

7.6 Eenheden

Inleiding

Je kent de belangrijkste eenheden voor lengte, oppervlakte, gewicht, tijd, en dergelijke wel. Deze eenheden zijn vastgelegd in een internationaal eenhedenstelsel, het S.I.-stelsel.

Daarbij worden ook voorvoegsels als milli, centi, deci, gebruikt. Maar daar zijn er nog veel meer van...



Figuur 1

Je leert in dit onderwerp

- werken met eenheden en (samengestelde) eenheden in elkaar omrekenen;
- werken met de standaard voorvoegsels van eenheden.

Voorkennis

- werken met de basiseenheden en hun voorvoegsels;
- de oppervlakte van roosterfiguren, rechthoeken, driehoeken en vierhoeken berekenen;
- de omtrek en de oppervlakte van een cirkel en een cirkelsector berekenen vanuit de diameter of straal en andersom;
- werken met coördinaten.

Verkennen

Opgave V1

Met behulp van een regenmeter bepaal je hoeveel mm water per m^2 er in een bepaalde tijdsperiode is gevallen. Er is in 3 uur tijd op een bepaalde plaats 42 mm water per m^2 gevallen.

- Hoeveel liter water is dat per m^2 ?
- Een open cilindervormige regenbak heeft een diameter van 0,8 m. Hoeveel liter water is daar elk van de afgelopen uren gemiddeld bijgekomen? (Rond af op hele L).

Opgave V2

Op 16 augustus 2009 liep Usain Bolt op de 100 meter een wereldrecord van 9,58 seconden. Op dat moment was het wereldrecord 100 m voor vrouwen 10,49 seconden en stond het op naam van Florence Griffith-Joyner sinds 16 juli 1988.

Hoeveel m zou Usain Bolt op de finishlijn hebben voorgelegen als ze tegen elkaar hadden gelopen tijdens hun recordloop? (Geef je antwoord in dm nauwkeurig).

Uitleg

Je hebt leren werken met maten voor lengte, oppervlakte en inhoud. Maar er zijn veel meer grootheden die je kunt meten. Bijvoorbeeld: tijd, snelheid, lichtsterkte, grootte van computerbestanden, geluidssterkte, enzovoort. Bij deze grootheden horen eenheden. Zon horen bij lengte de meter, oppervlakte de vierkante meter en inhoud de kubieke meter. Maar je kent ook uren, minuten en seconden voor de tijd.

En voor snelheid gebruik je de meter per seconde (m/s), samengestelde eenheid.

Ook gebruik je voorvoegsels als milli (duizendste), centi (honderdste), deci (tiende), hecto (honderdste), kilo (duizend) om tienvouden van die eenheden aan te geven. Je hebt al leren werken met deze voorvoegsels. Maar er zijn er nog meer!

Zo is $1 \mu\text{m} = 1 \text{ micrometer} = 1 \text{ miljoenste meter} = 10^{-6} \text{ m} = 0,000001 \text{ m}$.

Zo is $1 \text{ ns} = 1 \text{ nanoseconde} = 1 \text{ miljardste seconde} = 10^{-9} \text{ s} = 0,000000001 \text{ s}$.

Zo is $1 \text{ Tb} = 1 \text{ Terabyte} = 1 \text{ biljoenste byte} = 10^{12} \text{ b} = 1000000000000 \text{ b}$.

Opgave 1

Bekijk in de **Uitleg** enkele veel voorkomende eenheden en hun voorvoegsels.

- Je hebt 1 kg suiker. Van welk woord is 'k' de afkorting? En wat betekent dit?
- Het voorvoegsel M staat voor "Mega" en dat betekent miljoen. Hoeveel g suiker is 1 Mg?
- En hoeveel kg is 1 Mg?
- Hoeveel mg is 1 Mg? Schrijf je antwoord zo kort mogelijk.
- In de praktijk wordt voor Mg het woord 'ton' gebruikt. Hoeveel kg is een megaton? Schrijf je antwoord zo kort mogelijk.

Opgave 2

Elke liter water weegt 0,998 kg.

- Hoeveel g weegt 1 mL water? Geef je antwoord in decimalen.
- Een liter zeewater weegt ongeveer 1,024 kg. Je mengt een liter zeewater met een liter water en haalt daar 1 mL gemengd water uit. Hoeveel g weegt die mL? Geef een exact antwoord.

Opgave 3

In de nanotechnologie wordt gewerkt met afstanden van nanometers.

Hoeveel mm is 3,1 nm? Geef je antwoord zonder machten, dus als normaal decimaal getal.

Theorie en voorbeelden

Om te onthouden

Je hebt leren werken met maten voor lengte, oppervlakte en inhoud. Maar er zijn veel meer **groot-heden** die je kunt meten. Bijvoorbeeld: tijd, snelheid, lichtsterkte, grootte van computerbestanden, geluidssterkte, enzovoort.

In het **S.I.-stelsel** zijn alle gebruikte grootheden met hun **eenheden** vastgelegd.

grootheid	letter	eenheid	symbool
lengte, omtrek	l, P	meter	m
oppervlakte	A	vierkante meter	m^2
inhoud, volume	I, V	kubieke meterliter	m^3 L (1 L = 0,001 m^3)
massa	m	gram	g
tijd	t	seconde	s
temperatuur	T	graden Celsius	$^{\circ}C$
snelheid	v	meter per seconde	m/s
bestandsgrootte		byte	b

Tabel 1

Eenheden die zijn samengesteld uit meer dan één eenheid (zoals m/s), noem je **samengestelde eenheden**.

Zoals je in het eerder hebt gezien, gebruik je **voorvoegsels** om tienvouden van die eenheden aan te geven. Je hebt al leren werken met de voorvoegsels deci, centi, milli, deca, hecto en kilo. Maar er zijn er nog meer!

De belangrijkste voorvoegsels zijn:

voorvoegsel	afkorting	betekenis	macht	voorvoegsel	afkorting	betekenis	macht
deci	d	tiende	10^{-1}	deca	da	tiental	10^1
centi	c	honderdste	10^{-2}	hecto	h	honderdtal	10^2
milli	m	duizendste	10^{-3}	kilo	k	duizendtal	10^3
micro	μ	miljoenste	10^{-6}	Mega	M	miljoen	10^6
nano	n	miljardste	10^{-9}	Giga	G	miljard	10^9
pico	p	biljoenste	10^{-12}	Tera	T	biljoen	10^{12}

Tabel 2

Zo is 1 μm = 1 micrometer = 10^{-6} m = 0,000001 m.

Zo is 1 ns = 1 nanoseconde = 10^{-9} s = 0,000000001 s.

Zo is 1 Tb = 1 Terabyte = 10^{12} b = 1000000000000 b.

Voorbeeld 1

Het omrekenen van eenheden komt veel voor.

Je ziet een paar voorbeelden:

- Van liter naar m^3 :
 $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m}$
 $= 0,001 \text{ m}^3$
- Van centiliter naar cm^3 :
 $1 \text{ cL} = 0,01 \text{ L} = 0,01 \text{ dm}^3 = 0,01 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$

- Van milliliter naar cm^3 :
 $1 \text{ mL} = 0,001 \text{ L} = 0,001 \text{ dm}^3 = 0,001 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3$
- Van Gb naar Mb:
 $1 \text{ Gb} = 10^{12} \text{ b} = 10^3 \cdot 10^6 \text{ b} = 1000 \text{ Mb}$
- Van kg naar mg:
 $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 10000 \text{ dg} = 100000 \text{ cg} = 1000000 \text{ mg}$
- Van m^3 naar cm^3 :
 $1 \text{ m}^3 = 10^2 \text{ cm} \cdot 10^2 \text{ cm} \cdot 10^2 \text{ cm} = 10^6 = 1000000 \text{ cm}^3$
- Van m^3 naar km^3 :
 $1 \text{ m}^3 = 0,001 \text{ km} \cdot 0,001 \text{ km} \cdot 0,001 \text{ km} = 0,000000001 \text{ km}^3$

Opgave 4

In **Voorbeeld 1** zie je enkele voorbeelden van het omrekenen van eenheden.

- Hoeveel cm^3 is 1 dL?
- Een 'ons' is een oude benaming voor 1 hg. Hoeveel g is dat?
- Hoeveel L gaan er in 1 m^3 ?
- Een 'are' is 1 dam^2 . Hoeveel m^2 is 1 hectare ('hecto-are')?

Opgave 5

Vul in.

- $0,013 \text{ m}^3 = \dots \text{ L}$
- $12 \text{ nm} = \dots \text{ cm}$
- $3,15 \text{ ha} = \dots \text{ m}^2$
- $0,31 \text{ hL} = \dots \text{ cm}^3$
- $125 \text{ mL} = \dots \text{ m}^3$
- $0,95 \text{ Tb} = \dots \text{ Mb}$

Voorbeeld 2

De tijd is een speciale grootheid: de eenheid van tijd is de seconde, maar je spreekt niet van een decaseconde om 10 seconden of een kiloseconde om 1000 seconden aan te geven. Voor grotere tijdseenheden gebruik je namen als:

- minuut: 1 minuut = 60 seconden = 60 s
- uur: 1 uur = 60 minuten = 60 · 60 seconden = 3600 s
- dag: 1 dag = 24 uur = 24 · 60 minuten = 24 · 3600 seconden = 86400 s

En dan zijn er nog meer begrippen: een etmaal (1 dag), de maand (tussen de 28 en de 31 dagen), het jaar (ongeveer 365 dagen), de eeuw (100 jaar). Dit is cultureel bepaald en daarom niet overal hetzelfde.

Kleinere tijdseenheden zijn: de tiende seconde, de honderdste seconde, de milliseconde (duizendste seconde), enzovoort.



Figuur 2

Opgave 6

De tijdrekening heeft zijn eigen systeem.

- Hoeveel ms gaan er in 1 dag?
- Hoeveel dagen, uren, minuten en seconden zou 1 megaseconde moeten zijn?

Opgave 7

De omtrek van de Aarde is 40000 km.

- Je fietst gemiddeld 20 km in een uur. Hoeveel dagen en uren doe je over deze afstand?
- Stel je voor dat je met een raket zo snel zou kunnen gaan dat je de omtrek van de Aarde in 1 uur aflegt. De afstand tot de planeet Mars is vanaf de Aarde ongeveer 56 miljoen km. Hoeveel dagen en uur doe je daar over?

Voorbeeld 3

Voor de grootheid snelheid worden de samengestelde eenheden km/h of m/s gebruikt. Regelmatig moet je omrekenen van km/h naar m/s of omgekeerd:

- $1 \text{ km/h} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$
- $1 \text{ m/s} = 3600 \text{ m/h} = 3,6 \text{ km/h}$

Dus een auto die 50 km/h rijdt, heeft een snelheid van $\frac{50}{3,6} = 13,88888\dots \text{ m/s}$.

Een deeltje dat met 120 m/s voortbeweegt, heeft een snelheid van $120 \cdot 3,6 = 432 \text{ km/h}$.

Opgave 8

Bij een grootheid als snelheid heb je te maken met samengestelde eenheden zoals m/s of km/h.

- Voor lucht bij kamertemperatuur (20 °C) is de geluidssnelheid ongeveer 343 m/s. Hoeveel km/h is dat? Geef je antwoord in één decimaal nauwkeurig.
- De lichtsnelheid is ongeveer 300000 km/s. Hoeveel km/h is dat? Geef je antwoord in wetenschappelijke notatie.
- Hoeveel m/s is dat? Geef je antwoord in wetenschappelijke notatie.

Opgave 9

De soortelijke massa (of 'dichtheid') van een bepaalde stof is het gewicht bijvoorbeeld per dm^3 of per cm^3 . Zo heeft gewoon water een soortelijke massa van $0,998 \text{ kg/dm}^3$.

- Hoeveel g/cm^3 is de soortelijke massa van water?
- Hoeveel kg weegt 1 m^3 water?
- Goud heeft een soortelijke massa van $19,2 \text{ kg/dm}^3$. Een gouden ring heeft een volume van 0,4 mL. Hoeveel gram weegt deze ring? Rond af op één decimaal.

Verwerken

Opgave 10

Kubieke centimeter wordt ook wel afgekort tot cc ('cubic centimetre'). Een bromfietsmotor van 50 cc heeft een totale cilinderinhoud van 50 cm^3 .

- Hoeveel liter is dat?
- Hoeveel cc heeft een motor met een totale cilinderinhoud van 0,25 L?
- Een automotor heeft soms wel een cilinderinhoud van 2 L. Hoeveel cc is dat?

Opgave 11

Een liter water weegt ongeveer 1 kg.

- Hoeveel gram weegt 1 mL water?
- Het platte dak van een schoolgebouw heeft een totale oppervlakte van 400 m^2 . Er valt op een bepaalde morgen 12 mm regen op dat dak. Hoeveel liter is dat in totaal?
- Stel je voor dat dit water op het dak zou blijven staan. Hoeveel kg water drukt er dan op elke m^2 van het dak?

Opgave 12

Schaatser Sven Kramer reed op 17 november 2007 de 5 km in 6:03,32. Dit betekent dat hij er zes minuten en 3,32 seconden over deed.

- a** Met hoeveel km/h schaatste hij gemiddeld? Rond af op één decimaal.

Een cheetah (jachtluipaard) haalt wel een topsnelheid van 108 km/h. Dat houdt hij echter niet langer dan zo'n 500 m vol.

- b** Hoeveel seconden houdt de cheetah deze snelheid vol? Rond af op één decimaal.

Opgave 13

Je legt een terras aan van stenen. De oppervlakte van het totale terras wordt 34 m^2 . Onder de stenen komt zand. Dit zandbed krijgt overal een diepte van 20 cm. Vanwege het inklinken van het zand moet je 15% extra zand nemen. De stenen zijn rechthoekige blokken van 30 cm bij 15 cm. Vanwege het breukverlies (op de randen van het terras gebruik je stukken van stenen en dan verlies je altijd wel wat) neem je 10% extra stenen. Het terras omvat ook een vijvertje, dat is een rechthoekige kunststofbak van 1 meter bij 1,5 meter en een diepte van 40 cm.

- a** Hoeveel stenen ga je bestellen?
b Hoeveel kuub zand (een kuub is 1 m^3) bestel je voor het zandbed? Rond af op één decimaal.
c Hoeveel liter water gaat er maximaal in de vijver?

Opgave 14

Sommige computers hebben een harde schijf met een opslagruimte van 1,2 Tb. Foto's hebben een bestandsgrootte van bijvoorbeeld 8 Mb.

- a** Hoeveel van die foto's gaan er op zo'n harde schijf? Geef je antwoord als geheel getal.
b Je neemt per foto vier seconden om hem te bekijken. Hoeveel dagen, uren, minuten heb je nodig om alle foto's te bekijken?

Opgave 15

Reken om.

- a** $3,6 \text{ kg/m}^3 = \dots \text{ g/L}$
b $12 \text{ g/cm}^3 = \dots \text{ kg/L}$
c $120 \text{ km/h} = \dots \text{ m/s}$
d $12 \text{ m/s} = \dots \text{ km/h}$

Opgave 16

Een ijzeren staaf heeft een lengte van 1,20 m en een vierkante doorsnede van 5 cm bij 5 cm.

De soortelijke massa van ijzer is $7,9 \text{ g/cm}^3$.

- a** Hoeveel kg weegt deze staaf?
 De staaf wordt verchromd, dus aan alle kanten van een laag chroom voorzien. Die laag chroom is overal 1 mm dik. De staaf wordt hierdoor 1800 gram zwaarder.
b Bereken met behulp hiervan de soortelijke massa van chroom in twee decimalen nauwkeurig.

Toepassen

Opgave 17: Het Brits-Amerikaanse maatsysteem

In Engelstalige landen wordt nog vaak het Brits-Amerikaanse maatsysteem gebruikt.

Voor snelheid op land wordt bijvoorbeeld de eenheid mph gebruikt, dat is 'miles per hour' ('mijl per uur'). Op zee wordt de snelheid in kt, dat is 'knot' ('knopen') uitgedrukt. $1 \text{ kt} = 1 \text{ nmph}$, dus 1 nautical mile per hour. Let op! Hier betekent de 'n' niet nano!

- a** 1 mile is 1609,344 m. Hoeveel km/h is 1 mph? Geef een exact antwoord.

- b** Hoeveel m/s is dat? Geef een exact, decimaal antwoord.
- c** 1 nautical mile is 1852 m. Hoeveel km/h is 1 kt (1 nautical mile per uur)? Geef een exact antwoord.
- d** En hoeveel m/s is dat? Rond af op vijf decimalen.
- e** Als een Britse automobilist in Nederland ziet dat hij op de snelweg maximaal 120 km/h mag en hij rekent om naar mph, hoe hard zou hij dan maximaal mogen rijden? Rond af op één decimaal.
- f** De maximale toegestane snelheid op Amerikaanse snelwegen is vaak 90 mph. Komt dit enigszins overeen met onze maximale snelheid op snelwegen?

Opgave 18: Astronomische afstanden

De gemiddelde afstand van de Aarde tot de Zon wordt de astronomische eenheid AE genoemd. 1 AE is ongeveer 150 miljoen km.

- a** De planeet Mars heeft een gemiddelde afstand van 228 mln km van de Zon. Hoeveel AE is dat?
- b** Neptunus is de planeet in ons zonnestelsel die het verst van de Zon af staat, gemiddeld maar liefst ongeveer 30 keer zover als de Aarde. Hoeveel km staat Neptunus ongeveer van de Zon af? Geef je antwoord in miljoenen km.
De lichtsnelheid is ongeveer 300000 km/s.
- c** Hoeveel minuten en seconden is het zonlicht onderweg naar de Aarde?
Een lichtjaar is de afstand die het licht in 1 jaar aflegt.
- d** Hoeveel km is dat? Geef je antwoord in wetenschappelijke notatie, in één decimaal nauwkeurig.
- e** En hoeveel AE is dat? Rond af op helen.
Alpha Centauri is de helderste ster in het sterrenbeeld Centaur (Centaurus).
Van alle sterren bevinden de Centaur-sterren zich het dichtst bij ons zonnestelsel. Hun gemiddelde afstand tot de zon bedraagt 4,36 lichtjaar.
- f** Hoeveel km is Alpha Centauri van onze zon verwijderd? Neem aan dat het licht met een snelheid van 300000 km per seconde gaat. Geef je antwoord in wetenschappelijke notatie, in één decimaal nauwkeurig.

Opgave 19: Heuveltje op, heuveltje af

Een wielrenner fietst met 20 km/h uur een berg op. Hij keert bovenop om en fietst hetzelfde stuk nu met 60 km/h weer naar beneden. Hoe groot was zijn gemiddelde snelheid over de gehele rit?

Testen

Opgave 20

Reken exact om, waar mogelijk in decimale notatie:

- a** 67850 pm =... mm
- b** 23,5 hm² =... dm²
- c** 18 m/s =... km/h
- d** 80 km/h =... m/s
- e** 2,5 mg/dL =... g/hL
- f** 0,0012 mm/μs =... cm/ms

Opgave 21

Je wilt bestanden kopiëren van je laptop naar een externe harde schijf.
Het kopiëren gaat gemiddeld met 20 Mbps (megabyte/s).

- a** Hoeveel minuten en seconden duurt het om een bestand van 8,5 Gb te versturen?
- b** Het kopiëren van alle bestanden naar de externe harde schijf duurt in totaal 3 uur, 16 minuten en 30 seconden. Hoeveel Tb heb je gekopieerd? Geef een exact, decimaal antwoord.

Opgave 22

Als je veel te vervoeren of op te bergen hebt, kun je containers huren. Er bestaat verschillende typen en afmetingen. Dit zijn de gegevens van een 20 ft-zeecontainer:

- Inhoud: $33,2 \text{ m}^3$
- Afmetingen ($l \cdot b \cdot h$ cm) inwendig: $589 \cdot 234 \cdot 239$
- Deuropening ($b \cdot h$ cm): $233 \cdot 228$

- Een ton is 1000 kg. Leg uit waarom 1 ton eigenlijk 1 megagram zou moeten heten.
- Ga na dat de opgegeven inhoud van de zeecontainer wel ongeveer klopt. Bereken daarvoor zelf de inhoud in m^3 , op één decimaal nauwkeurig.
- De container zelf weegt 2260 kg. De container met inhoud mag maximaal 24000 kg wegen. Hoeveel ton aan inhoud kun je er in kwijt? (Geef een exact antwoord).

Practicum

Er bestaan diverse webpagina's voor het **omrekenen van eenheden**.

Dit zijn er een paar:

- eenheden-omrekenen.info
- convertking.net

Je kunt ook even spelen met deze applet van Walter Fendt.

Hij kent alleen niet alle soorten eenheden.

Figuur 3 Klik op de figuur om de applet te openen



© 2021

Deze paragraaf is een onderdeel van het Math4All wiskundemateriaal.

Math4All stelt het op prijs als onvolkomenheden in het materiaal worden gemeld en ideeën voor verbeteringen in de content of dienstverlening kenbaar worden gemaakt.

Email: f.spijkers@math4all.nl

Met de Math4All maatwerkdienst kunnen complete readers worden samengesteld en toetsen worden gegenereerd. Docenten kunnen bij a.f.otten@xs4all.nl een gratis inlog voor de maatwerkdienst aanvragen.
