

# Werkwijzers

[www.natuurkundecomact.nl](http://www.natuurkundecomact.nl)

- 1 Wetenschappelijke methode
- 2 Practicumverslag
- 3 Formules
- 4 Tabellen en grafieken
- 5 Rechtevenredigheid
- 6 Op zijn kop optellen



Om de natuur te begrijpen, proberen we achter haar *spelregels* of *wetten* te komen.

We laten ons leiden door de **wetenschappelijke methode**:

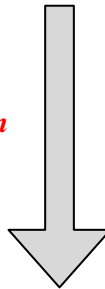
- Omdat de natuur complex is brengen we haar terug tot een overzichtelijk *experiment*.
- Hieraan doen we waarnemingen, metingen en berekeningen en noteren de resultaten in een *tabel*.
- Van die tabel tekenen we een *grafiek* en kijken of er een spelregel of wet zichtbaar wordt.
- Is dat het geval dan beschrijven we de grafiek met een wiskundige vergelijking of *formule*.



*waarnemen  
meten en rekenen*

(2hv 2.0 STOF 1)

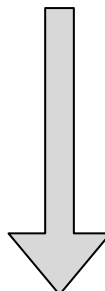
experiment



tabel

*tekenen*

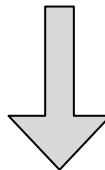
(2hv 3.0 STOF 2)



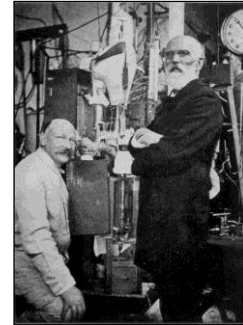
grafiek

*wiskunde*

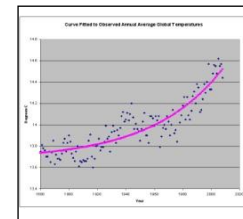
(3hv 3.0 KRACHT)



formule



Tabel van de Wet van Stefan-Boltzmann									
Temperatuur (K)	Stralingsvermogen (W/m²)	Temperatuur (K)	Stralingsvermogen (W/m²)	Temperatuur (K)	Stralingsvermogen (W/m²)	Temperatuur (K)	Stralingsvermogen (W/m²)	Temperatuur (K)	Stralingsvermogen (W/m²)
1000	56.7	1500	175.0	2000	331.7	2500	567.0	3000	872.2
1100	67.5	1600	207.0	2100	370.8	2600	649.5	3100	998.8
1200	80.8	1700	244.0	2200	414.3	2700	747.0	3200	1141.0
1300	96.8	1800	286.0	2300	462.0	2800	856.0	3300	1300.0
1400	115.8	1900	343.0	2400	514.0	2900	978.0	3400	1475.0
1500	138.3	2000	416.0	2500	571.0	3000	1115.0	3500	1668.0
1600	164.8	2100	506.0	2600	634.0	3100	1268.0	3600	1881.0
1700	196.0	2200	615.0	2700	704.0	3200	1438.0	3700	2116.0
1800	232.8	2300	745.0	2800	782.0	3300	1626.0	3800	2375.0
1900	276.0	2400	898.0	2900	869.0	3400	1833.0	3900	2660.0
2000	326.4	2500	1078.0	3000	966.0	3500	2060.0	4000	2975.0
2100	384.8	2600	1288.0	3100	1074.0	3600	2310.0	4100	3320.0
2200	451.2	2700	1532.0	3200	1194.0	3700	2585.0	4200	3700.0
2300	526.4	2800	1815.0	3300	1328.0	3800	2888.0	4300	4115.0
2400	611.2	2900	2132.0	3400	1478.0	3900	3220.0	4400	4565.0
2500	706.4	3000	2488.0	3500	1646.0	4000	3585.0	4500	5050.0
2600	812.8	3100	2888.0	3600	1832.0	4100	4085.0	4600	5575.0
2700	931.2	3200	3338.0	3700	2038.0	4200	4720.0	4700	6145.0
2800	1062.4	3300	3845.0	3800	2266.0	4300	5495.0	4800	6760.0
2900	1216.4	3400	4415.0	3900	2518.0	4400	6415.0	4900	7425.0
3000	1394.4	3500	5055.0	4000	2796.0	4500	7485.0	5000	8145.0
3100	1598.4	3600	5770.0	4100	3102.0	4600	8715.0	5100	8915.0
3200	1830.4	3700	6565.0	4200	3438.0	4700	10110.0	5200	9740.0
3300	2092.4	3800	7445.0	4300	3806.0	4800	11680.0	5300	10615.0
3400	2386.4	3900	8415.0	4400	4208.0	4900	13430.0	5400	11545.0
3500	2714.4	4000	9480.0	4500	4646.0	5000	15360.0	5500	12530.0
3600	3078.4	4100	10645.0	4600	5122.0	5100	17485.0	5600	13570.0
3700	3480.4	4200	11915.0	4700	5638.0	5200	19810.0	5700	14670.0
3800	3922.4	4300	13295.0	4800	6196.0	5300	22345.0	5800	15830.0
3900	4406.4	4400	14790.0	4900	6800.0	5400	25095.0	5900	17055.0
4000	4934.4	4500	16405.0	5000	7462.0	5500	28065.0	6000	18350.0
4100	5508.4	4600	18145.0	5100	8186.0	5600	31260.0	6100	19715.0
4200	6130.4	4700	20015.0	5200	8976.0	5700	34695.0	6200	21150.0
4300	6794.4	4800	22020.0	5300	9836.0	5800	38375.0	6300	22655.0
4400	7504.4	4900	24165.0	5400	10770.0	5900	42310.0	6400	24235.0
4500	8264.4	5000	26445.0	5500	11782.0	6000	46515.0	6500	25885.0
4600	9078.4	5100	28865.0	5600	12876.0	6100	51000.0	6600	27605.0
4700	9950.4	5200	31420.0	5700	14056.0	6200	55770.0	6700	29395.0
4800	10884.4	5300	34115.0	5800	15326.0	6300	60840.0	6800	31255.0
4900	11884.4	5400	36955.0	5900	16690.0	6400	66215.0	6900	33185.0
5000	12954.4	5500	39935.0	6000	18152.0	6500	71900.0	7000	35185.0
5100	14098.4	5600	43060.0	6100	19718.0	6600	77910.0	7100	37255.0
5200	15320.4	5700	46335.0	6200	21394.0	6700	84260.0	7200	39395.0
5300	16614.4	5800	49765.0	6300	23186.0	6800	90965.0	7300	41605.0
5400	18084.4	5900	53355.0	6400	25098.0	6900	98030.0	7400	43885.0
5500	19634.4	6000	57100.0	6500	27136.0	7000	105460.0	7500	46235.0
5600	21268.4	6100	61005.0	6600	29306.0	7100	113270.0	7600	48655.0
5700	22990.4	6200	65075.0	6700	31614.0	7200	121465.0	7700	51145.0
5800	24804.4	6300	69310.0	6800	34066.0	7300	130050.0	7800	53705.0
5900	26714.4	6400	73715.0	6900	36668.0	7400	139030.0	7900	56335.0
6000	28724.4	6500	78295.0	7000	39426.0	7500	148410.0	8000	59035.0
6100	30838.4	6600	83045.0	7100	42346.0	7600	158195.0	8100	61805.0
6200	33060.4	6700	87965.0	7200	45434.0	7700	168490.0	8200	64645.0
6300	35394.4	6800	93050.0	7300	48696.0	7800	179195.0	8300	67555.0
6400	37844.4	6900	98305.0	7400	52138.0	7900	190315.0	8400	70535.0
6500	40414.4	7000	103730.0	7500	55766.0	8000	201850.0	8500	73585.0
6600	43108.4	7100	109325.0	7600	59586.0	8100	213800.0	8600	76705.0
6700	45930.4	7200	115095.0	7700	63604.0	8200	226165.0	8700	79895.0
6800	48874.4	7300	121035.0	7800	67836.0	8300	238950.0	8800	83155.0
6900	51944.4	7400	127150.0	7900	72286.0	8400	252160.0	8900	86485.0
7000	55144.4	7500	133435.0	8000	76960.0	8500	265795.0	9000	89885.0
7100	58478.4	7600	139890.0	8100	81864.0	8600	280860.0	9100	93355.0
7200	61950.4	7700	146510.0	8200	87004.0	8700	296360.0	9200	96885.0
7300	65564.4	7800	153295.0	8300	92366.0	8800	312295.0	9300	100475.0
7400	69324.4	7900	160240.0	8400	97966.0	8900	328670.0	9400	104125.0
7500	73234.4	8000	167350.0	8500	103800.0	9000	345490.0	9500	107835.0
7600	77298.4	8100	174620.0	8600	109874.0	9100	362760.0	9600	111605.0
7700	81520.4	8200	182055.0	8700	116194.0	9200	380490.0	9700	115435.0
7800	85904.4	8300	189660.0	8800	122756.0	9300	398695.0	9800	119325.0
7900	90454.4	8400	197430.0	8900	129566.0	9400	417380.0	9900	123275.0
8000	95174.4	8500	205370.0	9000	136620.0	9500	436550.0	10000	127285.0



$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \end{aligned}$$

Bij een practicum volg je de wetenschappelijke methode. Zie WW 1.  
Er ontstaat als vanzelf een verhaal in vier hoofdstukken.  
Begin je verslag altijd met een aansprekend titelblad.

- Titel**                      *Wat is het onderwerp van je onderzoek?*  
Naam / namen  
Datum
- H1 Doel**                      *Wat wil je te weten komen?*  
Onderzoeksvraag
- H2 Methode**                      *Hoe ga je het aanpakken? Praktisch en theoretisch.*  
Materialen  
Opstelling  
(Formules)
- H3 Resultaten**                      *Wat vind je? Uitkomsten van metingen en berekeningen.*  
Tabellen  
Grafieken  
(Formules)
- H4 Conclusie**                      *Is je onderzoeksvraag beantwoord? Waarom wel / niet?*

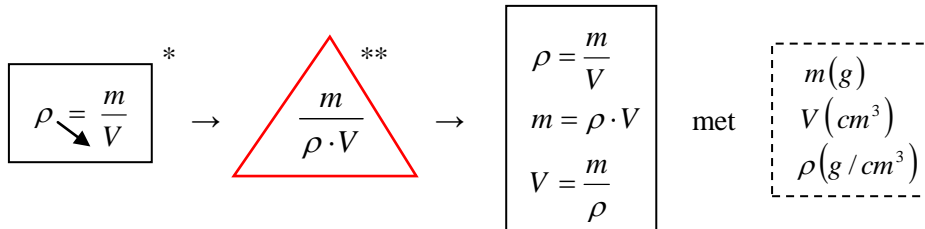
Beschrijving

Als je de natuur onderzoekt wil je haar spelregels of wetten ontdekken en opschrijven.  
Met de wiskunde als taal krijg je dan natuurkundige *vergelijkingen* die we *formules* noemen.

Gereedschap

Met formules ga je om als een timmerman met zijn gereedschap.  
Hij kent het en hij weet wanneer en hoe hij het moet gebruiken.

- **Formuledriehoek** (van 1 naar 3 formules)



- \* Verplaats de grootheid links zó naar rechts, dat hij daar samen met de twee andere een driehoek (piramide) vormt.
- \*\* Dek de te berekenen grootheid af en de twee andere tonen hoe je dat moet doen.

- **3-Stappenplan** (van formule naar uitkomst)

**Stap 1** Formule opschrijven ( gevraagde grootheid voorop zetten)  
**Stap 2** Formule invullen ( eenheden aanpassen )  
**Stap 3** Formule uitrekenen ( let op: uitkomst = getal plus eenheid )

Een voorbeeld:

Geg: Een veer met een veerconstante van 5,6 N/cm wordt 0,35 m uitgerekt.

Gevr: Hoeveel kracht is daarvoor nodig?

Opl: **Stap 1**      **Stap 2**      **Stap 3**

$$\boxed{F = C \cdot u} = 5,6 \cdot 35 = \underline{196 N}$$

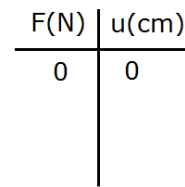
met:  
 $u = 0,35 m = 35 cm$

Grafieken maken spelregels of wetten van de natuur zichtbaar.  
 Een oud Chinees gezegde luidt, ‘Een tekening (grafiek) zegt meer dan duizend woorden (getallen)’.

**Tabellen**

**Kolommen**

- 1<sup>e</sup> Kolom: wat je kiest / instelt.
- 2<sup>e</sup> Kolom: wat je vindt / meet.

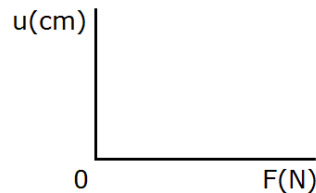


**Grafieken**

Altijd en alles met potlood.

**Assen**

- Horizontale- of x-as: wat je kiest / instelt.
- Verticale- of y-as: wat je vindt / meet.



**Schaalverdeling**

- Zo groot mogelijk.
- Grootste getallen moeten erop passen.
- Decimaal.

**Grootheden en eenheden**

Bij elke as een grootheid met - tussen haakjes - de bijbehorende eenheid.

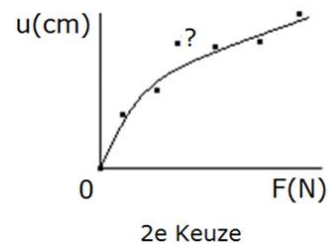
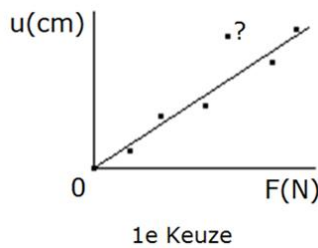
**Meetpunten**

- Eventueel onderscheiden met tekens als  $\square$   $\Delta$   $\circ$   $+$ .
- Als een punt sterk afwijkt, krijgt het een ? teken en doet het niet meer mee.

**Grafieklijn**

‘Gemiddelde lijn’ d.w.z. evenveel meetpunten boven als onder de lijn.

- 1<sup>e</sup> Keuze: rechte lijn door O (liniaal).
- 2<sup>e</sup> Keuze: kromme lijn door O (één bocht).



In paragraaf 1.3 onderzoeken we de relatie tussen de kracht  $F$  op en de uitrekking  $u$  van een veer. Dit brengt ons tot de definitie van een **rechtevenredige relatie**.

Als geldt dat

1. De $F(u)$ – grafiek is een <i>rechte lijn door de oorsprong</i> .	(liniaal)
2. Als $F$ $2x$ zo groot wordt, dan wordt $u$ ook $2x$ zo groot.	(verhoudingstabel)
3. De <i>verhouding</i> tussen $F$ en $u$ is <i>constant</i> : $\frac{F}{u} = constant$ .	(formule)

dan spreken we af dat

$F$  is rechtevenredig met  $u$

We gebruiken *rechtevenredigheid* dikwijls als **stepping stone** van *grafiek* naar *formule*:

Kijk naar je *grafiek*.

- Zie je een *rechte lijn door de oorsprong*, dan zijn de twee tegen elkaar uitgezette grootheden *rechtevenredig* met elkaar.
- Zijn twee grootheden *rechtevenredig* met elkaar, dan is hun *verhouding constant*.

Klaar is je *formule*.

Optellen

De uitkomst is **groter** dan elk van de termen.

$$x = 2 + 4 \quad \rightarrow \quad x = 6$$

Zo bereken je bijvoorbeeld de totale weerstand van een *serieschakeling* (paragraaf 4.4).

‘Op zijn kop’ optellen

De uitkomst is **kleiner** dan elk van de termen.

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \rightarrow x = \frac{4}{3} = 1,333$$

Zo bereken je bijvoorbeeld de totale weerstand van een *parallelschakeling* (paragraaf 4.4).

Vroeger kon je pas ‘op zijn kop’ optellen als je de breuken eerst gelijknamig gemaakt had. Dankzij de rekenmachine hoeft dat nu niet meer.

Een voorbeeld met de lenzenformule uit paragraaf 3.4:

Geg:  $v = 3,7 \text{ cm}$

$f = 2,5 \text{ cm}$

Gevr:  $b ?$

Opl:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$$

$$\rightarrow \frac{1}{2,5} = \frac{1}{3,7} + \frac{1}{b} \rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{2,5} - \frac{1}{3,7} = 0,130 \rightarrow \underline{b = 7,7 \text{ cm}}$$

Rekenmachine intoetsen:  
1 : 2,5 - 1 : 3,7 =

Letters naar links  
Cijfers naar rechts

Rekenmachine intoetsen:  
 $x^{-1} =$

Oefenopgave:

	f(cm)	v(cm)	b(cm)
a.	9	15	
b.		8	20
c.	7		12

Opl: a.  $b = 22,5 \text{ cm}$ ; b.  $f = 5,7 \text{ cm}$ ; c.  $v = 16,8 \text{ cm}$ .