

# Inleiding in de natuurkunde

- § 1 Wat is natuurkunde?
- § 2 Grootheden en eenheden
- § 3 Voorvoegsels van eenheden
- § 4 Afronden na vermenigvuldigen en delen

# § 1 Wat is natuurkunde?

## Natuur en natuurwetenschappen

Kort gezegd verstaan we onder de natuur alle verschijnselen die we kunnen waarnemen en onderzoeken. Hieronder staan wat voorbeelden.

- Een plant groeit onder invloed van zonlicht.
- Een steen valt naar beneden als je hem boven de grond loslaat.
- Hout kan wel branden maar steen niet.
- Bliksem.
- Het heelal dijt uit.

In de natuurwetenschappen worden verschijnselen in de natuur bestudeerd. De natuurwetenschappen kunnen worden onderverdeeld in een aantal deelgebieden, namelijk biologie, natuurkunde en scheikunde. Deze deelgebieden kunnen nog verder worden opgesplitst.

## Biologie, scheikunde en natuurkunde

In de biologie houdt men zich bezig met de levende natuur. Een bioloog kijkt bijvoorbeeld naar de erfelijke eigenschappen van planten en naar de intelligentie van muizen.

In de scheikunde houdt men zich bezig met stofeigenschappen en stofomzettingen. Een ander woord voor scheikunde is chemie. Een scheikundige onderzoekt bijvoorbeeld de brandbaarheid van stoffen of de eigenschappen van schoonmaakmiddelen.

In de natuurkunde houdt men zich bezig met de niet-levende natuur voor zover verschijnselen niet onder scheikunde vallen. Een ander woord voor natuurkunde is fysica. Natuurkunde omvat veel onderwerpen, die ogenschijnlijk los van elkaar staan. Een natuurkundige onderzoekt bijvoorbeeld hoe lampen zuiniger gemaakt kunnen worden en hij ontwerpt telescopen. Zie ook de lijst met onderwerpen, die in de tweede en derde klas behandeld worden in de natuurkundeles (aan het einde van deze paragraaf).

### Opmerking

Wiskunde is geen natuurwetenschap omdat hij geen natuur bestudeert. De wiskunde is wel een van de belangrijkste hulpmiddelen om onze waarnemingen te kunnen beschrijven en verklaren.

## Overlap tussen vakgebieden

De verschillende vakgebieden hebben raakvlakken. Zo overlappen scheikunde en biologie elkaar bij onderzoek naar stofomzettingen in een lichaamscel en overlappen natuurkunde en biologie elkaar bij onderzoek naar bewegingen van het menselijk lichaam.

## **Vooruitblik van wat behandeld wordt**

In dit schooljaar worden de volgende onderwerpen behandeld.

- Licht
- Druk
- Drijven en zinken
- Elektriciteit (deel 1)
- Stoffen en moleculen
- Warmte
- Trillingen en geluid

Volgend jaar komen de volgende onderwerpen aan bod.

- Krachten
- Arbeid en energie
- Elektriciteit (deel 2)
- Wet van Snellius
- Lenzen
- Versnellen en vertragen
- Magnetisme

# Opgaven bij § 1

## Opgave 1

Wat bestuderen de natuurwetenschappen?

## Opgave 2

Geef een andere naam voor scheikunde.

Geef een andere naam voor natuurkunde.

## Opgave 3

Welke onderwerpen worden in de scheikunde bestudeerd?

## Opgave 4

Komt er in de volgende beroepen meer natuurkunde of meer scheikunde voor?

- Ontwerper van bruggen
- Elektriciën
- Opticiën
- Een onderzoeker in een verffabriek
- Een weerkundige

## Opgave 5

Is het verbranden van benzine een natuurkundig of een scheikundig proces?

Is het afkoelen van een hete pan een natuurkundig of een scheikundig proces?

## Opgave 6

Leg uit dat het koken van een ei een scheikundig proces is.

## § 2 Grootheden en eenheden

### Grootheden

In de natuurkunde kennen we twee soorten grootheden. Bij de eerste soort grootheid kun je denken aan beroemdheden als Isaac Newton en Albert Einstein. Zie de figuren hiernaast. Newton heeft onder andere een belangrijke natuurwet, een beschrijving van de zwaartekracht, bedacht. Einstein heeft deze theorie van Newton een plaats gegeven in een meer omvattende theorie namelijk de relativiteitstheorie.



Isaac Newton  
(1642-1727)



Albert Einstein  
(1879-1955)

Bij de tweede soort grootheid kun je denken aan de lengte van een boot, de temperatuur van het zeewater of de rondetijd van een schaatser. Dit zijn alledrie begrippen in de natuurkunde die je kunt meten. Algemeen kun je zeggen dat alles wat gemeten kan worden, een grootheid is.

Het meten van een grootheid doen we met een daarvoor geschikt meetinstrument. Zo is een liniaal een meetinstrument om lengten te meten, een thermometer een meetinstrument om temperaturen te meten en een stopwatch een meetinstrument om tijden te meten.

### Eenheden

Voorbeeld 1: "De lengte van een boot is 23 meter."

In dit voorbeeld wordt de lengte uitgedrukt in meter. We zeggen dan dat de eenheid van lengte de meter is.

Voorbeeld 2: "De lengte van een pen is 13 centimeter."

In dit voorbeeld wordt de lengte uitgedrukt in centimeter. De eenheid van lengte, die nu wordt gebruikt, is de centimeter.

Voorbeeld 3: "De rondetijd van een schaatser is 55,3 seconde."

De tijd wordt in seconde uitgedrukt. De eenheid van tijd is dus de seconde.

Voorbeeld 4: "Jan fietst in 13 minuten van huis naar school."

Nu wordt de tijd in minuten uitgedrukt. De nu gebruikte eenheid van tijd is de minuut.

### Samengevat

Om de waarde van een grootheid aan te geven, is een eenheid nodig.

Anders gezegd: een grootheid druk je uit in de bijbehorende eenheid.

Een grootheid heeft vaak meerdere eenheden. Zo heeft de grootheid tijd de eenheden seconde, minuut, uur enzovoort.

### Verkorte schrijfwijze

In de natuurkunde maken we gebruik van de verkorte schrijfwijze. Hierbij worden de grootheden en eenheden niet voluit geschreven maar gebruikt men symbolen (meestal één letter).

In de voorbeelden 1 en 3 komt dan te staan:  $l = 23 \text{ m}$  en  $t = 55,3 \text{ s}$

## Een aantal grootheden met bijbehorende eenheden

In de volgende tabel staat een aantal grootheden met de belangrijkste eenheden opgesomd. Deze en vele andere grootheden en eenheden leren we de komende jaren kennen.

Grootheden	Eenheden (alleen de belangrijkste)
lengte (symbool $l$ )	meter (symbool m)
tijd (symbool $t$ )	seconde (symbool s)
massa (symbool $m$ )	kilogram (symbool kg)
kracht (symbool $F$ )	newton (symbool N)
energie (symbool $E$ )	joule (symbool J)
snelheid (symbool $v$ )	meter per seconde (symbool m/s)
spanning (symbool $U$ )	volt (symbool V)
stroomsterkte (symbool $I$ )	ampère (symbool A)

# Opgaven bij § 2

## Opgave 1

Vul de open plekken in de onderstaande tabel in. Laat de symbolen achterwege.

Grootheden	Eenheden	Meetinstrument
		liniaal
tijd		
	kilogram	
		krachtmeter
		spanningsmeter
	graden celsius	
		snelheidsmeter
stroomsterkte		

## Opgave 2

Isaac Newton staat bekend als de grootste natuurkundige ooit. Een eenheid in de natuurkunde is naar hem vernoemd. Bij welke grootheid hoort deze eenheid?

## Opgave 3

Vul op de open plek een woord in.

“De oma van Jan heeft een \_\_\_\_\_ van 88 kilogram.”

## Opgave 4

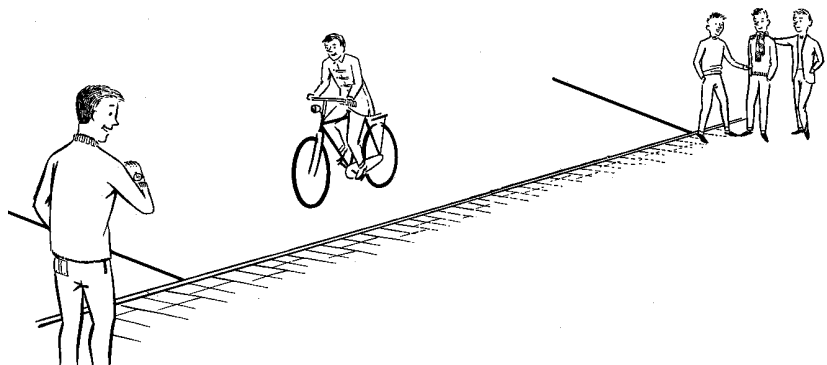
Je meet de spanning over een lampje. Je meet 3,0 volt.  
Schrijf dit verkort op (in symbolen dus).

## Opgave 5

Wat zou  $v = 40 \text{ km/h}$  betekenen?

## Opgave 6

Een groep vrienden doet een wedstrijd wie het snelst een afstand van 10 m kan fietsen. Ze hebben daarom twee strepen op de weg getekend. De afstand tussen de twee strepen is 10 m. Zie de figuur hiernaast. Welke grootheid moeten ze meten om de uitslag te bepalen? (niet noemen: de snelheid)



## § 3 Voorvoegsels van eenheden

### Voorvoegsels van eenheden

Vaak maakt men een eenheid groter of kleiner door er een voorvoegsel voor te plaatsen. Zo is kilometer (afgekort km) hetzelfde als duizend meter. En is millimeter (afgekort mm) gelijk aan een duizendste meter. De belangrijkste voorvoegsels staan in de tabel hiernaast weergegeven.

naam voorvoegsel	symbool	betekenis in woorden	betekenis In cijfers
mega	M	miljoen	1.000.000
kilo	k	duizend	1000
deci	d	tiende	$\frac{1}{10}$
centi	c	honderdste	$\frac{1}{100}$
milli	m	duizendste	$\frac{1}{1000}$
micro	$\mu$	miljoenste	$\frac{1}{1.000.000}$

In principe kunnen de voorvoegsels voor alle eenheden gebruikt worden. Bijvoorbeeld voor het voorvoegsel kilo (afgekort k) geldt:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$$

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$$

Hierin zijn g, m, N, J en V de afkortingen van gram, meter, newton, joule en volt.

Er zijn drie voorvoegsels die met de letter m beginnen namelijk mega, milli en micro. Om misverstanden te voorkomen kort men mega af met de hoofdletter M en micro met de letter m in het Grieks namelijk  $\mu$ . Dus geldt:

$$1 \text{ Mm} = 1.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 0,000001 \text{ m}$$

### Voorbeeld van een opgave

Schrijf het juiste getal op in:  $0,154 \text{ kbar} = \text{_____ bar}$ .

Oplossing

In kbar is k de afkorting van kilo (= duizend) en is bar een eenheid van druk.

Dus is  $0,154 \text{ kbar}$  gelijk aan  $0,154$  duizend bar. Op de open plek moet dus het getal 154 komen te staan.



# Opgaven bij § 3

## Opgave 1

Je gaat naar de groenteboer en vraagt om een kilo aardappels. Leg uit dat je dan eigenlijk om veel te veel aardappels vraagt.

## Opgave 2

Vul getallen in.

$$3 \text{ MJ} = \text{_____} \text{ J}$$

$$3 \text{ mA} = \text{_____} \text{ A}$$

$$8 \text{ kN} = \text{_____} \text{ N}$$

$$400 \text{ mbar} = \text{_____} \text{ bar}$$

$$385 \text{ }\mu\text{g} = \text{_____} \text{ g}$$

$$20 \text{ km} = \text{_____} \text{ dm}$$

## Opgave 3

Het Engelse woord voor uur is hour. Het natuurkundige symbool voor uur is dan ook h. Vul nu in:

$$1 \text{ h} = \text{_____} \text{ s}$$

$$1 \text{ h} = \text{_____} \text{ ks}$$

## § 4 Afronden na vermenigvuldigen en delen

### Significante cijfers

Je gaat naar een juwelier en koopt een gouden halskettinkje. De juwelier legt het kettinkje op de weegschaal om de massa te bepalen. Hij leest de waarde van 50,3 gram af. De waarde 50,3 g heeft drie zogenoemde 'significante cijfers', namelijk de 5, de 0 en de 3 (significants betekent belangrijk of betekenisvol). De weegschaal bepaalt de massa op een tiende gram nauwkeurig. Als de juwelier een weegschaal zou hebben gebruikt die op de gram nauwkeurig is, had hij 50 gram afgelezen. Deze waarde heeft slechts twee significante cijfers (de 5 en de 0). Je kunt dus zeggen dat hoe meer significante cijfers een meetuitkomst heeft, des te nauwkeuriger de meting is.

De meetwaarde 50,3 g zou je mogen schrijven als 0050,3 g. De twee nullen aan de linkerkant hebben natuurlijk geen nut, maar het is op zich niet verboden. In ieder geval zijn deze nullen niet significant. Als je de massa in kilogram uitdrukt, krijg je 0,0503 kg. Ook nu verschijnen er nullen aan de linkerkant van het getal. Opnieuw zijn de nullen niet significant. De nauwkeurigheid van de meting blijft immers gelijk (50,3 g is exact gelijk aan 0,0503 kg). Kortom, de nullen aan de linkerkant van een meetuitkomst zijn niet significant.

De uitkomst van de bovenstaande meting mag je niet schrijven als 50,300 g. Als 50,300 g de uitkomst van de weging zou zijn, zou de weegschaal namelijk op een duizendste gram nauwkeurig zijn. In werkelijkheid meet de weegschaal in het bovenstaande voorbeeld slechts op een tiende gram nauwkeurig. Aan de nullen aan de rechterkant van een meetuitkomst wordt dus wel waarde gehecht. Anders gezegd: deze nullen zijn significant.

Hieronder volgen nog wat voorbeelden.

De meetwaarde 0,229 m heeft drie significante cijfers.

De meetwaarde 202,90 s heeft vijf significante cijfers.

De meetwaarde 0,0005 m<sup>3</sup> heeft slechts één significant cijfer.

### Voorbeeld van een vermenigvuldiging

Je wilt de oppervlakte van een rechthoekige winkelruit bepalen.

De lengte van de winkelruit meet je onnauwkeurig, namelijk met een stokje dat 10 cm lang is. Je gaat na hoeveel keer het stokje in de lengte van de ruit past. Dat blijkt ongeveer 31 keer te gaan. Je vindt dus een lengte van 3,1 m.

De hoogte van de ruit meet je, in tegenstelling tot de lengte, wel nauwkeurig op. Je gebruikt een rolmaat die je op de millimeter nauwkeurig afleest. Je vindt 2,384 m.

De oppervlakte van de ruit bereken je als volgt.

$$\text{Oppervlakte} = \text{lengte} \cdot \text{hoogte} = 3,1 \text{ m} \cdot 2,384 \text{ m} = 7,3904 \text{ m}^2$$

De vraag is nu hoe je dit getal moet afronden. Omdat de lengte van de ruit onnauwkeurig bekend is, is de oppervlakte natuurlijk ook onnauwkeurig bekend. Wat dat betreft is het spreekwoord "Een ketting is zo sterk als de zwakste schakel." van toepassing. Het aantal significante cijfers is nu belangrijk. De lengte bevat twee en de hoogte vier significante cijfers (ga dat na!). De oppervlakte is dan ook in slechts twee significante cijfers bekend. De uitkomst moet dus 7,4 m<sup>2</sup> zijn.

## Voorbeeld van een deling

Je wilt weten met welke snelheid je kunt rennen. Je bepaalt deze snelheid door een brede straat zo snel mogelijk over te steken. De breedte van de straat heb je gemeten en bedraagt 25,5 m. De benodigde tijd heb je met de secondewijzer van je horloge bepaald. Je meet 8 s.

Je snelheid bereken je als volgt.

$$\text{snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}} = \frac{25,5 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 3,1875 \text{ m/s}$$

De vraag is weer hoe je deze gevonden waarde van de snelheid moet afronden. Omdat je de tijd onnauwkeurig bepaald hebt (8 s heeft slechts één significant cijfer), is de snelheid ook onnauwkeurig bekend. Net als bij vermenigvuldigen moet je ook nu naar het aantal significante cijfers kijken. De afstand heeft drie significante cijfers en de tijd één. De uitkomst van de snelheid mag dan ook maar één significant cijfer hebben. De snelheid kun je dus het beste schrijven als 3 m/s.

## Samenvatting

Hoe nauwkeuriger een meting is, des te meer significante cijfers de meetwaarde heeft.

De nullen aan de linkerkant van een meetwaarde zijn niet significant.

De nullen aan de rechterkant van een meetwaarde zijn wel significant.

Als je twee waarden a en b met elkaar vermenigvuldigt of op elkaar deelt, moet je de uitkomst op de juiste manier afronden. Dat doe je als volgt. Eerst kijk je naar het aantal significante cijfers van a en b. Het kleinste aantal bepaalt het aantal significante cijfers van de uitkomst en dat geeft aan hoe je moet afronden.

## Voorbeeld waarbij drie waarden met elkaar worden vermenigvuldigd

In de voorgaande voorbeelden werden twee waarden met elkaar vermenigvuldigd of op elkaar gedeeld. We kunnen de regels voor het afronden zonder problemen uitbreiden naar gevallen met drie of meer waarden. Zie het volgende voorbeeld.

Je wilt het volume van een rechthoekige kist bepalen. Je meet de lengte, breedte en hoogte van de kist op. Je vindt de volgende afmetingen van de kist: 2,22 m bij 1,82 m bij 1,2 m.

Het volume van de kist bedraagt  $2,22 \text{ m} \times 1,82 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 4,848 \text{ m}^3$ .

Omdat de lengte en breedte drie significante cijfers hebben en de hoogte slechts twee, heeft het volume ook twee significante cijfers. Het volume is dus  $4,8 \text{ m}^3$ .

## Voorbeeld waarbij een voorvoegsel nodig is

Je wilt weten welke afstand je met je auto kunt afleggen als je gedurende 2000 seconde met een snelheid van 36 meter per seconde rijdt. De berekening gaat als volgt.

Afstand = snelheid · tijd =  $36 \text{ m/s} \cdot 2000 \text{ s} = 72000 \text{ m}$ .

Het afronden gaat weer volgens het vaste recept. De snelheid heeft 2 significante cijfers en de tijd heeft er 4. De uitkomst van de berekening heeft dus ook 2 significante cijfers. Nu hebben we echter een probleem: we kunnen de drie nullen in 72000 m natuurlijk niet zomaar weglaten. De oplossing is om de afstand in kilometer uit te drukken. We krijgen dan 72 km. Door het voorvoegsel kilo (= 1000) te gebruiken, kun je dus toch op het goede aantal significante cijfers komen.

# Opgaven bij § 4

## Opgave 1

Geef het aantal significante cijfers van de volgende meetwaarden.

88 m

2,0320 s

0,0033 kg

33,000 kg

200,002 °C

## Opgave 2

Leg uit dat 2000 m eigenlijk niet hetzelfde is als 2 km.

## Opgave 3

Nan en Jan bepalen hoe groot het vloeroppervlak van een klaslokaal is.

Nan meet als lengte 10,40 m. Jan meet als breedte 620 cm.

Bereken hoe groot het vloeroppervlak in m<sup>2</sup> dan is.

## Opgave 4

Een paard galoppeert gedurende 30 s en legt daarbij 150 m af.

Bereken de snelheid van het paard. Rond daarbij goed af.

## Opgave 5

Bereken welke afstand een fietser aflegt, als hij gedurende 5 s met een snelheid van 6 m/s rijdt. Let bij het afronden op het aantal significante cijfers.