let daarbij op hoofdletters en kleine letters want m betekent milli (duizendste) en M betekent mega (miljoen)!

Onderstaand rijtje zul je uit je hoofd moeten leren!

Factor 10 groter
→

mm ↔ cm ↔ dm ↔ m ↔ dam ↔ hm ↔ km

Factor 10 kleiner
←

Bij elke stap naar rechts schuift de komma 1 plaats naar links:

1,00 cm = 0,100 dm (1 stap naar rechts)

Bij elke stap naar links schuift de komma 1 plaats naar rechts:

1,000 dm = 100,0 mm (2 stappen naar links)

Onderstaand rijtje zul je uit je hoofd moeten leren!

Factor 1000 groter
→

nm ↔ μm ↔ mm ↔ m ↔ km ↔ Mm ↔ Gm

Factor 1000 kleiner
←

Bij elke stap naar rechts schuift de komma 3 plaatsen naar links:

1000 mm = 1,000 m (1 stap naar rechts)

Bij elke stap naar links schuift de komma 3 plaatsen naar rechts:

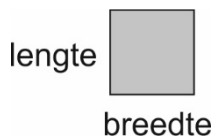
1,0 km = 1,0·10⁶ mm (2 stappen naar links)

Omrekenen van eenheden I

Hoeveel cm^2 passen in 1 m^2 ?

Uiteindelijk zul je dit soort omrekeningen uit je hoofd weten, maar je zult ook in staat moeten zijn om aan de hand van een berekening te laten zien hoeveel cm^2 er in 1 m^2 passen.

Vierkante centimeter is een eenheid voor de grootte oppervlakte, maak dus gebruik van een rechthoek.



De oppervlakte van een rechthoek is gelijk aan lengte keer breedte.

Stel de lengte = $1,00 \text{ m}$ en de breedte = $1,00 \text{ m}$.

Het oppervlak en de eenheid van het oppervlak kun je dan berekenen met $\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} = 1,00 \text{ m}^2$

Voor hetzelfde oppervlak geldt uitgaande van het feit dat $1,00 \text{ m}$ gelijk is aan 100 cm :

$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 10000 \text{ cm}^2 = 1,00 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$

Dus blijktbaar is $1,00 \text{ m}^2$ gelijk aan $1,00 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$.



Neem nu een oppervlakte van 124 m^2 ; hoeveel dm^2 zijn dat?

We hebben het over een oppervlakte dus neem een rechthoek. De oppervlakte van een rechthoek is gelijk aan lengte keer breedte.

Stel de lengte = 124 m en de breedte = $1,00 \text{ m}$ (je kunt ook andere getallen nemen, als lengte keer breedte maar gelijk is aan 124 m^2 , bijvoorbeeld lengte = $2,00 \text{ m}$ en breedte = $62,0 \text{ m}$).

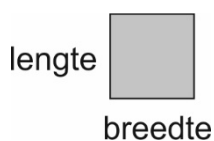
Het oppervlak en de eenheid van het oppervlak kun je dan berekenen met:

$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 124 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} = 124 \text{ m}^2$

Voor hetzelfde oppervlak geldt uitgaande van het feit dat $1,00 \text{ m}$ gelijk is aan $10,0 \text{ dm}$:

$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 1240 \text{ dm} \cdot 10,0 \text{ dm} = 12400 \text{ dm}^2 = 1,24 \cdot 10^4 \text{ dm}^2$.

Dus blijktbaar is 124 m^2 gelijk aan $1,24 \cdot 10^4 \text{ dm}^2$.



Neem tenslotte een oppervlakte van 50 m^2 ; hoeveel km^2 zijn dat?

We hebben het over een oppervlakte dus neem een rechthoek. De oppervlakte van een rechthoek is gelijk aan lengte keer breedte.

Stel de lengte = 50 m en de breedte = $1,0 \text{ m}$ (ook hier geldt dat je andere getallen kunt kiezen).

Het oppervlak en de eenheid van het oppervlak kun je dan berekenen met:

$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 50 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$

Voor hetzelfde oppervlak geldt uitgaande van het feit dat $1,0 \text{ m}$ gelijk is aan $0,0010 \text{ km}$:

$\text{lengte} \cdot \text{breedte} = 0,050 \text{ km} \cdot 0,001 \text{ km} = 0,000050 \text{ km}^2$.

Dus blijktbaar is 50 m^2 gelijk aan $0,000050 \text{ km}^2$.

Als je deze methode snapt dan is de rekentruc gemakkelijk af te leiden.

Onderstaand rijtje zul je uit je hoofd moeten leren!

Factor 100 groter
→

$\text{mm}^2 \leftrightarrow \text{cm}^2 \leftrightarrow \text{dm}^2 \leftrightarrow \text{m}^2 \leftrightarrow \text{dam}^2 \leftrightarrow \text{hm}^2 \leftrightarrow \text{km}^2$

←
Factor 100 kleiner

Bij elke stap naar rechts schuift de komma 2 plaatsen naar links:

$1,0 \text{ cm}^2 = 0,010 \text{ dm}^2$ (1 stap naar rechts)

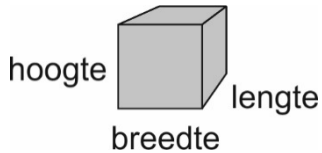
Bij elke stap naar links schuift de komma 2 plaatsen naar rechts:

$1,00000 \text{ dm}^2 = 10000,0 \text{ mm}^2$ (2 stappen naar links)

Hoeveel cm^3 passen in 1 m^3 ?

Uiteindelijk zul je dit soort omrekeningen uit je hoofd weten, maar je zult ook in staat moeten zijn om aan de hand van een berekening te kunnen laten zien hoeveel cm^3 er in 1 m^3 passen.

Kubieke centimeter is een eenheid voor de grootheid volume, maak dus gebruik van een balk.



Het volume van een balk is gelijk aan lengte keer breedte keer hoogte.

Stel de lengte = 1,00 m, de breedte = 1,00 m en de hoogte = 1,00 m.

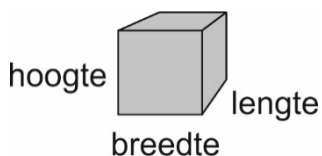
Het volume en de eenheid van het volume kun je dan berekenen met:

$$\text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} = 1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} = 1,00 \text{ m}^3$$

Voor hetzelfde volume geldt uitgaande van het feit dat 1,00 m gelijk is aan 100 cm:

$$\begin{aligned} \text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} &= 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} \\ &= 1.000.000 \text{ cm}^3 = 1,00 \cdot 10^6 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

Dus blijktbaar is $1,00 \text{ m}^3$ gelijk aan $1,00 \cdot 10^6 \text{ cm}^3$.



Neem nu een volume van 124 m^3 ; hoeveel dm^3 zijn dat?

We hebben het over een volume dus neem een balk. Het volume van een balk is gelijk aan lengte keer breedte keer hoogte.

Stel de lengte = 124 m, de breedte = 1,00 m en de hoogte = 1,00 m (je kunt ook andere getallen nemen, als lengte keer breedte keer hoogte maar gelijk is aan 124 m^3 , bijvoorbeeld lengte = 2,00 m, breedte = 62,0 m en hoogte = 1,00 m).

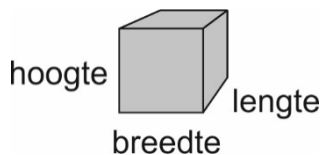
Het volume en de eenheid van het volume kun je dan berekenen met:

$$\text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} = 124 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} = 124 \text{ m}^3$$

Voor hetzelfde volume geldt uitgaande van het feit dat 1,0 m gelijk is aan 10 dm:

$$\begin{aligned} \text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} &= 1240 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} \\ &= 124.000 \text{ dm}^3 = 1,24 \cdot 10^5 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

Dus blijktbaar is 124 m^3 gelijk aan $1,24 \cdot 10^5 \text{ dm}^3$.



Neem tenslotte een volume van 50 cm^3 ; hoeveel m^3 zijn dat?
 We hebben het wederom over een volume dus neem een balk.
 Het volume van een balk is gelijk aan lengte keer breedte keer hoogte.

Stel de lengte = 50 cm , de breedte = $1,0 \text{ cm}$ en de hoogte = $1,0 \text{ cm}$ (ook hier geldt dat je andere getallen mag kiezen).

Het volume en de eenheid van het volume kun je dan berekenen met:

$$\text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} = 50 \text{ cm} \cdot 1,0 \text{ cm} \cdot 1,0 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^3$$

Voor hetzelfde volume geldt uitgaande van het feit dat $1,0 \text{ cm}$ gelijk is aan $0,010 \text{ m}$:

$$\begin{aligned} \text{lengte} \cdot \text{breedte} \cdot \text{hoogte} &= 0,50 \text{ m} \cdot 0,010 \text{ m} \cdot 0,010 \text{ m} \\ &= 0,000050 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dus blijktbaar is 50 cm^3 gelijk aan $0,000050 \text{ m}^3$.

Als je deze methode snapt dan is de rekentruc gemakkelijk af te leiden.

Onderstaand rijtje zul je uit je hoofd moeten leren!

Factor 1000 groter
 $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$

$$\text{mm}^3 \leftrightarrow \text{cm}^3 \leftrightarrow \text{dm}^3 \leftrightarrow \text{m}^3 \leftrightarrow \text{dam}^3 \leftrightarrow \text{hm}^3 \leftrightarrow \text{km}^3$$

\downarrow mL \downarrow L

Factor 1000 kleiner
 $\xleftarrow{\hspace{1cm}}$

Bij elke stap naar rechts schuift de komma 3 plaatsen naar links:

$$1,0 \text{ cm}^3 = 0,0010 \text{ dm}^3 \quad (1 \text{ stap naar rechts})$$

Bij elke stap naar links schuift de komma 3 plaatsen naar rechts:

$$1,0000000 \text{ dm}^3 = 1000000,0 \text{ mm}^3 \quad (2 \text{ stappen naar links})$$

Omrekenen van eenheden II

In het voorgaande gedeelte heb je al kunnen zien dat je met eenheden rekenen kunt alsof het getallen zijn. In dit gedeelte zullen we dat nog verder uitwerken.

De grootte snelheid heeft als SI-eenheid de m/s. De eenheid km/h als eenheid voor de grootte snelheid ken je waarschijnlijk al lang.

De vraag is nu: als je een snelheid hebt van 120 km/h hoeveel m/s is dat dan?

Hoe kun je de eenheden in elkaar omrekenen?

$$\begin{aligned} & 120 \text{ km per } 1 \text{ h} \\ \Rightarrow & 120000 \text{ m per } 1 \text{ h} \\ \Rightarrow & 120000 \text{ m per } 3600 \text{ s} \\ \Rightarrow & 33,3 \text{ m per } 1 \text{ s} \\ \Rightarrow & 33,3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Een ander voorbeeld is de eenheid van de grootte dichtheid.

Een stof heeft een dichtheid van 12 kg/m^3 . Dit betekent niks anders dan dat 1 kubieke meter van deze stof 12 kg weegt. Hoe reken je de eenheid kg/m^3 om naar de eenheid g/cm^3 ?

$$\begin{aligned} & 12 \text{ kg per } 1 \text{ m}^3 \\ \Rightarrow & 12000 \text{ g per } 1 \text{ m}^3 \\ \Rightarrow & 12000 \text{ g per } 1000000 \text{ cm}^3 \\ \Rightarrow & 0,012 \text{ g per } 1 \text{ cm}^3 \\ \Rightarrow & 0,012 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Het rekenen met eenheden kan nog één stap verder worden doorgevoerd. Als je in de natuurkunde namelijk formules leert, dan zal links en rechts van het = teken altijd dezelfde eenheid staan.

Bijvoorbeeld voor het volume ken je de formule: $V = \ell \cdot b \cdot h$.

Kijken we naar de eenheden: $\text{m}^3 = \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{m}$ met andere woorden $\text{m}^3 = \text{m}^3$.

Een ander voorbeeld is de formule voor de dichtheid: massa = dichtheid · volume.

Kijken we naar de eenheden: $\text{kg} = \text{kg/m}^3 \cdot \text{m}^3$ met andere woorden $\text{kg} = \text{kg}$, want m^3 staat boven en onder de deelstreep en deelt dus weg.

Nu zie je meteen waarom het van belang is in formules altijd de juiste eenheden te gebruiken.

Zou je voor bijvoorbeeld bij het volume de lengte en breedte in meters en de hoogte in centimeters gebruiken dan zou de eenheid niet m^3 maar $\text{m}^2 \cdot \text{cm}$ zijn ($V = \ell \cdot b \cdot h = \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{cm} = \text{m}^2 \cdot \text{cm}$) en dat is niet juist.

Oefenopgaven

- a) $7,8 \text{ kg/L} = \dots \text{ g/m}^3$
b) $13 \text{ cm}^3/\text{min} = \dots \text{ L/h}$
c) $567 \text{ kJ/L} = \dots \text{ MJ/cm}^3$
d) $235 \text{ mJ/kg} = \dots \text{ J/mg}$
e) $15 \text{ g/m}^2 = \dots \text{ kg/km}^2$
f) $0,340 \text{ GJ/L} = \dots \text{ J/cm}^3$
- g) $78 \text{ kg/kwartier} = \dots \text{ g/min}$
h) $67 \text{ mL/m}^2 = \dots \text{ m}^3/\text{km}^2$
i) $567 \text{ mJ/g} = \dots \text{ kJ/kg}$
j) $4,56 \text{ GJ/kg} = \dots \text{ kJ/mg}$
k) $34 \text{ mm}^3/\text{s} = \dots \text{ L/h}$
l) $23 \text{ mJ/cm}^3 = \dots \text{ kJ/hL}$

De antwoorden staan op de volgende twee bladzijden, maar probeer eerst zonder te spieken.

- a) $7,8 \text{ kg/L} = \dots \text{ g/m}^3$
 $7,8 \text{ kg per 1 L}$
 $\Rightarrow 7800 \text{ g per 1 L}$
 $\Rightarrow 7800 \text{ g per 1 dm}^3$
 $\Rightarrow 7800 \text{ g per 0,001 m}^3$
 $\Rightarrow 7800000 \text{ g per 1 m}^3$
 $\Rightarrow 7,8 \cdot 10^6 \text{ g/m}^3$
- b) $13 \text{ cm}^3/\text{min} = \dots \text{ L/h}$
 $13 \text{ cm}^3 \text{ per 1 min}$
 $\Rightarrow 0,013 \text{ dm}^3 \text{ per 1 min}$
 $\Rightarrow 0,013 \text{ L per 1 min}$
 $\Rightarrow 0,78 \text{ L per 60 min}$
 $\Rightarrow 0,78 \text{ L per 1 h}$
 $\Rightarrow 0,78 \text{ L/h}$
- c) $567 \text{ kJ/L} = \dots \text{ MJ/cm}^3$
 567 kJ per 1 L
 $\Rightarrow 0,567 \text{ MJ per 1 L}$
 $\Rightarrow 0,567 \text{ MJ per 1 dm}^3$
 $\Rightarrow 0,567 \text{ MJ per 1000 cm}^3$
 $\Rightarrow 0,000567 \text{ MJ per 1 cm}^3$
 $\Rightarrow 5,67 \cdot 10^{-4} \text{ MJ/cm}^3$
- d) $235 \text{ mJ/kg} = \dots \text{ J/mg}$
 235 mJ per 1 kg
 $\Rightarrow 0,235 \text{ mJ per 1 kg}$
 $\Rightarrow 0,235 \text{ mJ per 1000000 mg}$
 $\Rightarrow 0,000000235 \text{ mJ per 1 mg}$
 $\Rightarrow 2,35 \cdot 10^{-7} \text{ mJ/mg}$
- e) $15 \text{ g/m}^2 = \dots \text{ kg/km}^2$
 15 g per 1 m^2
 $\Rightarrow 0,015 \text{ kg per 1 m}^2$
 $\Rightarrow 0,015 \text{ kg per 0,000001 km}^2$
 $\Rightarrow 15000 \text{ kg per 1 km}^2$
 $\Rightarrow 1,5 \cdot 10^4 \text{ kg/km}^2$
- f) $0,340 \text{ GJ/L} = \dots \text{ J/cm}^3$
 $0,340 \text{ GJ per 1 L}$
 $\Rightarrow 340000000 \text{ J per 1 L}$
 $\Rightarrow 340000000 \text{ J per 1 dm}^3$
 $\Rightarrow 340000000 \text{ J per 1000 cm}^3$
 $\Rightarrow 340000 \text{ J per 1 cm}^3$
 $\Rightarrow 3,40 \cdot 10^5 \text{ J/cm}^3$

g) $78 \text{ kg/kwartier} = \dots \text{ g/min}$

78 kg per 1 kwartier

$\Rightarrow 78000 \text{ g per 1 kwartier}$

$\Rightarrow 78000 \text{ g per 15 min}$

$\Rightarrow 52000 \text{ g per 1 min}$

$\Rightarrow 5,2 \cdot 10^4 \text{ g/min}$

h) $67 \text{ mL/m}^2 = \dots \text{ m}^3/\text{km}^2$

67 mL per 1 m²

$\Rightarrow 67 \text{ cm}^3 \text{ per 1 m}^2$

$\Rightarrow 0,000067 \text{ m}^3 \text{ per 1 m}^2$

$\Rightarrow 67 \text{ m}^3 \text{ per 1 km}^2$

$\Rightarrow 67 \text{ m}^3/\text{km}^2$

i) $567 \text{ mJ/g} = \dots \text{ kJ/kg}$

567 mJ per 1 g

$\Rightarrow 0,000567 \text{ kJ per 1 g}$

$\Rightarrow 0,567 \text{ kJ per 1 kg}$

$\Rightarrow 0,567 \text{ kJ/kg}$

j) $4,56 \text{ GJ/kg} = \dots \text{ kJ/mg}$

4,56 GJ per 1 kg

$\Rightarrow 4560000 \text{ kJ per 1 kg}$

$\Rightarrow 4560000 \text{ kJ per 1000000 mg}$

$\Rightarrow 4,56 \text{ kJ per 1 mg}$

$\Rightarrow 4,56 \text{ kJ/mg}$

k) $34 \text{ mm}^3/\text{s} = \dots \text{ L/h}$

34 mm³ per 1 s

$\Rightarrow 0,000034 \text{ dm}^3 \text{ per 1 s}$

$\Rightarrow 0,000034 \text{ L per 1 s}$

$\Rightarrow 0,1224 \text{ L per 1 h}$

$\Rightarrow 0,12 \text{ L/h}$

l) $23 \text{ mJ/cm}^3 = \dots \text{ kJ/hL}$

23 mJ per 1 cm³

$\Rightarrow 0,000023 \text{ mJ per 1 cm}^3$

$\Rightarrow 0,000023 \text{ mJ per 1 mL}$

$\Rightarrow 2,3 \text{ mJ per 1 hL}$

$\Rightarrow 2,3 \text{ mJ/hL}$

Colofon

Deze reader is onderdeel van het lesmateriaal dat is ontwikkeld voor het vak natuurkunde bij het Roercollege Schöndeln in Roermond. Dit bestand is onderdeel van een complete lesmethode die het gehele curriculum voor het vak natuurkunde van VWO 2 t/m VWO 6 dekt.

De gehele lesmethode is te vinden op de site <https://www.rwi-natuurkunde.nl>.

De afbeeldingen die in dit lesmateriaal zijn gebruikt zijn in ruwweg vier groepen te verdelen:

- Afbeeldingen die zelf zijn gemaakt. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen afkomstig uit het publieke domein (creative commons CC0). Hieronder vallen de afbeeldingen van onder andere Pixabay, Pexels, Unsplash en HiClipart. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen die zijn ingekocht bij onder andere iStock, Shutterstock, DepositPhotos en Dreamstime. Deze zijn niet gemarkeerd.
- Afbeeldingen afkomstig uit het publieke domein, maar die onder de creative commons licentie (CC BY) vallen. Deze afbeeldingen zijn gemarkeerd met “ “ . ©

In onderstaande lijst is herkomst en de auteursrechthebbende voor de diverse afbeeldingen weergegeven voor zover die bij mij bekend zijn. Mocht iemand van mening zijn dat er een afbeelding tussen zit waar auteursrecht op zit dan kan dat gemeld worden bij somlrw02@soml.nl.

Afbeeldingen die niet in onderstaande lijst zijn opgenomen zijn geheel zelf gemaakt.

Reader:

Blz.	Afbeelding	Herkomst / auteursrecht
1		HiClipart https://www.hiclipart.com
		HiClipart https://www.hiclipart.com
		https://webshop.reinders-oisterwijk.nl Artikelfoto