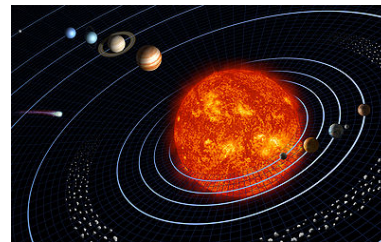


5.6 Wetenschappelijke notatie

Inleiding

Soms heb je met hele grote getallen te maken. Zoals bij berekeningen van afstanden in het zonnestelsel of nog verder in de ruimte. De getallen worden dan vaak erg onoverzichtelijk met (vaak onnodig) veel cijfers. Dan gebruik je de wetenschappelijke notatie met machten van 10.



Figuur 1

Je leert in dit onderwerp

- werken met de wetenschappelijke methode.

Voorkennis

- rekenen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen) met positieve en negatieve getallen en met breuken en alle begrippen die daarbij horen;
- kwadrateren, worteltrekken en rekenen met kwadraten en wortelvormen;
- machten en wortels uitrekenen en de juiste rekenvolgorde hanteren.

Verkennen

Opgave V1

Onze planeet Aarde heeft (ongeveer) de vorm van een bol. De omtrek van die bol is de lengte van de evenaar en bedraagt 40.000 km.

- Hoeveel mm is 1 km? En hoeveel mm is dus de omtrek van de Aarde?
- Je had voor de berekening bij a natuurlijk geen rekenmachine nodig. Maar doe hem eens op je rekenmachine. Waarschijnlijk krijg je als antwoord $4 \cdot 10^{10}$. (Of iets wat dit moet voorstellen zoals 4E10.)
Leg uit waarom dit hetzelfde is als jouw antwoord bij b.
- Waarom is het beter om $4 \cdot 10^{10}$ te schrijven dan 40000000000?
- Voor getallen met veel nullen worden ook wel woorden als miljoen en miljard en dergelijke gebruikt. 1 miljoen hetzelfde als $1 \cdot 10^6$. Hoeveel is 1 miljard?

Opgave V2

Wij werken met getallen in het tientallig stelsel. We hebben dus tientallen, honderdtallen, duizendtallen, enzovoorts. Dat zijn allemaal machten van 10. Dus kun je getallen schrijven als machten van 10. Zo is $1234 = 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4$.

Op de [website van het C.B.S.](#) staat een bevolkingsteller. Nederland telde 16.736.398 inwoners op vrijdag 6 april 2012 om 11:25.15 uur.

Schrijf dit getal in het tientallig stelsel met machten van 10.

Uitleg

Omdat je in het tientallig stelsel werkt, spelen machten van 10 een grote rol bij het opschrijven van getallen. Met behulp van de rekenregels voor machten kun je bij eenheden, tientallen, honderdtallen, duizendtallen, etc., werken met machten van 10. Datzelfde geldt voor tienden, honderdsten, duizendsten, etc.

De rekenregels voor machten van 10 (en ook voor andere machten) zijn:

- bij vermenigvuldigen van machten tel je de exponenten op: $10^5 \cdot 10^3 = 10^8$
- bij het delen van machten trek je de exponenten van elkaar af: $10^5 / 10^3 = 10^2$

Hieruit volgt:

- $1 = 10^1 / 10^1 = 10^{1-1} = 10^0$ dus $10^0 = 1$
- $\frac{1}{10} = 10^0 / 10^1 = 10^{-1}$
- $\frac{1}{100} = 10^0 / 10^2 = 10^{-2}$
- $\frac{1}{1000} = 10^0 / 10^3 = 10^{-3}$

enzovoorts.

Hele grote getallen zoals 135 miljard = 135.000.000.000 zijn door het grote aantal cijfers moeilijk te lezen. Je schrijft zo'n getal daarom als:

$$135.000.000.000 = 1,35 \cdot 100.000.000.000 = 1,35 \cdot 10^{11}.$$

Ook hele kleine getallen zoals 31 miljoenste = 0,000032 zijn door het grote aantal cijfers moeilijk te lezen. Je schrijft zo'n getal daarom als:

$$0,000032 = 3,2 \cdot 0,00001 = 3,2 \cdot \frac{1}{100000} = 3,2 \cdot 10^{-5}.$$

Deze manier van opschrijven van getallen noem je de wetenschappelijke notatie.

Opgave 1

Bekijk de **Uitleg**.

- a** Schrijf 100000 als macht van 10.

Het getal 304586 bestaat uit 3 honderdduizendtallen, 0 tienduizendtallen, 4 duizendtallen, 5 honderdtallen, 8 tientallen en 6 eenheden.

- b** Laat zien, hoe je dit kunt schrijven met machten van 10.

- c** Schrijf 0,00001 als macht van 10.

Het getal 30,4586 bestaat uit 3 tientallen, 0 eenheden, 4 tienden, 5 honderdsten, 8 duizendsten en 6 tienduizendsten.

- d** Laat zien, hoe je dit kunt schrijven met machten van 10.

Opgave 2

Grote getallen zijn bijvoorbeeld 1 miljoen en 1 miljard.

- a** Schrijf deze getallen als macht van 10.

Kleine getallen zijn bijvoorbeeld 1 miljoenste en 1 miljardste.

- b** Schrijf deze getallen als macht van 10.

Opgave 3

Enkele uitspraken met grote en kleine getallen.

- Ongeveer 3 miljoen jaar geleden zijn de dinosauriërs uitgestorven.
- Sommige eencelligen zijn slechts 2,5 miljoenste mm breed.
- Volgens het ministerie komt ons nationaal inkomen uit op 468 miljard.

Schrijf deze getallen in de wetenschappelijke notatie.

Theorie en voorbeelden

Om te onthouden

Je schrijft hele grote en hele kleine getallen vaak in de **wetenschappelijke notatie**.

- Een groot getal krijgt dan de vorm $a \cdot 10^n$.
- Een klein getal krijgt dan de vorm $a \cdot 10^{-n}$.

Hierin is $1 \leq a < 10$.

Je gebruikt deze notatie vooral als het gaat om miljoenen, miljarden, miljoensten, miljardsten, e.d.

Getallen die uit veel cijfers ongelijk aan 0 bestaan ga je om die notatie te gebruiken eerst afronden. Op hoeveel decimalen je afrondt, hangt af van hoeveel cijfers een belangrijke betekenis. Deze belangrijke cijfers noem je de **significante cijfers**

Voorbeeld 1

De **lichtsnelheid** is in vacuüm (het luchtledige) gelijk aan 299.792.458 m/s. Deze waarde is exact doordat ze wordt gebruikt als definitie van de lengte van de standaardmeter: een meter is gedefinieerd als de afstand die het licht in $1/299792458$ seconde aflegt.

Het licht legt dus ongeveer $3,0 \cdot 100.000.000$ m per seconde af (bij twee significante cijfers).

De wetenschappelijke notatie van de lichtsnelheid is dan $3,0 \cdot 10^8$ m/s.

Hoeveel km/uur is dat?

Antwoord

Om de lichtsnelheid in m/s om te rekenen naar km per uur moet je dit getal vermenigvuldigen met 3600 (het aantal seconden in een uur) en vervolgens delen door 1000 (het aantal m in een km).

Dus is de lichtsnelheid ongeveer $3,6 \cdot 3,0 \cdot 10^8 = 10,8 \cdot 10^8 = 1,08 \cdot 10^9$ km/uur.

Opgave 4

Bekijk **Voorbeeld 1**. Je ziet hoeveel de lichtsnelheid in m/s bedraagt.

- Waarom is dit getal in de wetenschappelijke notatie $3,0 \cdot 10^8$ en niet $2,99792458 \cdot 10^8$?
- Het omrekenen van m/s naar km/uur kan in twee stappen. Bereken eerst de lichtsnelheid in m/uur.
- Reken de lichtsnelheid in m/uur nu om naar km/uur.

Opgave 5

De omtrek van de Aarde is 40.000 km. Als mensen hand in hand staan met de armen gespreid zitten de middens van hun lichamen ongeveer 1,5 m van elkaar.

- Hoeveel mensen moeten er hand in hand staan met de armen gespreid om de Aarde te omspannen? Geef je antwoord in de wetenschappelijke notatie in één decimaal nauwkeurig.
Er zijn ongeveer 7 miljard mensen op Aarde.
- Hoeveel keer kunnen die op de beschreven manier de Aarde te omspannen? Geef je antwoord in de wetenschappelijke notatie in één decimaal nauwkeurig.

Voorbeeld 2

Een meter is gedefinieerd als de afstand die het licht in $1/299792458$ seconde aflegt. Hoe lang doet het licht over het afleggen van 1 meter? Geef je antwoord in de wetenschappelijke notatie in drie decimalen nauwkeurig, dus met vier significante cijfers.

Antwoord

Als je deze deling met de rekenmachine uitvoert, dan krijg je waarschijnlijk $3 \cdot 10^{-9}$ seconden. Dat is niet in twee decimalen nauwkeurig.

Maar je kunt de rekenmachine in de wetenschappelijke notatie zetten. Dan wordt de berekening ineens veel nauwkeuriger. Je vindt dan ongeveer $3,336 \cdot 10^{-9}$. De vraag is natuurlijk wel of je die nauwkeurigheid nodig hebt...

Opgave 6

Neem voor de lichtsnelheid $3,0 \cdot 10^8$ m/s. De afstand van de Aarde tot de Zon is ongeveer $1,5 \cdot 10^8$ km. Hoe lang is het licht onderweg vanaf de Zon naar de Aarde?

Opgave 7

Hier zie je een foto van de huisstofmijt. Deze diertjes leven van menselijke huidschilfers, in een hoofdkussen van je bed kunnen er wel 12000 voorkomen en dan ben je echt niet onhygiënisch. Sommige mensen zijn allergisch voor hun uitwerpselen. Zo'n huisstofmijt weegt gemiddeld slechts $1,5 \cdot 10^{-3}$ gram en heeft afmetingen van ongeveer 0,3 mm breed tot 0,5 lang. Je kunt ze met het blote oog niet zien.



Figuur 2

Hoeveel wordt je kussen zwaarder tengevolge van de huisstofmijt er in?

Voorbeeld 3

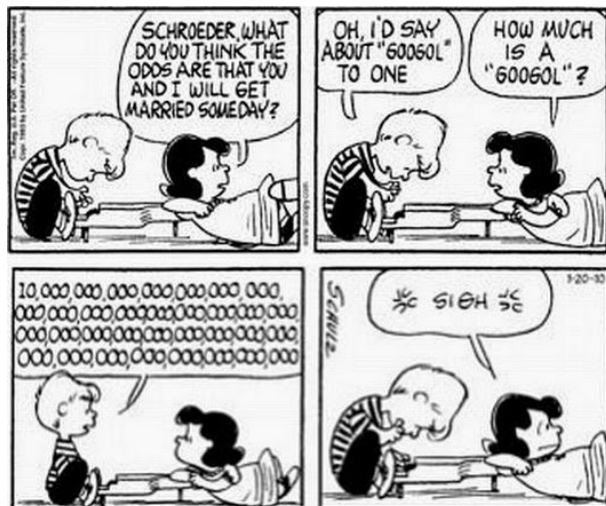
Voor $1 \cdot 10^{100}$ bestaat de naam **googol**.

Deze naam is omstreeks 1920 bedacht door een negenjarig neefje van de Amerikaanse wiskundige Edward Kasner. De naam Google is een verbastering hiervan gemaakt door Larry Page, één van de grondleggers van deze zoekmachine.

Veel rekenmachines hebben dit getal als grens van de getallen die erop kunnen worden weergegeven.

Het is ongeveer zo groot als $70 \cdot 69 \cdot 68 \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$.

$1\text{googolplex} = 1 \cdot 10^{\text{googol}}$, een 1 met googol nullen. Best groot...



Figuur 3

Opgave 8

Bekijk **Voorbeeld 3**. Je ziet hoeveel 'googol' is.

- a Hoeveel is 1 googol^2 ?
- b En hoeveel is $\sqrt{\text{googol}}$?

Opgave 9

In de strip spreekt Schröder van een kans van 'googol to one', dus één op googol. Schrijf deze kans in de wetenschappelijke notatie. En ook in procenten.

Verwerken

Opgave 10

Schrijf als macht van 10:

- a 1000
- b 100000000
- c 10 miljard
- d 0,001
- e $\frac{1}{100000}$
- f 10 miljardste

Opgave 11

Schrijf in de wetenschappelijke notatie:

- a 123 miljoen
- b 614000000000
- c 0,00001496
- d 0,000000000000042

Opgave 12

Gebruik bij de volgende berekeningen de wetenschappelijke notatie. Geef je antwoord ook in die vorm.

- a In Nederland wonen ongeveer 17,5 miljoen mensen. Het gemiddeld inkomen van een Nederlander is ongeveer € 18.000. Bereken het nationaal inkomen (het inkomen van alle Nederlanders samen).
- b In Nederland zijn er jaarlijks ongeveer 1,5 miljoen middelbare scholieren. Zo'n scholier kost de overheid gemiddeld € 4500. Hoeveel geeft de overheid jaarlijks ongeveer uit aan middelbaar onderwijs?

Opgave 13

Bacteriën zijn micro-organismen. Een bepaald soort bacterie heeft een gewicht van $2,4 \cdot 10^{-8}$ kg.

- a Op een plant bevinden zich 3,2 miljoen van deze bacteriën. Hoeveel wegen deze bacteriën samen? Geef je antwoord met drie significante cijfers.
- b Hoeveel van deze bacteriën wegen samen 1 kg? Geef je antwoord met drie significante cijfers.

Opgave 14

Uit Wikipedia (13-11-2009):

Een amoebe (spreek uit als 'ameube') is een eencellig organisme dat bestaat uit protoplasma met één of meerdere kernen. Het endoplasma (binnenste laagje) is troebel en korrelig terwijl het ectoplasma (buitenste laagje) meestal helder is. Het organisme behoort tot de wortelpotigen en varieert afhankelijk van de soort tussen de 30 en 800 μm .

1 μm is $\frac{1}{1000}$ mm. Hoeveel meter is een amoebe van 800 μm ? Geef je antwoord in de wetenschappelijke notatie.

Toepassen

In deze video wordt je de wereld getoond als je erop inzoomt en uitzoomt in stappen van 10. Hij is Engelstalig.

[Bekijk de videoclip: Machten van 10.](#)

Opgave 15: Lichtjaren

Een lichtjaar is de afstand die het licht in een jaar aflegt. De lichtsnelheid is ongeveer $3 \cdot 10^8$ m/s. Een astronomische eenheid is de gemiddelde afstand van de Aarde tot de Zon: 1 AE = 149,6 miljoen kilometer. Vooral in de sterrenkunde zijn lichtjaar en AE nuttige maten.

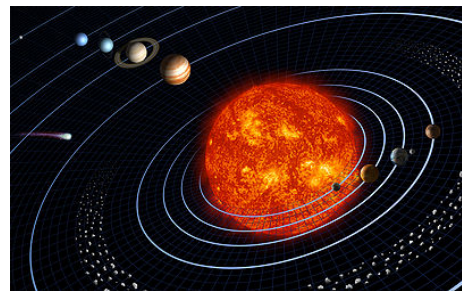
De **dubbelster Alpha Centauri** vormt samen met de veel zwakkere Proxima Centauri een drievoudig systeem, dat zich van alle sterren het dichtst bij ons zonnestelsel bevindt. De afstand tot de Zon bedraagt 4,36 lichtjaar.

- Hoeveel km is 1 lichtjaar? En hoeveel AE?
- Hoeveel km is Alpha Centauri van onze Zon verwijderd? En van de Aarde?
- Stel je voor dat je in een ruimteschip met 20000 km/uur van de Aarde rechtstreeks naar de Zon zou kunnen vliegen. Hoe lang doe je daar dan over? En hoe lang doe je over de reis naar Alpha Centauri?

Opgave 16: Schaalmodel

Ons **Zonnestelsel** bestaat uit een ster (de Zon) en 8 planeten. Je wilt een schaalmodel maken van het zonnestelsel dat nog in een schoollokaal past. Zoek de afmetingen van deze planeten en hun onderlinge afstanden op.

Bereken hoe groot je de afmetingen van de planeten moet maken en hoe groot je de (bijna) cirkelvormige banen om de Zon moet maken. Geef een overzicht van alle afmetingen.



Figuur 4

Testen

Opgave 17

Schrijf in de wetenschappelijke notatie:

- 185.000.000
- 0,0000059

Opgave 18


De afstand van de aarde tot de maan is ongeveer 384.400 km.

- Schrijf dit getal in de wetenschappelijke notatie met drie significante cijfers.
Op 21 juli 1996 plaatste de bemanning van de Apollo 11 een reflector van 46 centimeter op de maan. Een laserstraal is een lichtbundel die met $3,0 \cdot 10^8$ m/s voortbeweegt. Er wordt een laserstraal vanaf de aarde naar de maan gestuurd en die wordt weerkaatst door de reflector.
- Na hoeveel seconden wordt deze laserstraal op aarde weer ontvangen?

Practicum

Met **AlgebraKIT** kun je oefenen met de **de wetenschappelijke notatie**. Je kunt telkens een nieuwe opgave oproepen. Je maakt elke opgave zelf op papier.

Met 'Toon uitwerking' zie je het verder uitklapbare antwoord.

Met  krijg je een nieuwe opgave.

[Werk met AlgebraKIT.](#)



© 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.
