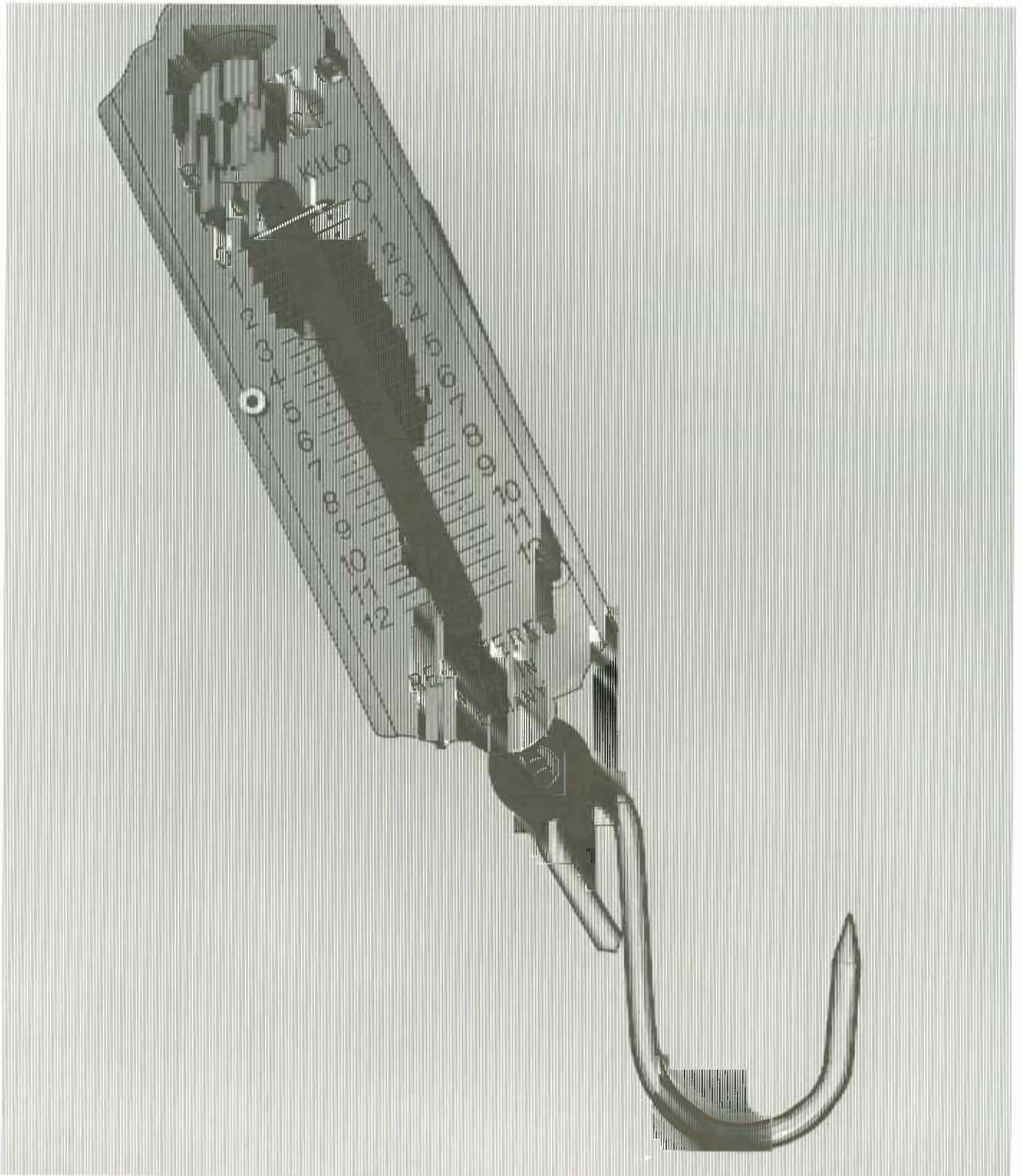


### Blok 3 | Massa, volume, dichtheid



# Blok 3 Massa, volume, dichtheid

## Inhoudsopgave basisstof

|                                      | bladzijde |
|--------------------------------------|-----------|
| P 1 Massa en volume                  | 5         |
| P 2 Welke stoffen zijn het?          | 6         |
| P 3 Het maken van een grafiek        | 7         |
| T 1 De dichtheid                     | 8         |
| T 2 Waarvoor heb je dichtheid nodig? | 9         |
| T 3 Van tabellen naar grafieken      | 9         |
| W 1 Rekenen met massa en volume      | 13        |
| W 2 Het berekenen van de dichtheid   | 13        |
| W 3 Het maken van een grafiek        | 14        |

De volgorde waarin je de paragrafen het beste kunt doorwerken is:

P 1, W 1, T 1, P 2, T 2, W 2, P 3, W 3, T 3.

## Overzicht differentiële stof

|                                | bladzijde |
|--------------------------------|-----------|
| H 1 Dichtheid en evenredigheid | 16        |
| H 2 Tabellen en grafieken      | 18        |
| H 1 Antwoordblad               | 22        |
| H 2 Antwoordblad               | 23        |

Hieronder staan de extra stof bladen, die je kunt doen na dit blok.

Wil je meer weten over de inhoud van deze bladen, lees dan de catalogus voor de extra stof.

### Extra stof die in de klas aanwezig is

|    |                              |
|----|------------------------------|
| 10 | Dichtheid, wat heb je eraan? |
| 50 | Het weer, Deel 3.            |
| 55 | Sterrekunde, Deel 2.         |

## Blok 3 Leerdoelen

### Wat je moet kunnen aan het eind van blok 3

#### A. Wat je moet weten om aan blok 3 te kunnen beginnen

Te vinden in:

- 1  
Je moet weten wat er wordt bedoeld met de massa van een voorwerp.
- 2  
Je moet weten wat er wordt bedoeld met het volume van een voorwerp.
- 3  
Je moet de massa en het volume van een voorwerp kunnen meten.
- 4  
Je moet weten wanneer we een eigenschap van een voorwerp een „stofeigenschap” noemen.

**blok 1**  
**blok 1**  
**blok 1**  
**blok 1**

#### B. Wat je moet kunnen aan het einde van blok 3

- 5  
Je moet weten wat we verstaan onder dichtheid.
- 6  
Je moet de eenheid van dichtheid kennen.
- 7  
Als je de massa en het volume van een voorwerp kent, moet je de dichtheid kunnen berekenen van de stof waarvan dat voorwerp is gemaakt.
- 8  
Je moet weten hoe je kunt bepalen van welke stof een voorwerp is gemaakt.
- 9  
Je moet, volgens de regels uit T 3, een tabel kunnen maken van de meetwaarden van een proef.
- 10  
Je moet, volgens de regels uit T 3, een grafiek kunnen maken van de meetwaarden van een proef.
- 11  
Je moet uit een grafiek kunnen aflezen welke waarden beide grootheden hebben op elk punt van de grafiek.
- 12  
Je moet uit een grafiek kunnen aflezen welke waarde de ene grootheid heeft, als je de waarde van de andere grootheid kent.
- 13  
Je moet weten wat het betekent als twee grootheden evenredig zijn.
- 14  
Je moet uit de grafiek tussen twee grootheden kunnen aflezen of de grootheden evenredig zijn.

**T1, W1**  
**T1**  
**T1, P2, W2**  
**P2, T2**  
**T3**  
**T3**  
**T3**  
**T3**  
**T3**



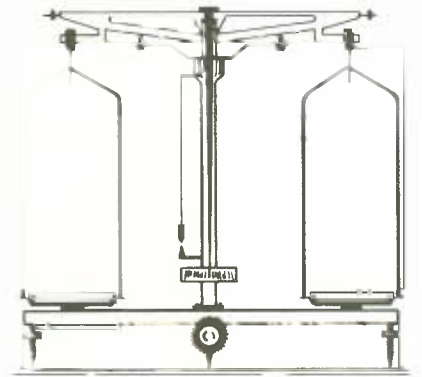
# Blok 3 Praktikum

## P 1 Massa en volume

1

De massa van een voorwerp bepalen we met een balans.  
We gaan de massa bepalen van verschillende voorwerpen.  
Schrijf de gegevens op in de tabel hieronder.

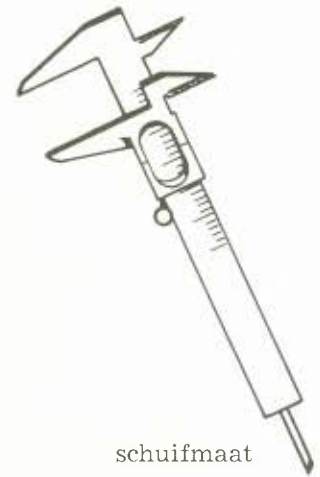
| voorwerp        | massa (in gram) |
|-----------------|-----------------|
| aluminium groot |                 |
| aluminium klein |                 |
| messing groot   |                 |
| messing klein   |                 |
| ijzer           |                 |
| hout            |                 |



2

We gaan nu van dezelfde voorwerpen het volume bepalen.  
Je moet zelf kiezen of je dit met een schuifmaat of een maatcilinder doet.  
Schrijf de gegevens op in de tabel hieronder.

| voorwerp        | volume (in cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------|------------------------------|
| aluminium groot |                              |
| aluminium klein |                              |
| messing groot   |                              |
| messing klein   |                              |
| ijzer           |                              |
| hout            |                              |



schuifmaat

Welke stof is het zwaarst ?

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

3

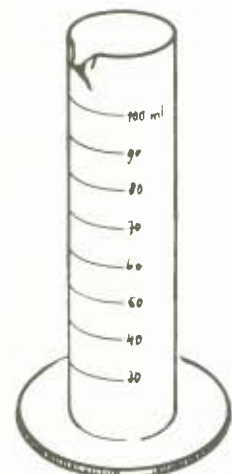
We bepalen ook de massa en het volume van een aantal vloeistoffen.

| vloeistof | massa (in gram) | volume (in cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|-----------------|------------------------------|
| water     |                 |                              |
| spiritus  |                 |                              |
| glycerol  |                 |                              |

Kontroleer na afloop of je alle gegevens hebt ingevuld.  
Je moet ze in de volgende les gebruiken bij berekeningen.

Welke vloeistof is het zwaarst ?

|  |
|--|
|  |
|  |



maatglas

## P 2 Welke stoffen zijn het ?

Bepaal van zes blokjes de massa en het volume.

Bereken daarna de dichtheid.

Bepaal daarna met behulp van de tabel van dichtheden welke stoffen het zijn.

De blokjes zijn allemaal van dezelfde kleur om ervoor te zorgen dat je ze niet herkent.

| blokje | massa<br>(gram) | volume<br>(cm <sup>3</sup> ) | dichtheid<br>( $\frac{g}{cm^3}$ ) | de stof is |
|--------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1      |                 |                              |                                   |            |
| 2      |                 |                              |                                   |            |
| 3      |                 |                              |                                   |            |
| 4      |                 |                              |                                   |            |
| 5      |                 |                              |                                   |            |
| 6      |                 |                              |                                   |            |

**Tabel**

| stof         | dichtheid<br>in $\frac{g}{cm^3}$ |
|--------------|----------------------------------|
| Alkohol      | 0,79                             |
| Aluminium    | 2,7                              |
| Benzine      | 0,75                             |
| Goud         | 19,3                             |
| Glycerol     | 1,26                             |
| Hout (eike-) | 0,8                              |
| (vure-)      | 0,6                              |
| Keukenzout   | 2,17                             |
| Koper        | 8,9                              |
| Kurk         | 0,24                             |
| Kwik         | 13,5                             |
| Lood         | 11,3                             |
| Lucht        | 0,0013                           |
| Messing      | 8,5                              |
| Olie         | 0,8 (afgerond)                   |
| Paraffine    | 0,89                             |
| Perspex      | 1,2                              |
| Platina      | 21,4                             |
| Spiritus     | 0,8                              |
| Tetra        | 1,6                              |
| Water        | 1,0                              |
| IJs (0°C)    | 0,9                              |
| IJzer        | 7,9                              |
| Zeewater     | 1,03                             |
| Zink         | 7,1                              |

## P 3 Het maken van een grafiek

In dit praktikum ga je werken met verschillende blokjes van **dezelfde stof**.

Bepaal van deze blokjes de massa en het volume.

Vul deze gegevens in onderstaande tabel in en maak de tabel af.

Vul ook de juiste eenheden in.

| Blokje | massa in<br>..... | volume in<br>..... | dichtheid in<br>..... | de stof is |
|--------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 1      |                   |                    |                       |            |
| 2      |                   |                    |                       |            |
| 3      |                   |                    |                       |            |
| 4      |                   |                    |                       |            |
| 5      |                   |                    |                       |            |
| 6      |                   |                    |                       |            |

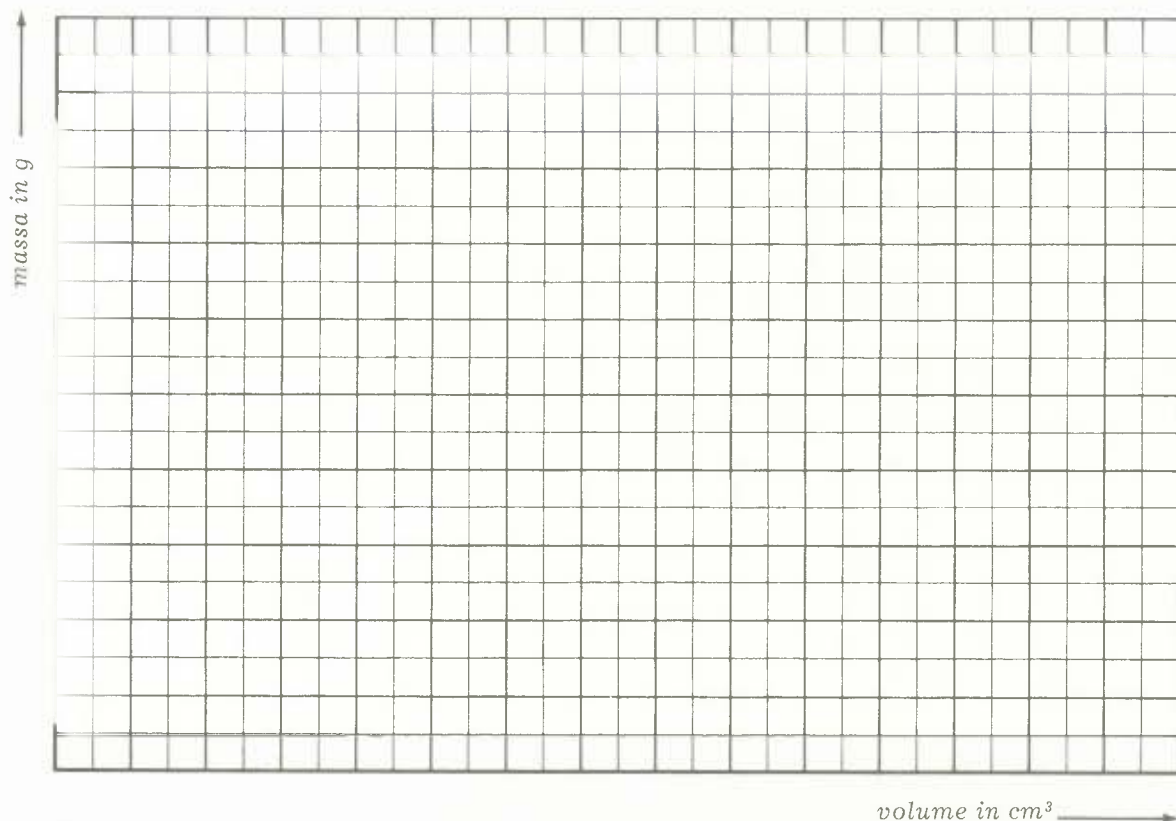
Van de gegevens van massa en volume ga je een grafiek maken op het roosterpapier hieronder.

Het volume zet je horizontaal uit in kubieke centimeters.

De massa zet je vertikaal uit in grammen.

Let op: **je moet nu zelf de schaalverdeling maken.**

Kies de schaalverdeling zó, dat je de gegevens van alle zes blokjes op het roosterpapier kunt zetten.



Teken zo goed mogelijk één rechte lijn door de kruisjes heen.

# Blok 3 Theorie

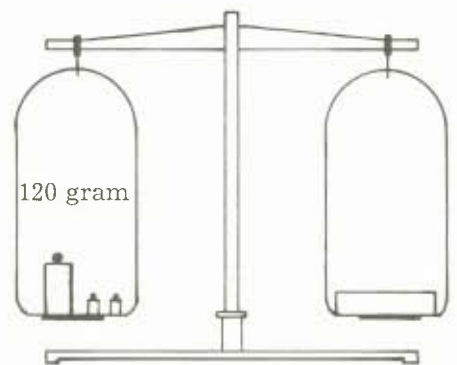
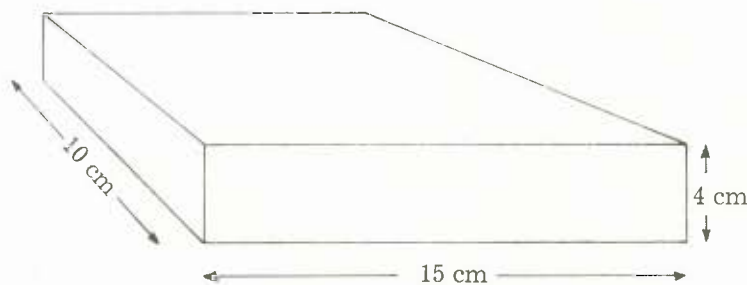
## T 1 De dichtheid

In W 1 heb je het aantal gram en het aantal kubieke centimeter bepaald. Beide hebben te maken met de dichtheid. De dichtheid van een stof betekent: het aantal gram in één kubieke centimeter van die stof.

Dichtheid is een stofeigenschap. Het geeft aan hoeveel gram één kubieke centimeter van een stof bevat. Zo zijn stukjes aluminium van  $1 \text{ cm}^3$  even zwaar. Alle stukjes ijzer van  $1 \text{ cm}^3$  zijn ook even zwaar. Maar een stukje ijzer van  $1 \text{ cm}^3$  is zwaarder dan een stukje aluminium van  $1 \text{ cm}^3$ . De dichtheid van ijzer is dus groter dan de dichtheid van aluminium. Een groot stuk aluminium en een klein stuk aluminium hebben dezelfde dichtheid. Want als je kijkt naar  $1 \text{ cm}^3$  van beide stukken, dan zijn ze even zwaar.

Om de dichtheid van een stof te kunnen berekenen heb je dus de massa en het volume nodig.

We berekenen de dichtheid van onderstaand stuk kurk.



De massa is 120 gram.

Het volume is lengte x breedte x hoogte, is  $15 \times 10 \times 4 = 600 \text{ cm}^3$

De dichtheid:  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{120 \text{ g}}{600 \text{ cm}^3} = \frac{120 \text{ g}}{600 \text{ cm}^3} = 0,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

De dichtheid van kurk is 0,2 gram in  $1 \text{ cm}^3$ .

We zeggen ook wel: de dichtheid van kurk is 0,2 gram per  $\text{cm}^3$ .

Voor de massa gebruiken we de afkorting m.

Voor het volume gebruiken we de afkorting V.

Voor de dichtheid gebruiken we de afkorting  $\rho$  (de griekse letter ro).

Dichtheid =  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$  kunnen we korter schrijven als  $\rho = \frac{m}{V}$

Om de dichtheid te berekenen moet je dus

het aantal gram delen door het aantal kubieke centimeter.





## T 2 Waarvoor heb je de dichtheid nodig?

Dichtheid kun je gebruiken om op te sporen met welke stof je te doen hebt.

In het dagelijks leven kennen we een aantal stoffen die zuiver zijn, zoals goud, koper, water en zout.

Ook kennen we een aantal stoffen die mengsels zijn van zuivere stoffen, zoals brons, staal, melk, zout water en lucht.

In P 2 hebben we een proef gedaan, waarbij bleek dat je een aantal stoffen in de tabel kon opzoeken.

In de tabel zie je ook messing staan.

Messing is een mengsel van koper en zink.

Daarom vind je voor messing een dichtheid, die tussen de dichtheid van koper en de dichtheid van zink in ligt.

Als je een „gouden” armband hebt, waarvan na meting blijkt dat de dichtheid maar  $10,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  is, dan zijn er twee mogelijkheden:

1. de armband is hol van binnen, waardoor het volume van het goud verkeerd is gemeten.
2. de armband is niet van zuiver goud, maar er zit ook een andere stof in, bijvoorbeeld ijzer.

Je ziet dat je de grootheid dichtheid kunt gebruiken om te controleren of voorwerpen van een zuivere stof gemaakt zijn of niet.



*wou je nu nog beweren dat het een massief gouden armband is . . . ?*

## T 3 Van tabellen naar grafieken

In de natuurkunde bestuderen we voortdurend veranderingen.

In het voorbeeld van W 3 zie je dat de grootheden tijd en afstand steeds veranderen.

Door beide grootheden te meten krijgen we een serie getallenparen. Deze getallenparen leggen de verandering vast.

De bedoeling van dit theorieblad is, dat je de punten 1, 2 en 3 **rustig doorleest**. Punt 4 van dit blad moet je leren.

### 1

#### Tabellen

We kunnen de grootheden die we meten naast elkaar opschrijven. De getallen die we vinden bij het meten noemen we de meetwaarden. Als we vervolgens de meetwaarden onder de grootheden zetten krijgen we een tabel.

#### Regels voor het maken van een tabel.

1. Naast elkaar schrijven we de **grootheden** die we gaan meten, zoals temperatuur en lengte.  
De **eenheden** die we gebruiken zetten we er bij.
2. Daaronder schrijven we de **meetwaarden**, per grootte in één kolom.
3. We doen dit zo, dat voor de verschillende grootheden de meetwaarden die bij elkaar horen, naast elkaar staan.

**Voorbeeld:** Verhitten van een metalen staaf.  
 De grootte die verandert is de lengte.  
 De grootte die hiervoor verantwoordelijk is, is de temperatuur.  
 We meten steeds de lengtetoeename van deze staaf bij een bepaalde temperatuur. De meetwaarden staan in onderstaande tabel.

| temperatuur in °C | lengtetoeename in cm |                |
|-------------------|----------------------|----------------|
| 0                 | 0,0                  | eerste meting  |
| 10                | 0,6                  |                |
| 20                | 1,2                  |                |
| 30                | 1,9                  |                |
| 40                | 2,4                  |                |
| 50                | 2,9                  | laatste meting |

## 2 Grafieken

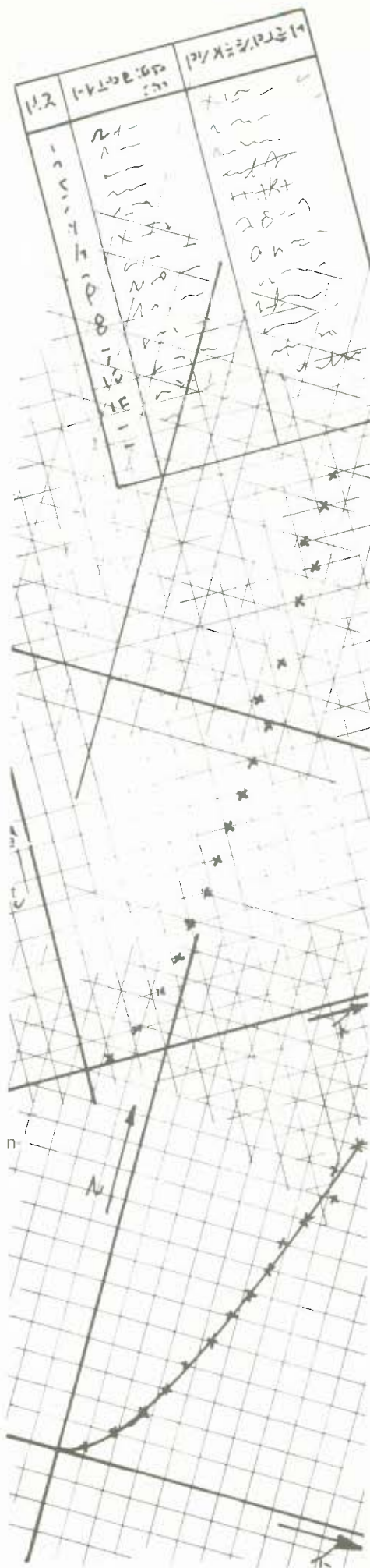
Vaak maken we met de gegevens uit een tabel ook nog een grafiek. Waarom we dit doen, zul je verderop lezen.

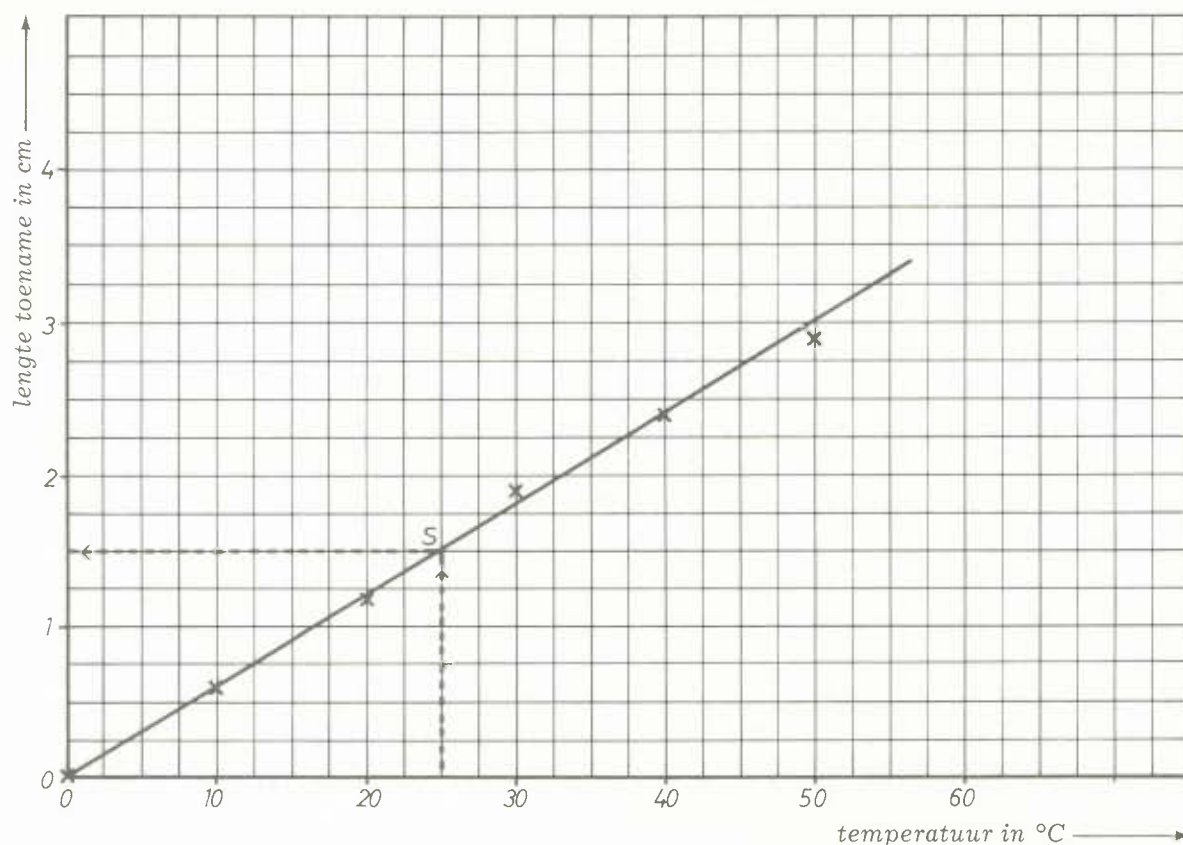
### Regels voor het maken van een grafiek

1. Teken een **horizontale** en een **vertikale** as; beide minstens 10 cm. lang.
2. Breng op beide assen een **schaalverdeling** aan. Let daarbij op de volgende punten:
  - het komt vaak voor dat we bij een proef één grootte zelf veranderen en we een andere grootte meten.  
**De grootte die we zelf veranderen zetten we op de horizontale as.**
  - Kies de schaalverdeling zó, dat je met je gegevens uit de tabel het hele roosterpapier gebruikt.
  - Langs de assen schrijven we alleen gehele getallen, ook als de meetwaarden geen gehele getallen zijn.
  - Bij elke as schrijven we wat we erop uitgezet hebben en welke eenheid we gebruiken.
3. Zet de meetwaarden als punten (kruisjes) op het roosterpapier. Die punten heten meetpunten. Teken de meetpunten met een potlood.
4. Trek door de meetpunten met potlood een vloeiende lijn, of, als het mogelijk is, een rechte lijn die zo dicht mogelijk bij de meetpunten aansluit.

### Voorbeeld:

We zetten de meetwaarden van de vorige tabel uit in een grafiek. De grootte die we zelf veranderen is de temperatuur. Deze zetten we dus horizontaal. De lengtetoeename dan vertikaal.





#### De schaalverdelingen

Op de horizontale as komt 1 cm overeen met  $5^{\circ}\text{C}$ .

Op de verticale as komt 1 cm overeen met 0,5 cm lengtetoename.

#### De grafiek

Op het roosterpapier hebben we eerst de 6 meetpunten neergezet.

Deze meetpunten vonden we bij de temperaturen 0, 10, 20, 30, 40 en  $50^{\circ}\text{C}$ .

Als we andere temperaturen hadden gemeten bijvoorbeeld tussen 30 en  $40^{\circ}\text{C}$ , dan hadden we net zo goed een lengtetoename gevonden. In ons voorbeeld een toename van 1,9 naar 2,4 cm.

We mogen dus een lijn trekken door de meetpunten. We verwachten dat als we een meting doen bij een willekeurige temperatuur, het meetpunt op de lijn komt te liggen.

De lijn geeft de relatie weer tussen de lengtetoename en de temperatuur.

We noemen deze lijn de **grafiek**.

Let op: **in de natuurkunde is een grafiek altijd een vloeiende lijn.**

In het voorbeeld neemt de lengte van de metalen staaf regelmatig toe en niet met horten en stoten.

3

#### Wat kunnen we uit een grafiek aflezen?

In de grafiek is duidelijk te zien hoe de grootte lengtetoename verandert, als de temperatuur verandert. Met andere woorden:

Een grafiek laat duidelijk zien hoe twee grootheden van elkaar afhangen.

Zo kunnen we uit onze grafiek ook aflezen hoe groot de lengtetoename is bij bijvoorbeeld  $25^{\circ}\text{C}$ . We hoeven daarvoor geen speciale meting meer te doen.

Bij  $25^{\circ}\text{C}$  op de horizontale as is een stippellijn naar boven getekend, die de grafiek snijdt in S.

Als je nu vanuit S naar de verticale as gaat, dan vind je de bijbehorende lengtetoename. Deze is dus 1,5 cm bij  $25^{\circ}\text{C}$ .



**Evenredigheid**

De grafiek die we gevonden hebben, is een rechte lijn door de oorsprong.

Als je in de tabel kijkt, dan zie je:

bij  $10^{\circ}\text{C}$  neemt de lengte toe met 0,6 cm;

bij  $20^{\circ}\text{C}$  neemt de lengte toe met 1,2 cm;

bij  $40^{\circ}\text{C}$  neemt de lengte toe met 2,4 cm.

Dus bij  $20^{\circ}\text{C}$  is de toename 2x zo groot als bij  $10^{\circ}\text{C}$ .

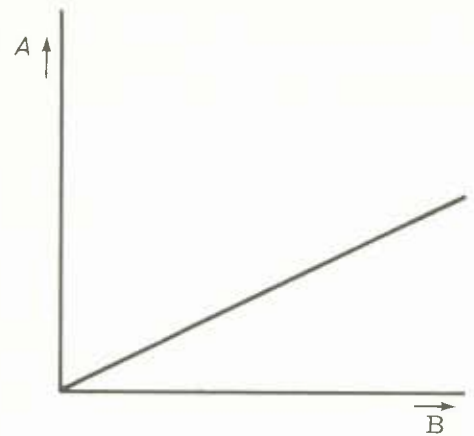
en bij  $40^{\circ}\text{C}$  is de toename 4x zo groot als bij  $10^{\circ}\text{C}$ .

We zeggen dat de lengte **toename** evenredig is met de temperatuur.

Dit betekent:

als de temperatuur 2x zo hoog wordt, wordt de lengtetoe name ook 2x zo groot;

als de temperatuur 3x zo hoog wordt, wordt de lengtetoe name ook 3x zo groot, enzovoort.



A is evenredig met B

**Wanneer zijn twee grootheden evenredig?**

Twee grootheden zijn evenredig, als

- de ene grootheid 2x, of 3x, of 4x zo groot wordt, dan wordt de andere grootheid ook 2x, of 3x, of 4x zo groot.
- hun grafiek een rechte lijn is door de oorsprong.

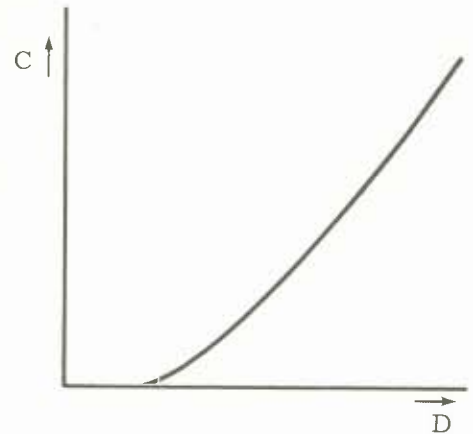
**Voorbeelden van evenredige grootheden**

- a. In blok 2 hebben we een grafiek gezien, die een rechte lijn is door de oorsprong. In P 3 van blok 2 deden we proeven met een veer.

We bekeken de kracht op een veer en de bijbehorende uitrekking.

Deze twee grootheden (kracht en uitrekking) zijn dus evenredig.

Maakten we de kracht bijvoorbeeld 5x zo groot, dan werd de uitrekking ook 5x zo groot.



C is NIET evenredig met D

- b. Ook in P 3 van dit blok ben je twee evenredige grootheden tegengekomen.

Als je een 2x zo grote massa neemt van een bepaalde stof, dan wordt het bijbehorende volume ook 2x zo groot.

De grafiek tussen massa en volume wordt in dat geval een rechte lijn door de oorsprong.

- c. In W 3 van dit blok ben je nog twee evenredige grootheden tegengekomen.

Een auto rijdt met een konstante snelheid van 16 meter in elke seconde.

In 2 seconde rijdt hij dus 32 meter.

In 8 seconde rijdt hij dan  $8 \times 16 = 128$  meter.

Als je de tijd 4x zo groot maakt wordt de afstand ook 4x zo groot.

Tijd en afstand zijn in dit voorbeeld evenredige grootheden.

De grafiek tussen afstand en tijd wordt dan ook een rechte lijn door de oorsprong.



## Blok 3 Werkblad

### W 1 Rekenen met massa en volume

Je kent waarschijnlijk wel het raadsel: wat is zwaarder één kilogram lood of één kilogram veren?

Het antwoord is: even zwaar, want je hebt van beide één kilogram. Toch vergissen veel mensen zich, omdat ze denken aan eenzelfde volume lood als veren. 1 dm<sup>3</sup> lood is inderdaad veel zwaarder dan 1 dm<sup>3</sup> veren.

Om onderling verschillende stoffen te vergelijken kunnen we het beste opgeven hoeveel gram er in één kubieke centimeter van zo'n stof zit. In P 1 hebben we de massa en het volume van een aantal voorwerpen en vloeistoffen bepaald. Deze bestaan allemaal uit een bepaalde stof. Om deze stoffen te kunnen vergelijken, bepalen we **het aantal grammen in 1 cm<sup>3</sup> van elke stof**.

#### Een voorbeeld.

46 cm<sup>3</sup> keukenzout heeft een massa van 100 gram.

Hoeveel gram zit er dan in 1 cm<sup>3</sup>?

Of anders opgeschreven:    in 46 cm<sup>3</sup>    100 gram  
   in 1 cm<sup>3</sup>    ? gram

Om op 1 cm<sup>3</sup> te komen, moet je het aantal cm<sup>3</sup> delen door 46.

Het aantal grammen in 1 cm<sup>3</sup> krijg je dan door 100 ook te delen door 46.

In 1 cm<sup>3</sup> zit dus  $\frac{100}{46}$  gram = 2,17 gram.

**Je moet dit nu zelf uitrekenen voor alle stoffen uit P 1.**

| stof            | aantal grammen | aantal cm <sup>3</sup> | aantal grammen in 1 cm <sup>3</sup> |
|-----------------|----------------|------------------------|-------------------------------------|
| aluminium groot |                |                        |                                     |
| aluminium klein |                |                        |                                     |
| messing groot   |                |                        |                                     |
| messing klein   |                |                        |                                     |
| ijzer           |                |                        |                                     |
| hout            |                |                        |                                     |
| water           |                |                        |                                     |
| spiritus        |                |                        |                                     |
| glycerol        |                |                        |                                     |

*nou, een kilo  
veren is ook niet niks . . .*



### W 2 Het berekenen van de dichtheid

1

Volgens T 1 is de dichtheid van een stof het aantal ..... in één ..... van die stof.

2

Als we willen weten of de ene stof zwaarder is dan de andere dan vergelijken we dus hun .....

3

Een stuk messing heeft een volume van 10 cm<sup>3</sup> en een massa van 81 g. Wat is de dichtheid van het messing? .....

4

Een stuk aluminium met een volume van 30 cm<sup>3</sup> heeft een massa van 81g. Wat is de dichtheid van aluminium?

5

Welke stof heeft de grootste dichtheid, messing of aluminium?

6

Als we dus zeggen dat messing zwaarder is dan aluminium bedoelen we: de ..... van messing is groter dan de ..... van aluminium. Ofwel 1 ..... messing heeft een grotere ..... dan 1 ..... aluminium.

7

Bereken de dichtheid van de koperen sleutel.  
In figuur 1 kun je het volume aflezen.  
In figuur 2 kun je de massa aflezen.

8

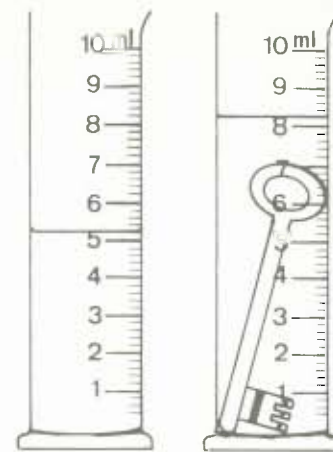
Een blokje ijzer van 12 gram heeft een volume van  $1,5 \text{ cm}^3$ .

- Bereken de dichtheid.
- Uit dit blokje maakt men een spijker. Hoe groot is de dichtheid van deze spijker?
- Men kan uit het blokje ook twee kleine spijkers maken. Hoe groot is de dichtheid van elke spijker?

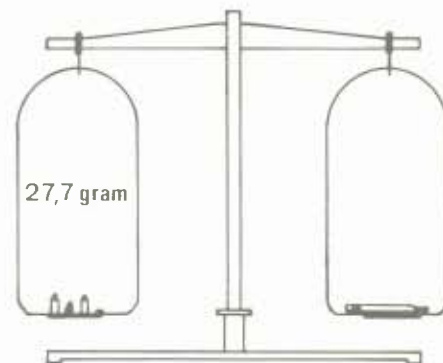
9

Je bepaalt van een „gouden” armband de dichtheid en vindt  $10,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Waarom kun je konkluderen dat deze armband misschien hol is van binnen?



figuur 1



figuur 2

## W 3 Het maken van een grafiek

1

Een auto rijdt op een weg met een snelheid van 16 meter in elke seconde. In tabel 1 hiernaast staat de afstand die de auto aflegt en de tijd die hij daarvoor nodig heeft.

- Maak van de gegevens uit de tabel een grafiek op de volgende bladzijde. (grafiek 1).  
De tijd zet je horizontaal in seconde.  
De afstand zet je vertikaal in meter.
- Lees uit de grafiek af wat de afstand is na 6 s, 10 s en 20 s?  
— Wat is de tijd bij een afstand van 48 m, 176 m, 200 m?
- Hoe komt het dat de grafiek tussen tijd en afstand in dit voorbeeld een rechte lijn is?

2

Een auto rijdt op een weg en gaat steeds harder rijden.  
In tabel 2 hiernaast staat de afstand die de auto aflegt en de tijd die hij daarvoor nodig heeft.

- Maak van de gegevens uit de tabel een grafiek op de volgende bladzijde. (grafiek 2).  
De tijd zet je weer horizontaal en de afstand vertikaal.
- Lees uit de grafiek af wat de afstand is na 3 s, 7 s en 14 s?  
— Wat is de tijd bij een afstand van 48 m, 176 m, 200 m?
- Hoe komt het dat de grafiek tussen tijd en afstand in dit voorbeeld geen rechte lijn is?

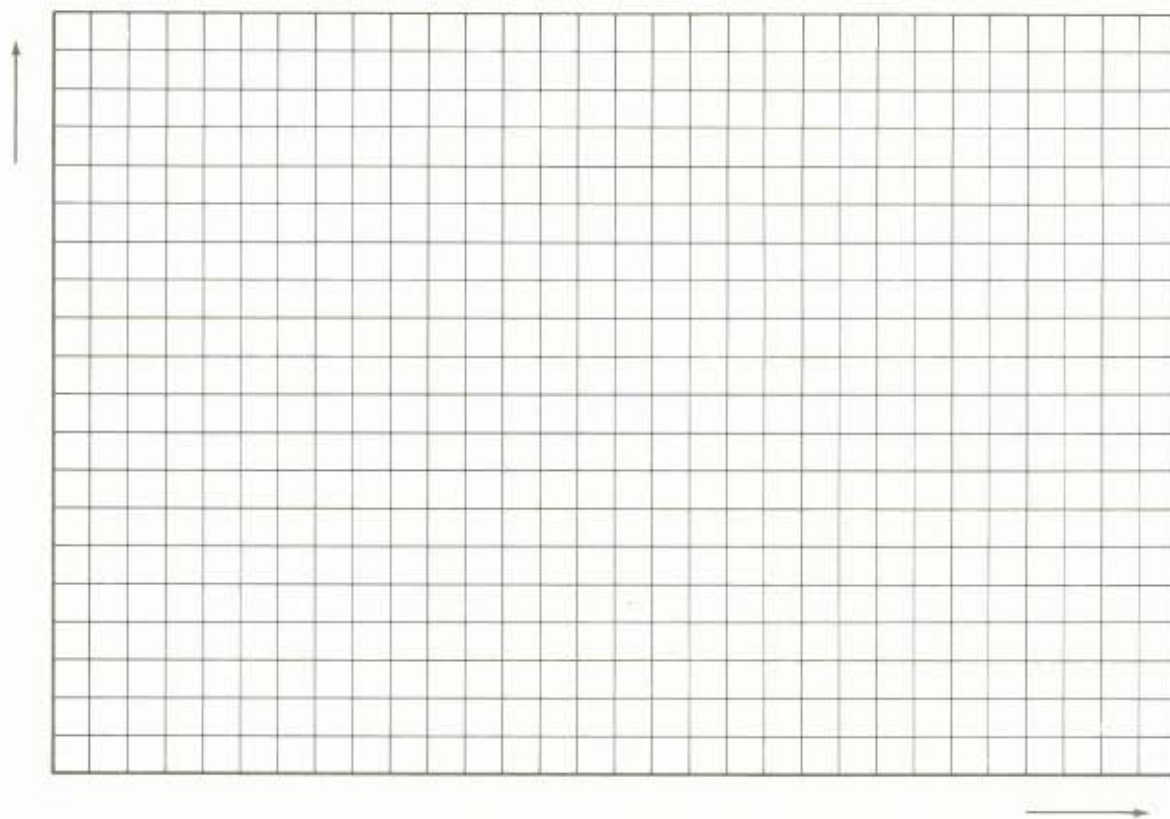
tabel 1

| tijd in seconde | afstand in meter |
|-----------------|------------------|
| 2               | 32               |
| 5               | 80               |
| 8               | 128              |
| 15              | 240              |
| 22              | 352              |

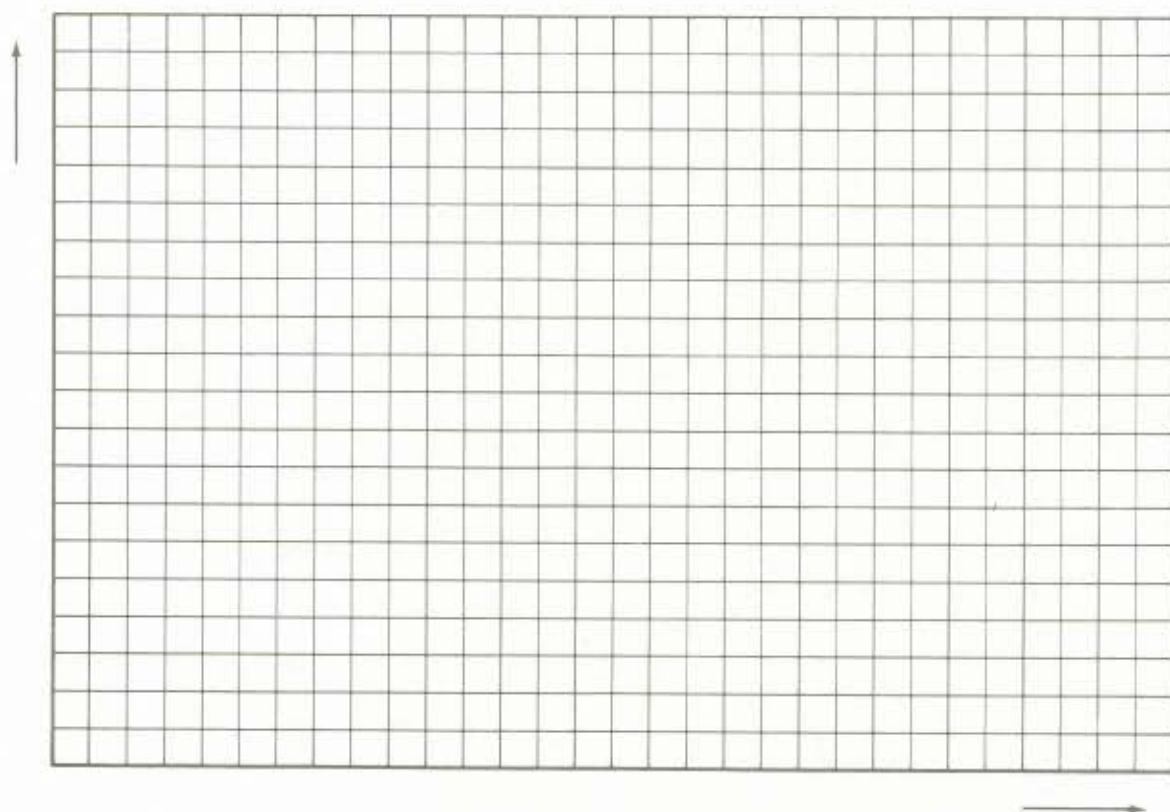
tabel 2

| tijd in seconde | afstand in meter |
|-----------------|------------------|
| 2               | 4                |
| 5               | 25               |
| 8               | 64               |
| 11              | 121              |
| 15              | 225              |

grafiek 1



grafiek 2



## H 1 Dichtheid en evenredigheid

1

Vele mensen trappen altijd weer in het grapje: „Wat heeft een groter gewicht: 1 kg lood of 1 kg veren?

Dat komt omdat we altijd zeggen dat veren lichter zijn dan lood.

Is het waar dat veren lichter zijn dan lood? .....

2

Wat is zwaarder 1 dm<sup>3</sup> lood of 1 dm<sup>3</sup> veren? .....

3

Om de massa van twee stoffen eerlijk te vergelijken moet je van die stoffen gelijke ..... vergelijken.

4

Volgens T 1 is de dichtheid van een stof het aantal ..... in één ..... van die stof.

5

Als we twee stoffen willen vergelijken, wat betreft hun „zwaarte”, vergelijken we dus hun .....

6

Als een stuk messing een volume heeft van 10 cm<sup>3</sup> en een massa van 81 g dan is de dichtheid van messing ..... g per cm<sup>3</sup>.

7

Als een stuk aluminium een volume heeft van 30 cm<sup>3</sup> en een massa van 81 g dan is de dichtheid van aluminium dus .....

8

Welke stof heeft de grootste dichtheid messing of aluminium? .....

9

Als we zeggen dat messing zwaarder is dan aluminium bedoelen we:

de ..... van messing is groter dan de ..... van aluminium. Ofwel 1 ..... messing heeft een grotere ..... dan 1 ..... aluminium.

10

Als je een dobbelsteen van 1 cm<sup>3</sup> wilt maken met een zo'n klein mogelijke massa, dan maak je hem van ..... (zie tabel P 2).

11

Iemand doet de volgende vier beweringen:

1. Massa is een voorwerpseigenschap.
2. Massa is een stofeigenschap.
3. Dichtheid is een voorwerpseigenschap.
4. Dichtheid is een stofeigenschap.

Hij heeft gelijk met de beweringen: .....

### Het meten van de dichtheid

Als je de dichtheid van een stof wilt bepalen, neem je een voorwerp dat van deze stof is gemaakt.

Van dit voorwerp meet je dan ..... en .....

De dichtheid kun je daarna berekenen door .....



*En hoe is het als de  
kip nog aan de veren zit?*



Kies nu zelf twee voorwerpen (bijvoorbeeld iets uit je pennentas of vraag anders iets aan je leraar) en bepaal de dichtheid van de stoffen, waaruit deze voorwerpen zijn gemaakt. Zet je gegevens in de tabel hieronder.

|            |  |  |
|------------|--|--|
| voorwerp 1 |  |  |
| voorwerp 2 |  |  |

12

Een voorwerp heeft een massa van 48 gram en een volume van 200 cm<sup>3</sup>.

Bereken de dichtheid.

Dichtheid betekent het aantal ..... in ..... cm<sup>3</sup>.

Er zit 48 gram in 200 cm<sup>3</sup>.

Er zit dan ..... gram in 1 cm<sup>3</sup>.

De dichtheid is dus .....

Je ziet dat de dichtheid van een stof best kleiner dan 1 kan zijn.

Dit betekent dat de massa van 1 cm<sup>3</sup> kleiner is dan 1 gram.

|      |                     |
|------|---------------------|
| 48 g | 200 cm <sup>3</sup> |
| ? g  | 1 cm <sup>3</sup>   |

13

Twee grootheden zijn evenredig. Dat betekent dat wanneer ze de ene grootheid ..... maken de andere grootheid ook .....

14

Zijn leeftijd en schoenmaat twee evenredige grootheden?

Verklaar je antwoord.

15

Zijn massa en volume twee evenredige grootheden?

Laten we een voorbeeld nemen.

270 gram aluminium heeft een volume van 100 cm<sup>3</sup>.

Dan heeft 540 gram aluminium een volume van ..... cm<sup>3</sup>.

En 1080 gram aluminium een volume van ..... cm<sup>3</sup>.

Massa en volume zijn dus evenredige grootheden.

Wordt de ene ..... dan wordt de ander .....

16

Met de gegevens uit vraag 15 kun je hieronder een grafiek maken.

Schrijf de gegevens eerst overzichtelijk op in de tabel 1.

17

Neem een willekeurig punt op deze grafiek.

De bijbehorende massa is ..... gram.

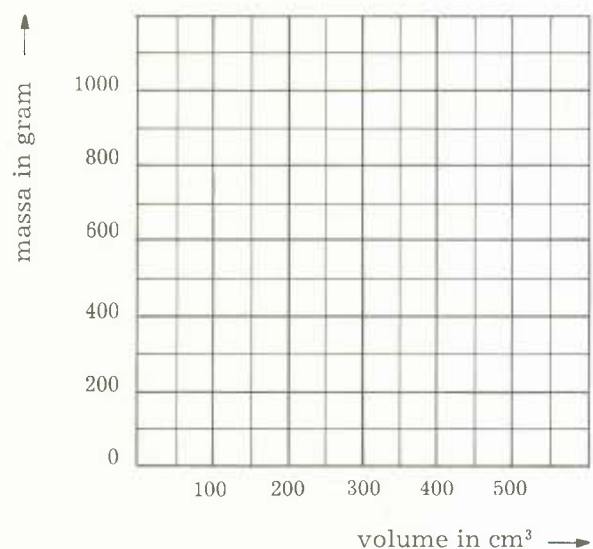
Het bijbehorende volume is ..... cm<sup>3</sup>.

De dichtheid van de stof kun je nu berekenen, deze is .....

De grafiek van twee evenredige grootheden is altijd een rechte lijn door de oorsprong.

Tabel 1

| volume<br>(in cm <sup>3</sup> ) | massa<br>(in gram) |
|---------------------------------|--------------------|
| 0                               |                    |
| 100                             |                    |
| 200                             |                    |
| 300                             |                    |
| 400                             |                    |



## H 2 Tabellen en grafieken

Tabellen en grafieken worden vaak gebruikt, niet alleen in de natuurkunde. Het is belangrijk om goed te weten hoe je ze maakt, waarom dat zo moet en hoe je ze kunt gebruiken.

### 1. Tabellen

We doen een proef waarbij we een hele reeks metingen doen. We krijgen dan veel **meetwaarden** (uitkomsten van metingen). We noteren die meetwaarden in een **tabel**. Zo krijgen we **paren** van getallen, waaraan we kunnen zien wat er veranderde en hoe.

#### Voorbeeld:

Iemand wil weten hoe op een bepaalde dag de temperatuur van de buitenlucht verandert. Hij kijkt elke twee uur op zijn thermometer en noteert dan de tijd en de temperatuur in de volgende tabel:

Tabel 1:

| tijd<br>(in uur) | temperatuur<br>buitenlucht<br>(in °C) |
|------------------|---------------------------------------|
| 8.00             | 4,9                                   |
| 10.00            | 8,2                                   |
| 12.00            | 15,3                                  |
| 14.00            | 15,5                                  |
| 16.00            | 13,7                                  |
| 18.00            | 7,8                                   |
| 20.00            | 5,3                                   |

#### Toelichting:

in de **eerste kolom** (de getallen in het linker vak) staan de tijdstippen waarop gekeken werd op de thermometer. Daarnaast staan, in de **tweede kolom** (de getallen in het rechter vak), de waarden voor de temperatuur die op die tijdstippen werden afgelezen.

Dus: Om acht uur 's morgens (8.00 uur) was de buitentemperatuur 4,9°C.  
Om twee uur 's middags (14.00 uur) was de buitentemperatuur 15,5 °C.

#### Vraag 1:

Hoe hoog was de buitentemperatuur om zes uur 's avonds (18.00 uur)?

In een tabel kun je ook **berekeningen** doen. Dit zullen we met ons voorbeeld duidelijk maken:

Als we behalve een thermometer buiten er ook één in de klas hebben en we elke twee uur van beide thermometers de temperatuur aflezen, dan krijgen we de volgende tabel (met drie kolommen):

Tabel 2:

| Tijd<br>(in uur) | temperatuur<br>buitenlucht<br>(in °C) | temperatuur<br>in de klas<br>(in °C) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 8.00             | 4,9                                   | 16,5                                 |
| 10.00            | 8,2                                   | 19,1                                 |
| 12.00            | 15,3                                  | 19,3                                 |
| 14.00            | 15,5                                  | 19,3                                 |
| 16.00            | 13,7                                  | 19,3                                 |
| 18.00            | 7,8                                   | 17,5                                 |
| 20.00            | 5,3                                   | 15,1                                 |

In deze tabel kan je aflezen:

Om acht uur 's morgens was de temperatuur buiten 4,9°C en in de klas 16,5°C.

### Vraag 2:

Om twee uur 's middags was de temperatuur buiten ..... °C en in de klas ..... °C.

We willen nu weten hoe groot op elk tijdstip het **verschil** was tussen de buitentemperatuur en die in de klas. Daarvoor maken we er nog een vierde kolom bij. Hierin zetten we de getallen die we krijgen door steeds de buitentemperatuur (2e kolom) af te trekken van de klas-temperatuur (3e kolom):

Tabel 3:

| tijd<br>(in uur) | temperatuur<br>buitenlucht<br>(in °C) | temperatuur<br>in de klas<br>(in °C) | temperatuur-<br>verschil klas-<br>buitenlucht<br>(in °C) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 8.00             | 4,9                                   | 16,5                                 | 11,6   |
| 10.00            | 8,3                                   | 19,1                                 | 10,9   |
| 12.00            | 15,3                                  | 19,3                                 | .....  |
| 14.00            | 15,5                                  | 19,3                                 | .....  |
| 16.00            | 13,7                                  | 19,3                                 | .....  |
| 18.00            | 7,8                                   | 17,5                                 | .....  |
| 20.00            | 5,3                                   | 15,1                                 | .....  |

### Vraag 3:

Vul de laatste vijf getallen van de laatste kolom zelf in.

### Aanwijzingen:

Om acht uur 's morgens (8.00 uur) is de temperatuur buiten 4,9 °C en in de klas 16,5°C. Het temperatuurverschil is dus:

$$16,5\text{ °C} - 4,9\text{ °C} = 11,6\text{ °C}.$$

## 2. Grafieken

In de vorige paragraaf hebben we gezien dat we onze meetwaarden overzichtelijk kunnen opschrijven in een tabel. Om een nog duidelijker overzicht van de resultaten van een proef te krijgen, kunnen we de meetwaarden weergeven als punten in een tekening die we een grafiek zullen noemen.

Om duidelijk te maken hoe je dit moet doen, ga je nu zelf van tabel 1 een grafiek maken. Dit doe je op een stuk roosterpapier. Als je de aanwijzingen goed leest en precies opvolgt, kan het niet misgaan. **Lees zo'n aanwijzing helemaal door** (tot de volgende aanwijzing) voordat je iets in je tekening zet.

### Aanwijzing 1:

Je begint met net als in figuur 1 twee lijnen te trekken. De lijn die rechtop staat noemen we de **vertikale as**. Trek deze het eerst, op 1 cm van de linkerrand van het roosterpapier. Maak hem 10 cm lang. De andere lijn heet de **horizontale as**. Maak deze 15 cm lang.

### Aanwijzing 2:

Nu gaan we op elke as een **schaalverdeling** aanbrengen. Daarvoor moet je eerst nog eens goed naar tabel 1 kijken.

Op de horizontale as maak je een schaalverdeling voor de tijd. Zet op deze as om de centimeter een streepje en schrijf daar, net als in figuur 2, de uren bij.

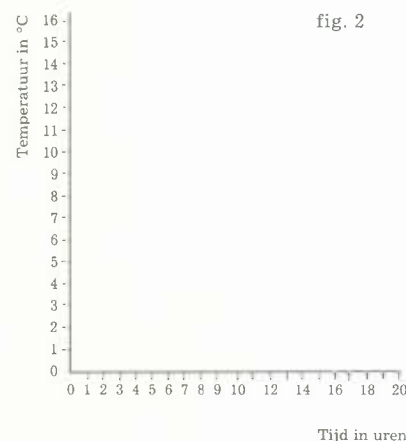
**Let op:** figuur 2 is kleiner dan je eigen tekening, daardoor staan hier de streepjes dichter bij elkaar dan jij ze moet tekenen.

Op de verticale as zet je de temperatuur uit. Zet om de halve centimeter een streepje, en schrijf daar, net als in figuur 2, de getallen van 0 tot en met 16 bij.

fig. 1



fig. 2



Op de horizontale as stelt één cm drie uren voor en op de verticale as stelt één halve cm één graad Celsius voor. Schrijf bij elke as wat je er uitgezet hebt (temperatuur, tijd) en welke eenheid je gebruikt ( $^{\circ}\text{C}$ , uren). We kunnen nu de horizontale as de **tijd-as** noemen en de verticale as de **temperatuur-as**.

#### Aanwijzing 3:

Nu worden de meetwaarden van tabel 1 twee aan twee op het roosterpapier gezet. In figuur 3 is dit voor de eerste twee getallen-paren gedaan.

Je doet het als volgt:

Om 8.00 uur was de temperatuur  $4,9^{\circ}\text{C}$ .

Getallenpaar (8.00; 4,9).

Trek door de 8 op de tijd-as een stippellijn loodrecht op die as.

Trek door de 4,9 op de temperatuur-as een stippellijn loodrecht op die as.

Op het snijpunt van de twee stippellijntjes zetten we met een potlood een kruisje. Dit is het **meetpunt**, dat aangeeft dat om 8.00 uur de temperatuur  $4,9^{\circ}\text{C}$  was.

Volgende meetpunt:

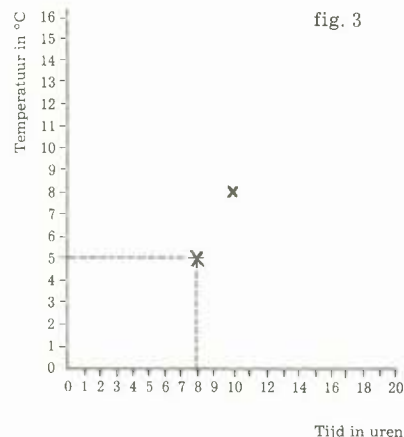
Om 10.00 uur was de temperatuur  $8,2^{\circ}\text{C}$ . Getallenpaar (10.00; 8,2).

Nu zijn door 10 op de tijd-as en 8,2 op de temperatuur-as geen stippellijntjes getrokken, maar we hebben gewoon de lijnen die al op het roosterpapier staan gevolgd.

Zet nu alle meetpunten op het roosterpapier. Werk dus tabel 1 helemaal af.

Tabel 1:

| Tijd<br>(in uur) | temperatuur<br>buitenlucht<br>(in $^{\circ}\text{C}$ ) |
|------------------|--|
| 8.00             | 4,9  |
| 10.00            | 8,2  |
| 12.00            | 15,3   |
| 14.00            | 15,5   |
| 16.00            | 13,7   |
| 18.00            | 7,8  |
| 20.00            | 5,3  |



#### Aanwijzing 4:

Nu komt het tekenen van de **grafiek**.

De grafiek is de lijn die de verandering het beste weergeeft.

Bedenk eerst het volgende voordat je die lijn gaat trekken:

- om welke verandering ging het?
- zou die verandering met sprongen gegaan zijn?
- kun je aan de meetpunten zien hoe de verandering ongeveer verliep?  
Dus wanneer groter, wanneer kleiner, wanneer snel, wanneer langzaam?

Als je dit allemaal goed overdacht hebt, teken je met potlood de grafiek. Trek dus een vloeiende lijn door de punten. Controleer of de getekende grafiek klopt met de bovenstaande punten. Je kunt hem tenslotte vergelijken met grafiek 4 die in het antwoordblad getekend staat.

### 3. Wat kun je aflezen uit je grafiek?

We zullen nu eens kijken wat je allemaal kunt aflezen uit de grafiek die je gemaakt hebt.

- Je kunt voor elk tijdstip van de dag bepalen hoe hoog de temperatuur was.

Bijvoorbeeld: Hoe hoog was de temperatuur om 11.30 uur?

Trek door het punt halverwege de 11 en de 12 op de tijd-as een lijn loodrecht op die as.

Deze lijn heeft een snijpunt met de grafiek. Trek door dit snijpunt een horizontale lijn naar de temperatuur-as. Hierop lees je af:  $14,5^{\circ}\text{C}$ .

#### Vragen:

4

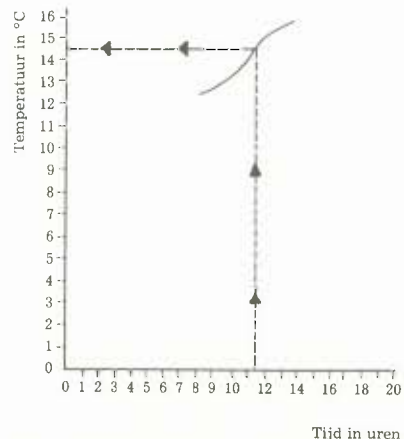
Bepaal uit je grafiek hoe hoog de temperatuur was op de volgende tijdstippen:

half tien (9.30 uur)

half elf (10.30 uur)

half vijf 's middags (16.30 uur)

kwart voor twaalf (11.45 uur)



5

Op welke tijdstippen was de temperatuur 10 °C?

Op welke tijdstippen was de temperatuur 20 °C?

Je kunt zien wanneer de temperatuur toenam (steeg) en wanneer deze afnam (daalde).

Van acht uur 's morgens (8.00 uur) tot één uur 's middags (13.00 uur) is de grafiek een stijgende lijn. Toen nam de temperatuur dus toe.

Tussen één uur 's middag en acht uur 's avonds (20.00 uur) is de grafiek een dalende lijn. Toen nam de temperatuur dus af.

6

Teken nu op hetzelfde roosterpapier een grafiek voor de temperatuur in het klaslokaal. Zie tabel 2.

# H 1 Dichtheid en evenredigheid

1

Nee, want je weet niet welke volumes je met elkaar moet vergelijken.

2

1 dm<sup>3</sup> lood is zwaarder dan 1 dm<sup>3</sup> veren.

3

Om de massa van twee stoffen te vergelijken moet je van die stoffen gelijke volumes vergelijken.

4

Volgens T 1 is de dichtheid van een stof het aantal gram in één kubieke centimeter van die stof.

5

Als we twee stoffen vergelijken, vergelijken we dus hun dichtheid.

6

De dichtheid van messing is dan 8,1 g per cm<sup>3</sup>.

7

De dichtheid van aluminium is dan 2,7 g per cm<sup>3</sup>.

8

Messing heeft de grootste dichtheid.

9

De dichtheid van messing is groter dan de dichtheid van aluminium.  
Ofwel 1 cm<sup>3</sup> messing heeft een grotere massa dan 1 cm<sup>3</sup> aluminium.

10

Kurk.

11

Hij heeft gelijk met de beweringen 1, 3 en 4.  
Massa en dichtheid zeggen beiden iets over het voorwerp.  
Alleen dichtheid zegt iets over de stof.

|            | massa<br>in gram | volume<br>in cm <sup>3</sup> | dichtheid in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ |
|------------|------------------|------------------------------|---|
| voorwerp 1 |                  |                              |   |
| voorwerp 2 |                  |                              |   |

## Het meten van de dichtheid

Van dit voorwerp meet je dan de massa en het volume.

De dichtheid kun je daarna bepalen door te berekenen hoe groot de massa is van 1 cm<sup>3</sup>. Dit doe je door de massa van het voorwerp te delen door het aantal cm<sup>3</sup> van dat voorwerp.

Hoe de tabel er uit moet zien, zie je hiernaast.

12

Dichtheid betekent het aantal grammen in 1 cm<sup>3</sup>.

Er zit dan 0,24 gram in 1 cm<sup>3</sup>. De dichtheid is dus  $0,24 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

13

Twee grootheden noemen we evenredig als de ene grootheid 2x zo groot wordt, als ook de andere grootheid 2x zo groot wordt.

14

Leeftijd en schoenmaat zijn geen evenredige grootheden.  
Als je leeftijd 2x zo hoog wordt, wordt je schoenmaat niet 2x zo groot.

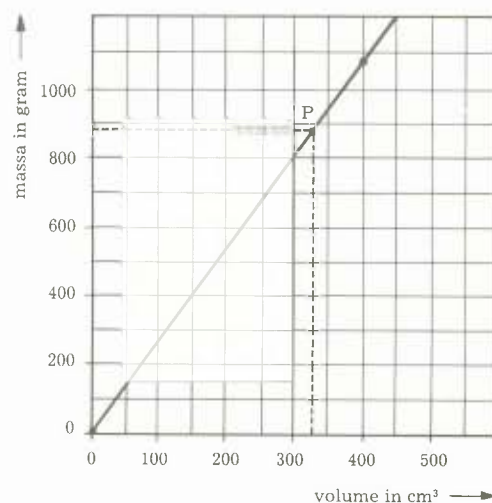
15

100 cm<sup>3</sup> heeft een massa van 270 gram.

200 cm<sup>3</sup> heeft een massa van 540 gram.

400 cm<sup>3</sup> heeft dan een massa van 1080 gram.

Wordt de massa 2x zo groot, dan wordt ook het volume 2x zo groot.



17

In punt P (een willekeurig punt op de grafiek) geldt:

massa is 880 gram

volume is 330 cm<sup>3</sup>.

Dan is de dichtheid  $\frac{880}{300} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

## H 2 Tabellen en grafieken

1

Om 18.00 uur was de buitentemperatuur 7,8 °C.

2

Om twee uur 's middags was de temperatuur buiten 15,5 °C en in de klas 19,3 °C.

3

De laatste vijf getallen zijn: 4,0; 3,8; 5,6; 9,7; 9,8.

4

Om 9.30 uur is de temperatuur 6,8 °C; om 10.30 uur 10,5 °C; om 16.30 uur 12,7 °C; om 11.45 uur 15,0 °C.

5

Om 10.30 uur en 17.30 uur is de temperatuur 10°C.

Op geen enkel tijdstip is de temperatuur 20 °C.

