



Blok 1

INHOUD

BASISSTOF

T1	De fiets	10
W1		12
T2	Meten	13
W2		17
T3	Fietsverlichting	19
W3		21

HERHAALSTOF

H1	Materialen	22
H2	Meten	22
H3	Schakelingen en reflectie	24

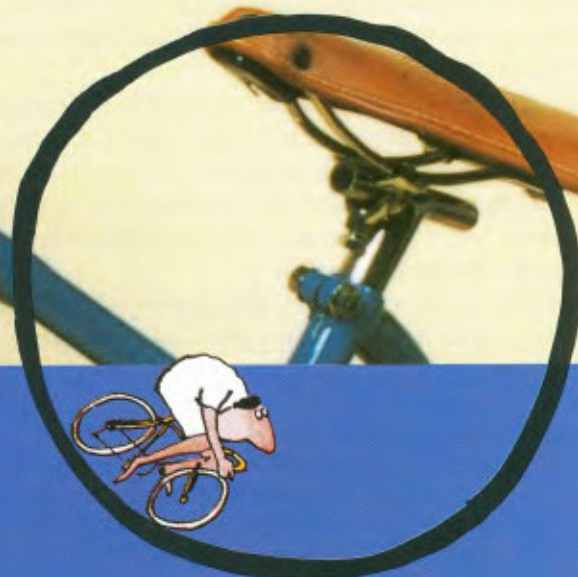
EXTRASTOF

E1	Meten met maten	26
E2	Iets over elektrische en magnetische eigenschappen van stoffen	29
E3	Oefenvragen en opgaven	30
E4	Je fiets op de juiste maat	34

LEERDOELEN

- 1 Je moet voorwerpen kunnen beschrijven met behulp van een aantal eigenschappen. [P1, T1, W1]
- 2 Je moet weten dat eigenschappen van stoffen belangrijk zijn voor het gebruik van die stoffen. [P1, T1, W1]
- 3 Je moet minstens vijf stoffen kunnen noemen die bij een fiets worden toegepast. [P1, T1, W1]
- 4 Je moet weten waarom sommige onderdelen van je fiets verchroomd zijn. [P1, T1, W1]
- 5 Je moet weten waarom er steeds meer plastic (kunststof) gebruikt wordt. [P1, T1, W1]
- 6 Je moet je waarnemingen kunnen beschrijven en gegevens in een tabel kunnen verwerken. [P2, T2, W2]
- 7 Je moet weten wat er met een grootheid wordt bedoeld. [P2, T2, W2]
- 8 Je moet weten wat er met een eenheid wordt bedoeld. [P2, T2, W2]
- 9 Je moet weten welke eenheden je moet gebruiken voor: lengte, volume, tijd en massa. [P2, T2, W2]
- 10 Je moet met een meetlint of een liniaal de lengte van een voorwerp kunnen meten. [P2, T2, W2]

De fiets



- 11 Je moet van een blokje het volume kunnen berekenen, als je de lengte, de breedte en de hoogte weet. [P2, T2, W2]
- 12 Je moet met een maatcilinder het volume van een hoeveelheid water kunnen meten. [P2, T2, W2]
- 13 Je moet met een maatcilinder, gevuld met water, het volume van een voorwerp kunnen bepalen. [P2, T2, W2]
- 14 Je moet met een balans het aantal kilogram of gram van een voorwerp kunnen meten. [P2, T2, W2]
- 15 Je moet voordat je een meting doet, de uitkomst kunnen schatten. [P2, T2, W2]
- 16 Je moet bij het uitvoeren van een proef het juiste meetinstrument weten te kiezen. [P2, T2, W2]
- 17 Je moet weten dat een dynamo meer of minder elektriciteit kan leveren, naarmate hij sneller of langzamer wordt rondgedraaid. [P3, T3, W3]
- 18 Je moet weten dat je een lampje niet op een hogere spanning mag aansluiten dan de maximumspanning die op het lampje is aangegeven. [P3, T3, W3]
- 19 Je moet twee lampjes zó kunnen aansluiten dat ze onafhankelijk van elkaar kunnen branden. [P3, T3, W3]
- 20 Je moet weten hoe je een lichtkastje moet gebruiken. [P3, T3, W3]
- 21 Je moet weten hoe een lichtbundel door een spiegel wordt teruggekaatst. [P3, T3, W3]
- 22 Je moet weten hoe een lichtbundel door een reflector wordt teruggekaatst. [P3, T3, W3]
- 23 Je moet weten hoe je de verlichting op je fiets moet aansluiten. [P3, T3, W3]
- 24 Je moet weten dat metaal elektriciteit goed geleidt. [P3, T3, W3]
- 25 Je moet weten dat plastic elektriciteit niet geleidt. [P3, T3, W3]
- 26 Je moet weten dat roest een slechte geleider is. [P3, T3, W3]

Aan een fiets kun je heel wat dingen zien die met natuurkunde te maken hebben. Vandaar dat we in dit blok de fiets bekijken en (soms letterlijk) in de klas halen.

Allereerst kijken we naar de materialen waarvan een fiets gemaakt wordt en waarom juist deze materialen gebruikt zijn.

Vervolgens doen we een aantal proeven. Met een proef of experiment kun je natuurkundige verschijnselen bestuderen. Bij het doen van proeven probeer je eerst de uitkomst te voorspellen. Dit is nodig om te kunnen beslissen welke instrumenten of hulpmiddelen je bij de proef moet gebruiken.

In het laatste deel van dit blok bekijken we hoe de verlichting op de fiets werkt en waarom we reflectoren gebruiken.



ONTWIKKELING VAN DE FIETS

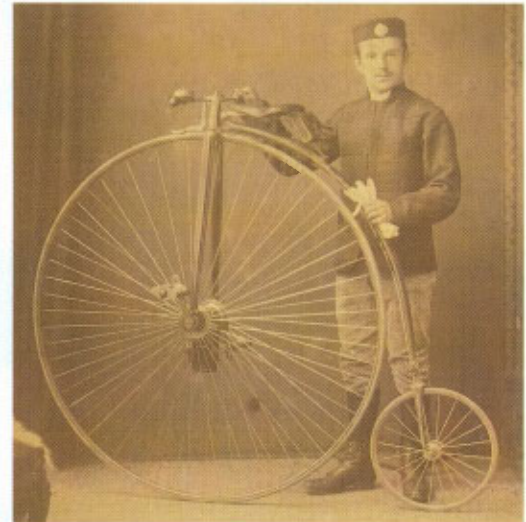
De eerste bestuurbare voorloper van de fiets was een looppmachine, die in 1817 door baron Drais ontworpen werd. Omdat er geen trappers op zaten, moest je stappen om vooruit te komen (figuur 1).

FIG. 1 Draisine uit 1817, een loopfiets met stuur.



In 1853 kwamen de eerste pedalen. Daarna volgden er allerlei verbeterde modellen. Heel merkwaardig is de Franse vélompède met trappers op een enorm voorwiel, de 'hoge bi' (figuur 2).

FIG. 2 De 'hoge bi'.



In 1884 ontwierp de Engelsman Starley de Rover safety bicycle, die al veel weg heeft van onze huidige fiets (figuur 3).

Enkele jaren later vond Dunlop de luchtband uit, waardoor de vering veel beter werd. Aan het eind van de 19de eeuw werden het free-wheel en de dynamo aan de fiets toegevoegd. De kwaliteit van de verschillende onderdelen is daarna steeds verbeterd door betere materialenkennis. Ook nu gaat de ontwikkeling aan materialen en onderdelen van de fiets nog steeds verder.

Eigenschappen van voorwerpen

Een fiets bestaat uit honderden onderdelen. Ieder onderdeel heeft een eigen functie.

Voorwerpen - zoals de onderdelen van een fiets - kun je herkennen aan hun eigenschappen. Je kunt kijken naar de vorm en de afmetingen. Er zijn kleine, grote, ronde en vierkante onderdelen.

Je kunt ook kijken naar het materiaal waarvan onderdelen gemaakt zijn. Natuur- en scheikundigen praten over de 'stof' waarvan iets gemaakt wordt.

FIG. 3 De 'Rover safety bicycle'.



Toegepaste materialen (stoffen) en hun eigenschappen

De materialen die voor een fiets gebruikt worden, zijn erg belangrijk in verband met de eisen die we aan een fiets stellen.

Een fiets moet zijn:

- | | |
|----------------|---------------|
| - bruikbaar; | - licht; |
| - betrouwbaar; | - mooi; |
| - veilig; | - duurzaam; |
| - comfortabel; | - betaalbaar. |

Zoals je ziet zijn dat nogal wat eisen. De materialen die voor de remmen gebruikt worden, moeten natuurlijk erg sterk zijn: des te veiliger is je fiets. Het materiaal van het frame mag niet te zwaar zijn. Het materiaal van het zadel mag niet te hard zijn, enzovoorts. Zo bepalen materialen de betrouwbaarheid en duurzaamheid van de fiets, maar ook de prijs.



FIG. 4 Moderne ligfiets.

Dit maakt de keuze van het materiaal erg ingewikkeld. Een constructeur gaat eerst na voor welk doel de fiets gebruikt moet worden. Voor een gewone fiets worden andere materialen gebruikt dan voor een racefiets. Een racefiets is gemaakt van veel lichtere materialen. Niet alle metalen zijn namelijk even zwaar. Een blok aluminium is bijvoorbeeld veel lichter dan een even groot blok ijzer. Het feit dat aluminium lichter is, noemt men een *eigenschap* van dat metaal. Om materialen eerlijk met elkaar te kunnen vergelijken, neem je 1 cm^3 (kubieke centimeter) van elk materiaal. 1 cm^3 aluminium is dan veel lichter dan 1 cm^3 staal.

Overigens moet het metaal niet alleen licht, maar ook sterk en stug zijn: het mag niet doorbuigen. Bij een gewone fiets zijn het frame, de voorvork en het stuur van metaal. Andere materialen, zoals plastic en rubber, worden meer gebruikt voor de aankleding en afwerking van de fiets.

FIG. 5 Tegenwoordige racefiets.



Plastic is lichter dan een even grote hoeveelheid metaal. Bij moderne sportfietsen wordt plastic gebruikt voor de spatborden. Ook bij auto's wordt tegenwoordig steeds meer gebruik gemaakt van plastics, bijvoorbeeld voor de bumpers. Een bijkomend voordeel van plastic is, dat het niet kan roesten.

Tegenwoordig zijn er al fietsen die bijna helemaal gemaakt zijn van kunststof.

Nog een metaal dat bij een fiets gebruikt wordt, is chroom. Chroom wordt gebruikt om andere metalen tegen weersinvloeden te beschermen, want ijzer en staal roesten gemakkelijk.

Verschillende onderdelen op de fiets zijn daarom verchromd. Dit geeft tevens het fraaie, glimmende oppervlak aan bijvoorbeeld het stuur.

Tegenwoordig wordt bij de keuze van materialen steeds meer gelet op duurzaamheid én de mogelijkheid van hergebruik ('recycling'). Deze eigenschappen zijn van belang bij het terugdringen van de enorme berg afval die we elke dag produceren.



MODERNE MATERIELEN

Voor framebuizen en enige andere delen wordt soms titaan gebruikt, een licht en sterk, maar vooral duur metaal. Voor lichtere fietsen worden de meeste delen (behalve het frame) gewoonlijk uit een licht metaal gemaakt. Voor delen die een hard oppervlak moeten hebben, worden gehard staal of staallegeringen gebruikt. Vooral de assen en de lagers bestaan uit gehard staal.



VERDERE ONTWIKKELINGEN

Staal wordt de laatste jaren als grondstof steeds meer vervangen door aluminium. Nu is er weer een hele nieuwe ontwikkeling aan de gang: de toepassing van kunststof. Aanvankelijk werd er geëxperimenteerd met polyester met glasvezelbewapening. Dat bleek echter niet te voldoen. Een nieuwe trend is het koolstofvezelframe. Dit lijkt het op alle fronten van het stalen en aluminium frame te gaan winnen. Het is sterker, stijver en lichter.

Materialen kunnen eigenschappen hebben die voor bepaalde toepassingen erg belangrijk zijn, zoals sterkte, buigzaamheid en weersbestendigheid. De volgende vragen gaan over eigenschappen van materialen en voorwerpen.

- 1 Noem vier eisen waaraan jouw fiets moet voldoen.
- 2 Evert geeft de volgende beschrijving van een onderdeel van een fiets: 'Het is rond, buigzaam, sterk, tamelijk groot, ondoorzichtig en licht'.
 - a Welke eigenschappen zijn eigenschappen van het voorwerp?
 - b Welke eigenschappen zijn eigenschappen van de stof?
 - c Welk onderdeel wordt bedoeld?
- 3 Geef zelf een beschrijving van een fietsbel.
- 4
 - a Waarom zijn de handgrepen van je stuur met kunststof bedekt, en niet gewoon van metaal?
 - b Waarom is de ketting op je fiets van staal gemaakt en niet van rubber?
 - c Waarom bestaat het draadje van de dynamo naar de lamp niet alleen uit koper, maar zit er ook plastic omheen?
 - d De assen van je fiets liggen in kogellagers om de wrijving kleiner te maken tussen de draaiende as en het stilstaande deel daar omheen. Waarom worden de kogellagers ingevet?
 - e Waarom is je fietsbel van metaal gemaakt en niet van plastic?
- 5
 - a Waarom bestaat het frame van je fiets uit ronde buizen en niet uit vierkante buizen?
 - b Waarom zijn de buizen van je fiets hol?
 - c Verklaar waarom je luchtbanden gebruikt en geen massieve rubberbanden.

Zoals je weet, is de keuze van materialen belangrijk in verband met de eisen die we stellen aan een fiets.

Welke materialen zou je als fietsenfabrikant moeten gebruiken om aan die eisen te kunnen voldoen? Om dat te weten te komen moet je onderzoek doen naar de eigenschappen van verschillende materialen.

In dat onderzoek ga je materialen met elkaar vergelijken. Je kunt bijvoorbeeld letten op het aantal kilogram van de hoeveelheid metaal, op de sterkte of op de buigbaarheid ervan.

Bij het onderzoek worden waarnemingen gedaan. Je gebruikt daarbij niet alleen je ogen maar ook een aantal meetinstrumenten.

Tabellen maken

Het is van belang dat je de metingen zo nauwkeurig mogelijk doet en dat je de gegevens overzichtelijk noteert in een tabel. Een tabel is opgebouwd uit kolommen (verticaal) en rijen (horizontaal).

We zetten de gemeten waarden in een kolom onder elkaar. Boven de kolom schrijf je wat je gemeten hebt en de eenheid waarin je de gevonden waarden noteert. Bij meerdere metingen kun je voor de getallen nog noteren bij welke meting dat getal hoort. Zie als voorbeeld de tabel in figuur 6.

FIG. 6 Tabel voor metingen van afstand en tijd.

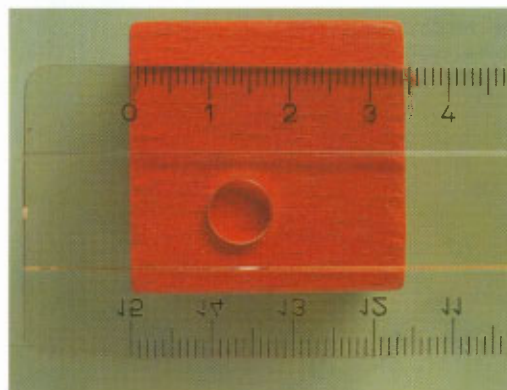
meting	tijd (s)	afstand (m)
meting 1	5	10
meting 2	10	20
meting 3	15	30

Het aflezen van meetinstrumenten

DE LINIAAL (LENGTE METEN)

De liniaal is verdeeld in centimeters, waarbij elke centimeter weer is verdeeld in 10 millimeter.

FIG. 7 Lengtemeting met een liniaal.



WERKWIJZE: Leg de nul van de liniaal bij het begin van het voorwerp waarvan je de lengte moet meten. Lees aan de andere kant af: het aantal hele centimeters en van de rest het aantal millimeters tot op een halve millimeter nauwkeurig. Schrijf het antwoord op in centimeters of in millimeters.

VOORBEELD: Je meet de lengte van een blokje en je leest af: 3 cm en 4,2 mm (zie figuur 7). De lengte wordt dan genoteerd als: 3,4 cm of 34 mm (4,2 mm rond je af op 4 mm).



SCHUIFMAAT EN SCHROEFMICROMETER

Veel nauwkeuriger dan met een liniaal kun je meten met een *schuifmaat* (figuur 8a en b). Met bek 1 (figuur 8a) kun je bijvoorbeeld de dikte van een draad of een staafje nauwkeurig meten door dit tussen de bek te klemmen. Met de messen 2 (figuur 8a) kan een afstand binnen een holte worden gemeten. Bijvoorbeeld: de inwendige diameter van een buis. Met staafje 3 (figuur 8a) kan de diepte van een kleine holte (bijvoorbeeld: een geboord gat) worden gemeten.

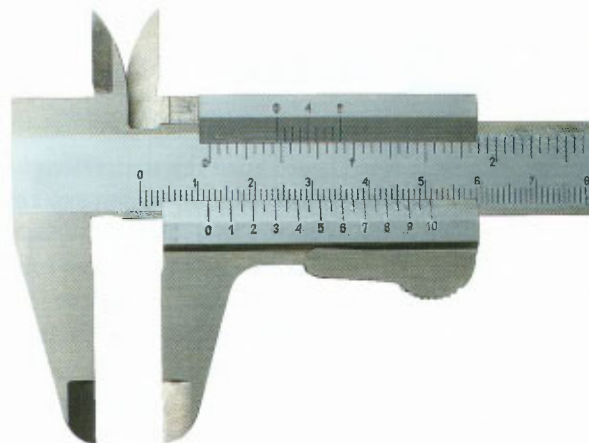
In figuur 8b zie je onder (voor de centimeters) een met de bek meeschuivende schaalverdeling: de zogenaamde *nonius*. De onderste nonius heeft twintig streepjes. Met behulp van de nonius kun je afstanden tot in tienden van millimeters nauwkeurig meten, en tot op 0,05 mm nauwkeurig schatten.

FIG. 8a De schuifmaat.

FIG. 8b De nonius:
boven: voor de inches;
onder: voor de centimeters.



b



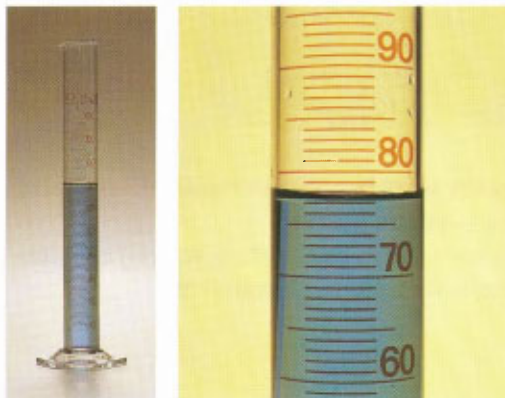
DE MAATCILINDER (VOLUME METEN)

De schaalverdeling op een maatcilinder verschilt nogal eens. Dat kan een verdeling zijn in milliliters (afkorting: ml), per 5 ml of soms wel per 10 ml. Kijk dus eerst goed met welke schaalverdeling jij te maken hebt.

LET OP: $1 \text{ ML} = 1 \text{ CM}^3$.

WERKWIJZE: Houd de maatcilinder recht voor je en houd het vloeistofoppervlak op ooghoogte. Je moet aflezen bij de onderkant van de vloeistofspiegel. Lees eerst het getal af dat hoort bij de schaalstreep net onder de onderkant van de vloeistofspiegel. Als de schaalverdeling niet in milliliters is, maak dan een zo nauwkeurig mogelijke schatting van het aantal ml.

FIG. 9 Aflezen van de vloeistofspiegel in een maatcilinder.



Nog nauwkeuriger kun je diktes meten met een *schroefmicrometer* (figuur 8c). De verschuifbare bek van de schuifmaat is hier vervangen door een soort schroefstift. Het te meten voorwerp wordt tussen de stiften 1 en 2 geklemd door de schroefhuls 3 te draaien. Als de schroefhuls éénmaal ronddraait, verandert de afstand tussen de stiften 1 en 2 met 0,5 mm. Op de schroefhuls staan 50 maatstreepjes.

Op de schaal bij 5 kan de dikte tot op een halve mm nauwkeurig worden afgelezen. Daarbij komt dan nog het aantal honderdsten van millimeters dat op de schroefhuls af te lezen is.

Om de meting niet te beïnvloeden door de kracht waarmee de schroefhuls wordt aangedraaid, wordt het laatste deel van de schroefbeweging met stift 4 uitgevoerd. Deze heeft een 'slippende koppeling', waardoor de stiften 1 en 2 steeds met dezelfde kracht worden aangedraaid. Daardoor worden metingen herhaalbaar met dezelfde nauwkeurigheid (We noemen dit: reproduceerbaar meten.)

Met de schroefmicrometer kan tot op 0,01 mm nauwkeurig worden afgelezen. Met enige oefening kan tot op 0,005 mm nauwkeurig worden geschat.

VOORBEELD: De onderkant van de vloeistofspiegel staat tussen 70 en 80 ml (zie figuur 9). Er zit dus meer dan 70 ml vloeistof in de maatcilinder. Tussen 70 en 80 ml is er een onderverdeling in hele ml. Je leest dan af: 70 ml en 7,3 ml (onderkant vloeistofspiegel aflezen!).

Het volume is dus 77 ml (afgerond). Het volume moet genoteerd worden in m^3 (of cm^3 , of mm^3). Aangezien 1 ml overeenkomt met 1 cm^3 , kun je zeggen, dat het volume van de hoeveelheid vloeistof in de maatcilinder 77 cm^3 is.



INHOUD EN VOLUME

Het volume van een voorwerp is de ruimte die het voorwerp inneemt.

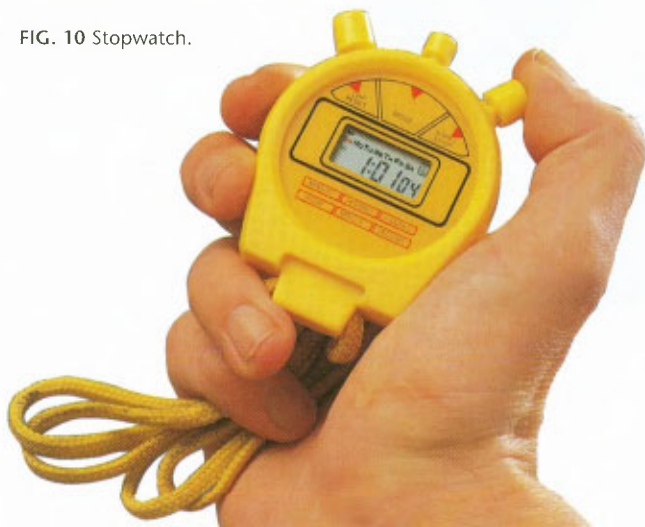
Het begrip inhoud heeft veel meer betekenissen. Denk maar aan de inhoud van een boek, of de inhoud van een blikje frisdrank. Daarom kunnen we het woord *inhoud* niet voor het natuurkundige begrip *volume* gebruiken.

DE STOPWATCH (TIJD METEN)

De digitale stopwatch geeft de tijd weer in uren, minuten, seconden en in honderdsten van seconden. Meestal noteren we de gemeten tijd in seconden.

WERKWIJZE: Met het 'rechter' knopje (start/stop) wordt de tijdmeting gestart en/of stopgezet. Zet de tijd eerst stop voor je begint te meten. Druk daarna op het 'linker' knopje (reset), waardoor in het venster (of display) allemaal nullen verschijnen.

FIG. 10 Stopwatch.

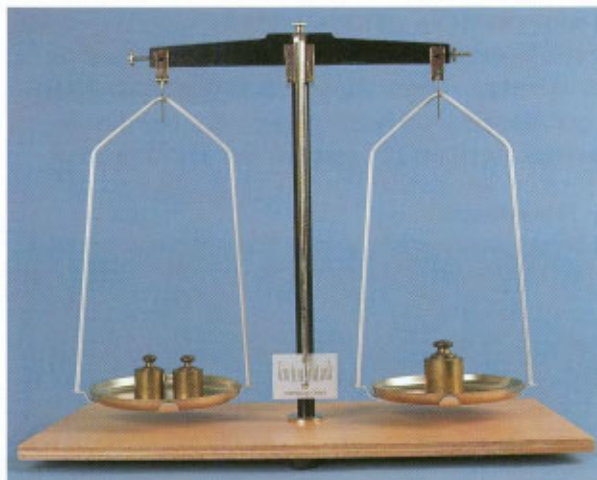


Met het 'rechter' knopje kun je nu de tijdmeting starten. Met het 'rechter' knopje kun je ook de stopwatch weer stilzetten. De twee rechter (kleinere) getallen geven de tijd weer in honderdsten van seconden. De twee getallen direct naast de knipperende punt, geven de tijd weer in seconden.

Het getal links naast de dubbele punt geeft de tijd weer in minuten. De honderdsten van seconden zul je vrijwel nooit nodig hebben.

VOORBEELD: Je leest in figuur 10 af: 1 minuten, 1 seconde en 4 honderdste seconden (= 1 min 01,04 s). Meestal is het voldoende om in tienden van seconden nauwkeurig af te lezen, en dan noteer je: 1 min 1,0 s.

FIG. 11 Balans in evenwicht.



DE BALANS (MASSA METEN)

Met een balans kun je de massa van voorwerpen bepalen. De massa wordt genoteerd in kilogram of gram. Bij een balans vergelijken we voorwerpen van onbekende massa met voorwerpen van bekende massa. Als de balans in evenwicht is, zijn de massa's links en rechts op de schalen gelijk.

Aan de ene kant zet je het voorwerp waarvan je de massa wilt weten, aan de andere kant maak je evenwicht door voldoende massa op de schaal te plaatsen.

WERKWIJZE: Plaats het voorwerp op één van de schalen. Maak met de massa's uit de massadoos evenwicht. Begin met een van de grotere massa's, maar zorg ervoor dat de balans nog net doorslaat naar de kant van het voorwerp waarvan je de massa wilt bepalen. Plaats dan kleinere massa's erbij, net zolang tot de balans in evenwicht is. De wijzer staat dan bij stilstand precies verticaal of slaat naar links en rechts even ver uit. Je hoeft dus niet steeds te wachten tot de balans uitgeschommeld is.

VOORBEELD: De massa's links en rechts op de schalen houden elkaar precies in evenwicht (zie figuur 11). De bekende massa's zijn beide 30 gram, dus heeft het voorwerp een massa van 60 gram.

DE BRIEFWEGER (MASSA METEN)

Op een briefweger kunnen we direct de massa van een voorwerp aflezen (figuur 12). Let op dat de briefweger ingesteld kan worden op twee verschillende bereiken: van 0 tot 100 gram en van 0 tot 500 gram.

FIG. 12 Briefweger.



WERKWIJZE: Doe het contragewicht omhoog tegen de pin voor metingen van 0 tot 100 gram. Gebruik de afleesstreep op de bovenste schaalverdeling. Doe het contragewicht omlaag tegen de pin voor metingen van 0 tot 500 gram. Gebruik de afleesstreep op de onderste schaalverdeling. Zorg ervoor dat de afleesstreep op de nul staat in de door jou gekozen schaal, voordat je met de metingen begint. Dit kun je doen met behulp van de instelschroef. Aflezen met je oog recht voor de afleesstreep, tot op 1 gram nauwkeurig.

VOORBEELD: Het contragewicht is omhoog, dus je moet op de bovenste schaalverdeling aflezen (van 0 tot 100 gram, zie figuur 13). De massa van het blokje noteer je als 24 gram.

Grootheid en eenheid

Wanneer je een lengtemeting doet, moet je de uitkomst noteren in m, cm of in mm. Lengte wordt hierbij de *grootheid* genoemd. Waar je de uitkomst in meet en noteert, wordt de *eenheid* genoemd. De eenheid van de grootheid 'lengte' is dus de meter (of cm of mm). Welke eenheid voor een grootheid wordt gebruikt, is een algemene afspraak.

Andere grootheden zijn: volume, tijd en massa. In figuur 14 zie je een overzicht van grootheden met hun bijbehorende eenheid en meetinstrument.

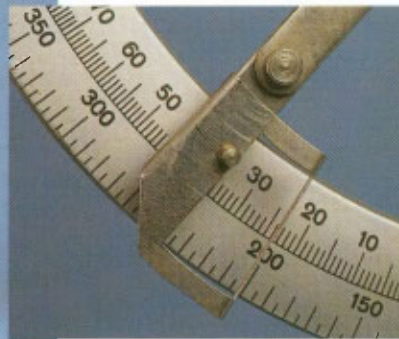


FIG. 13

FIG. 14 Tabel met grootheden, eenheden en meetinstrumenten.

grootheid	eenheid	meetinstrument
lengte	m (cm, mm)	liniaal, schuifmaat, micrometer
oppervlakte	m ² (cm ² , mm ²)	liniaal, rolmaat, meetlint
volume	m ³ (cm ³)	liniaal, maatcilinder
tijd	s (seconde)	stopwatch
massa	kg (g, mg)	balans, brieuweger

Grote en kleine getallen handiger schrijven

Soms is het aantal eenheden groot. Zo is de afstand Amsterdam - Antwerpen 160 000 meter. We gebruiken dan een duizend maal zo grote eenheid: de *kilometer* (km) en zeggen: die afstand is 160 kilometer. Dat is overzichtelijker.

Het aantal eenheden kan ook klein zijn: de botte kant van een zakmes is 0,001 meter is één duizendste meter ofwel één millimeter; geschreven als: 1 mm.

Zo noemen we 0,01 meter: een centimeter (cm); 'centi' = honderdste.

En 0,1 meter is: één decimeter (dm); 'deci' = tiende.

Onthoud de *voorvoegsels*:

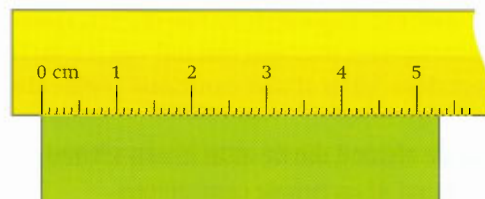
1 000 000	= mega (= miljoen)	afkorting: M
1 000	= kilo (= duizend)	afkorting: k
0,1	= deci (= één tiende)	afkorting: d
0,01	= centi (= één honderdste)	afkorting: c
0,001	= milli (= één duizendste)	afkorting: m

- Je hangt aan een elastiekje steeds meer massa's van 50 gram en meet telkens de lengte ervan in cm:
 - Bij een belasting van 0 gram is de lengte 10,0 cm.
 - Bij een belasting van 100 gram is de lengte 11,5 cm.
 - Bij een belasting van 250 gram is de lengte 18,0 cm.
 - Bij een belasting van 150 gram is de lengte 12,8 cm.
 - Bij een belasting van 50 gram is de lengte 11,0 cm.
 - Bij een belasting van 200 gram is de lengte 14,0 cm.

Maak een tabel van drie kolommen, geordend naar toenemende massa (kolom 1) en toenemende lengte (kolom 2). Bereken telkens de lengtetoe name ten opzichte van de onbelaste lengte. Noteer die in kolom 3.

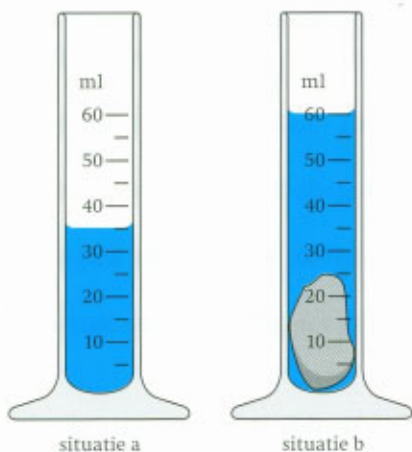
- Je meet voor de dikte van een boek 11,5 mm. Het boek telt 228 pagina's.
 - Hoeveel vel papier telt dat boek?
 - Bereken de dikte van één vel papier, afgerond op honderste mm's.
- Bekijk figuur 15.
 - Hoe groot is de lengte van het voorwerp, uitgedrukt in cm?
 - Hoe groot is de lengte van het voorwerp, uitgedrukt in mm?

FIG. 15



- 4 In figuur 16 zie je in situatie a de maatcilinder zonder steentje en in situatie b met steentje. Hoe groot is het volume van het steentje?

FIG. 16 Volume meten met een maatcilinder.



- 5 Bereken het volume van de volgende voorwerpen uit de tabel in figuur 17.

FIG. 17

voorwerp	lengte	breedte	hoogte
1	10,3 cm	2,1 cm	4,5 cm
2	3,5 m	10,5 cm	1,2 cm
3	4,0 cm	8,0 mm	4,0 mm

- 6 Welke eenheid moet je gebruiken voor:

- massa?
- lengte?
- oppervlakte?
- tijd?
- volume?

- 7 Je meet met een stopwatch de tijd die een speelgoedautootje doet over een afstand van 3,0 m. De auto legt deze 3,0 m af met constante snelheid in 5,95 s.

Bereken de afstand die de auto in één seconde aflegde. Rond af op gehele centimeters.

- 8 Op de ene schaal van de balans liggen zes voorwerpen, waarvan de massa bekend is: twee van 10 g, één van 5 g, één van 2 g, één van 500 mg en één van 200 mg.

Op de andere schaal ligt één voorwerp. De balans is in evenwicht.

Hoe groot is de massa van het voorwerp?

- 9 Hieronder staan een aantal begrippen:

- kubieke centimeter - volume - kilogram
- graad Celsius - liter - tijd
- een balans - een dag - massa

a Welke van deze begrippen zijn grootheden?

b Welke van deze begrippen zijn eenheden?

- 10 Je wilt met behulp van een koperen sleutel de massa van 1 cm^3 koper bepalen. Eerst bepaal je het volume van de sleutel met een maatglas. Het volume van het water – zonder de sleutel erin – is $5,15 \text{ cm}^3$; met de sleutel erin is dit $8,20 \text{ cm}^3$.

a Bepaal het volume van de sleutel (afronden op honderste cm^3).

Je maakt de sleutel droog en bepaalt zijn massa met een balans. Er is evenwicht als er op de andere schaal liggen:

- 1 massa van 20 g
- 1 massa van 5 g
- 1 massa van 2 g
- 1 massa van 200 mg
- 1 massa van 50 mg
- 2 massa's van 20 mg

b Bepaal de massa van de sleutel (afronden op duizendste g).

c Bepaal de massa van 1 cm^3 koper (afronden op honderste g/cm^3).

T3 Fietsverlichting

Veilig fietsen betekent natuurlijk ook: goed zien en goed gezien worden. De dynamo en de koplamp zorgen ervoor dat je in het donker kunt zien. Het achterlicht en de reflectoren zorgen ervoor dat je beter zichtbaar bent, zowel van achteren als van opzij.

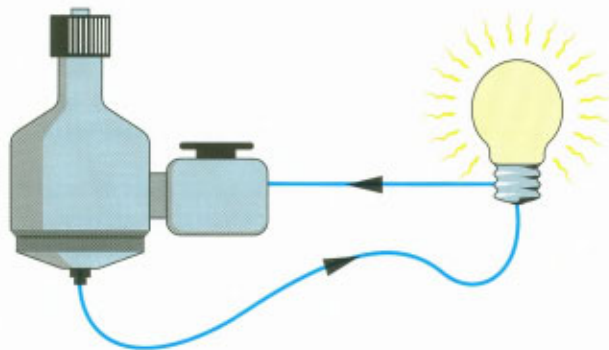
Hoe werkt de verlichting op een fiets?

Door de uitvinding van de dynamo zijn de kaars- of carbidlampjes van vroeger niet meer nodig. Met de dynamo kunnen we tijdens het fietsen zelf elektriciteit opwekken. Maar hoe komt nu de elektriciteit van de dynamo naar de lampjes?

Als je je eigen fiets bekijkt, zie je dat er vanaf de dynamo twee snoertjes lopen: een naar de koplamp en een naar het achterlicht. Per lampje heb je dus maar één snoertje!

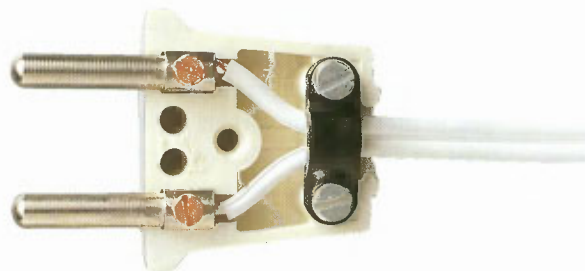
Maar om een lampje te kunnen laten branden, moet er een aanvoer en een afvoer zijn van elektriciteit. Er moet een gesloten kring zijn (figuur 18).

FIG. 18 Dynamo met lampje.



Aan een schemerlamp zie je ook maar één snoer. Dat is echter maar schijn. Als je naar de stekker kijkt, zie je dat daar twee pennen aan zitten (figuur 19). Maak je de stekker open, dan zie je dat het snoer uit twee verschillende draden bestaat: één voor de aanvoer en één voor de afvoer van de elektriciteit.

FIG. 19 Stekker met snoer.

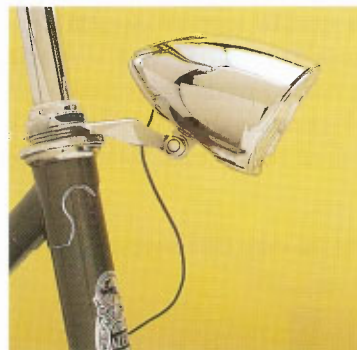


IETS OVER MATERIALEN

Heb je de snoertjes bij de dynamo al eens los gehad? Dan zul je gezien hebben, dat een snoertje een metalen (koperen) kern heeft, die weer bestaat uit een aantal dunne draadjes. Daar omheen zit een laagje plastic. De meeste metalen geleiden elektriciteit heel goed. Kunststoffen, zoals plastic, geleiden niet.

Metaal noemen we een geleider. Het plastic zorgt ervoor dat de elektriciteit niet via andere metalen delen wegstroomt. Het isoleert. Plastic wordt daarom een isolator genoemd (zie figuur 20).

FIG. 20



Metalen geleiden de elektriciteit heel goed. Je fietsframe is van metaal. Dus heeft men bedacht dat het metaal van je fiets als draad kan dienen. Zo komt de elektriciteit weer terug in de dynamo. Bekijk dat maar eens goed op je eigen fiets.

Het ene snoetje gaat naar de koplamp en vandaar loopt de elektriciteit via het frame terug in de dynamo. Het andere snoetje gaat naar het achterlicht en vandaar loopt de elektriciteit ook weer via het frame terug. Het frame vervangt dus een deel van de snoetjes. Je moet ervoor zorgen dat de koplamp, het achterlicht en de dynamo goed contact maken met het metaal van je fiets. Soms gebeurt het wel eens, dat door roest de verbinding niet goed meer is. De lampjes branden dan niet, of heel zwak. Als je het roest weghaalt en alles goed vastzet, is dat snel verholpen.

Reflectoren

Licht wordt door bijna alle voorwerpen teruggekaatst, behalve door zwarte voorwerpen. Zwarte voorwerpen nemen al het licht op, ze absorberen het licht. Voorwerpen die geen of weinig licht terugkaatsen, kunnen wij niet of slecht zien. Het is daarom beter om in het donker op de fiets lichtgekleurde kleding te dragen. Niet alleen de kleur is belangrijk. Ook het oppervlak van het materiaal is belangrijk voor de hoeveelheid teruggekaatst licht en de manier waarop het wordt teruggekaatst. Gladde oppervlakken kaatsen meer licht terug dan ruwe oppervlakken. Echt gladde voorwerpen als spiegels kaatsen bijna al het opvallend licht terug (figuur 21). Reflectoren kaatsen het licht op een bijzondere manier terug. Op je fiets worden reflectoren toegepast op de banden met zijreflectie (wit), op de pedalen (geel) en bij het rode plaatje achter op je fiets.

FIG. 21 Een smal lichtbundeltje (lichtstraal) wordt door een spiegel teruggekaatst.

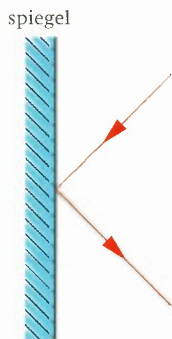
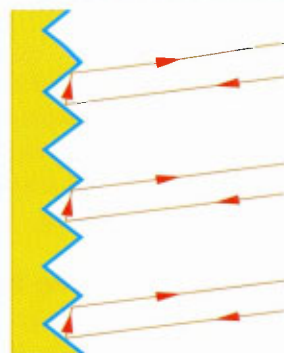


FIG. 22 Reflector met onderling loodrechte spiegeltjes.



Deze reflectoren zijn zo gemaakt dat het opvallend licht wordt teruggekaatst in de richting waar het vandaan komt. Een reflector bestaat uit vlakjes die loodrecht op elkaar staan. Een lichtbundel wordt op die manier tweemaal teruggekaatst: eerst door het eerste vlakje en daarna nog eens door het tweede vlakje dat er loodrecht op staat. Het resultaat is dat de bundel teruggekaatst wordt in de richting waar hij vandaan komt. Het maakt dus niet zoveel uit hoe de reflector geplaatst is ten opzichte van de lichtstraal (figuur 22).



VERLICHTING OP JE FIETS EN IN JE HUIS

Een van de zwakste punten van een fiets is altijd de verlichting geweest. De gewone dynamo loopt zwaar. Bij nat weer slijpt hij langs de band; bij langzaam rijden levert hij te weinig elektriciteit. Vaak zit er een draadje los.

Er zijn andere dynamo's te koop, zoals de *bracket-dynamo*, die vlak achter de trapas wordt gemonteerd. Een *staafdynamo* zit ingebouwd in een speciale wielnaaf. Deze laatste is ongevoelig voor nat weer.

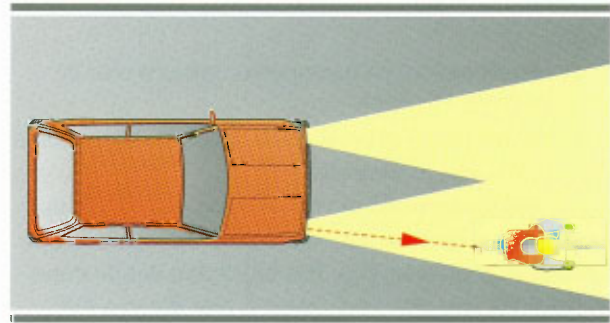
De allernieuwste ontwikkeling is de *lamp met nikkel-cadmiumcellen*. Deze kunnen thuis worden opgeladen.

Voor de gloeilamp is er ook een alternatief: de *halogeenlamp*. Deze geeft meer licht en gaat langer mee.

Gloeilampjes kunnen niet zomaar door een halogeenlampje worden vervangen. Halogeenlampjes werken op 4 volt in plaats van 6 volt. Je hebt er ook een speciale koplamp voor nodig.

- 1 Waarom gebruiken we op een fiets geen batterijen maar een dynamo?
- 2 Wat is het voordeel, als er wel batterijen gebruikt worden?
- 3 Wat kan er gebeuren met het achterlicht, wanneer tijdens het fietsen het lampje van de koplamp stuk gaat?
Geef daar met eigen woorden een verklaring voor.
- 4 Maak in een tekening duidelijk hoe het voor- en achterlicht op een fiets met de dynamo zijn verbonden. (De fiets hoeft je niet te tekenen.)
- 5 Waarom zit er om een stroomdraadje een laagje plastic?
- 6 Levert een dynamo altijd dezelfde spanning? Hoe kan volgens jou de spanning van de dynamo veranderd worden?
- 7 Waarom zie je iemand die met witte kleding in het donker loopt, beter dan iemand die zwarte kleding draagt?
- 8 Neem figuur 23 over en geef aan hoe de lichtstraal teruggekaatst wordt, als er in plaats van een reflector alleen een spiegeltje achter op de fiets zou zitten.

FIG. 23 Boven-aanzicht van een auto en een fietser.



- 9 Neem figuur 23 nogmaals over en geef aan hoe de lichtstraal verder gaat, als er achter op de fiets een goede reflector zit.

BLOK 1 HERHAALSTOF

H1 Materialen

In deze herhaalstof ga je nog eens oefenen met de tabel in figuur 1 uit P1.

Zoek de stof op in de tabel en vergelijk de betreffende eigenschap met andere stoffen.

Wordt er bijvoorbeeld gevraagd waarom we glas in onze vensters gebruiken, kijk dan in de tabel naar de doorzichtigheid van glas. Het blijkt dan dat de doorzichtigheid van glas veel groter is dan die van PVC.

- 1 a** Waarom zijn gereedschappen als steeksleutels en schroevendraaiers van staal gemaakt?
b Waarom zit er een chroomlaag op het staal?
- 2** Waarom bestaat het handvat van schroevendraaiers meestal uit plastic of hout?
- 3** Er bestaan ijzeren en stalen spijkers. De ene soort wordt gebruikt voor hout, de andere soort voor steen.
Leg uit welke soort voor steen en welke soort voor hout gebruikt wordt.
- 4 a** Wat is het nadeel van stalen schroeven?
b Wat is het voordeel?
- 5** Voor schaatsen wordt meestal staal gebruikt, maar ook wel nikkel.
Welke schaatsen zul je vaker moeten laten slijpen?

BLOK 1 HERHAALSTOF

H2 Meten

Meetinstrumenten

- 1** Je hebt de beschikking over de volgende meetinstrumenten:
 - 1 liniaal
 - 2 schuifmaat
 - 3 rolmaat (2 meter lengte)
 - 4 meetlint (25 meter lengte)
 - 5 schroefmicrometer
 - 6 maatcilinder (100 ml)
 - 7 maatcilinder (1000 ml)
 - 8 brieuweger (tot maximaal 500 g)
 - 9 balans (tot maximaal 2 kg)
 - 10 personenweegschaal (tot maximaal 120 kg)
 - 11 stopwatch
 - 12 klok

Nu moet je de volgende maten gaan bepalen. Noteer welk meetinstrument je het beste kunt gebruiken bij elke meting.

- a** de dikte van je nagel
- b** de massa van dit boek
- c** hoeveel melk er precies in een literpak zit
- d** de hoogte van het schoolgebouw
- e** de lengte van een voetbalveld
- f** de hoogte van het doel op een voetbalveld
- g** de massa van een voetbal
- h** de tijd die je per dag aan je huiswerk besteedt
- i** de tijd die je per dag op school doorbrengt
- j** de massa van je stoel
- k** de lengte van een lucifer
- l** het volume van een steentje
- m** de dikte van dit blad uit je boek

Eenheden

2 Wat is de eenheid van lengte?

Behalve de lengte van iets kun je ook de breedte, hoogte, dikte, afstand en diepte uitdrukken in meters. Toch zeggen we in het algemeen: de meter is de eenheid van lengte. Voor kleine of heel kleine lengten gebruiken we de voorvoegsels deci-, centi- en milli-. Voor heel grote lengten gebruiken we kilo- en mega-. De voorvoegsels geven aan dat we niet de meter als maat nemen, maar een stukje ervan of een veelvoud ervan.

Onthoud:

milli-	betekent: een duizendste =	0,001
	afgekort: m	
centi-	betekent: een honderdste =	0,01
	afgekort: c	
deci-	betekent: een tiende =	0,1
	afgekort: d	
kilo-	betekent: duizend =	1000
	afgekort: k	
mega-	betekent: miljoen =	1000000
	afgekort: M	

3 Deze voorvoegsels kunnen we ook gebruiken bij andere eenheden:

1 milligram	= ... gram
1 milliseconde	= ... seconde
1 kilogram	= ... gram
1 deciliter	= ... milliliter

- 4 a** Lees op de afgebeelde vergrote liniaal in figuur 24 af hoe lang het blokje is.
b Hoe dik is de spijker in figuur 25?
- 5 a** Meet de lengte van het blokje in figuur 24 nogmaals, maar nu met je eigen liniaal of geodriehoek.
b Doe dat ook met de dikte van de spijker uit figuur 25.

FIG. 24

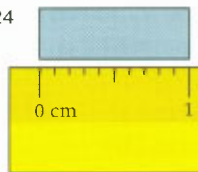
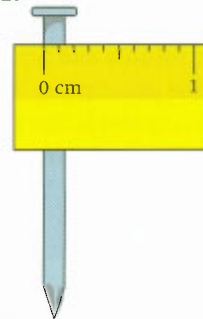


FIG. 25



- 6 a** Meet de dikte van dit boek.
b Bereken zo nauwkeurig mogelijk de dikte van één blad uit dit boek.

7 Wat is de eenheid van oppervlakte?

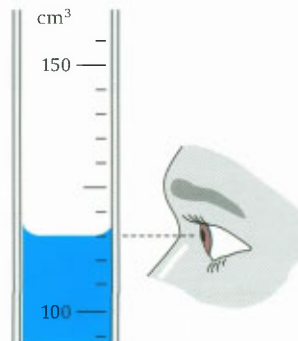
8 Bepaal de oppervlakte van deze bladzijde in cm^2 .

9 Wat is de eenheid van volume?

Als een voorwerp niet de vorm van een blok of een kubus heeft, kun je toch het volume bepalen door het in een maatcilinder met water onder te dompelen. In een glas staat de waterspiegel aan de rand altijd een beetje omhoog. Van opzij gezien ontstaan twee randen om bij af te lezen hoeveel water in de maatcilinder zit. De onderste rand geeft de hoogte aan van verreweg het meeste water in het glas; lees die stand dan ook af, want daar is de maatcilinder op geijkt.

10 Lees in figuur 26 de hoogte van de waterspiegel af.

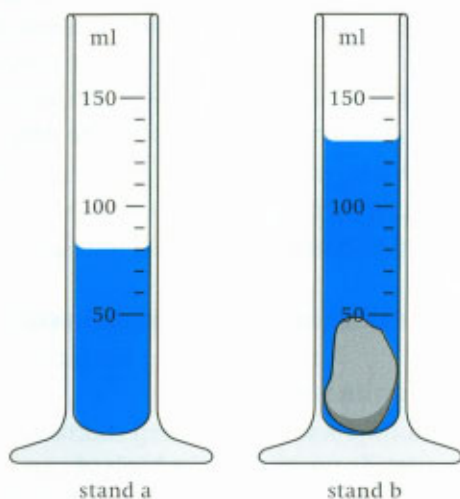
FIG. 26



- 11** Lees zo nauwkeurig mogelijk de stand van het water af vóór en na de onderdompeling en bepaal het volume van het voorwerp (figuur 27).

- a** Hoe groot is het volume in stand a?
- b** Hoe groot is het volume in stand b?
- c** Hoe groot is het volume van het voorwerp?

FIG. 27



BLOK 1 HERHAALSTOF

H3 Schakelingen en reflectie

Schakelingen

Op het elektriciteitsnet thuis en op school staat een spanning van 220 volt. Deze spanning is veel te hoog om zonder gevaar proefjes te kunnen doen. Daarom gebruiken we een spanningsbron die van die hoge spanning een lage, ongevaarlijke spanning maakt. Met een knop kunnen we de spanning instellen. Een batterij heeft een vaste spanning die er op aangegeven staat.

Als je een lampje op een batterij of op een spanningsbron aansluit, zul je merken dat het lampje pas brandt, wanneer je beide snoertjes goed hebt aangesloten. Maak je er één los, dan zal het lampje niet meer branden.

- 1** Teken hoe je een lampje aan moet sluiten op een batterij of spanningsbron.

Bij een lampje of een ander elektrisch apparaat heb je altijd een kringloop. Is die kring gesloten, dan werkt het apparaat. Is die kring verbroken, dan werkt het apparaat niet.

- 2 a** Kun je op een batterij of spanningsbron meer dan één lampje aansluiten, waarbij alle lampjes branden?
b Teken hoe je twee lampjes op een batterij of spanningsbron kunt laten branden.
- 3** Naar de ruitewissermotor van een auto loopt maar één draad. Hoe is hier de kring gesloten?
- 4** Een elektrische trein krijgt zijn elektrische stroom van de bovenleiding. Hoe gaat de stroom hier terug?

Reflectie

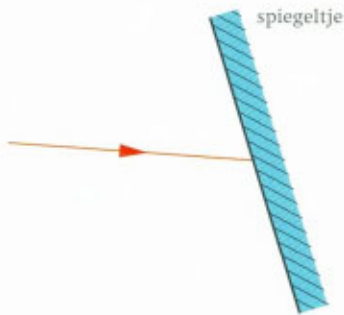
Als je in een spiegel kijkt, zie je je gezicht alleen als je het spiegelbeeld recht voor je houdt. Houd je het wat scheef, dan zie je de dingen links of rechts naast je.

Een lichtstraal die op een spiegel valt, kaatst net zo terug als een bal die op de grond stuit.

Laat je de bal recht naar beneden vallen, dan stuit hij ook weer recht omhoog. Gooi je de bal schuin op de grond, dan zal hij schuin omhoog verder stuiten.

- 5 Neem figuur 28 over en schets het verdere verloop van de lichtstraal na de terugkaatsing.

FIG. 28



Bij een reflector kaatst het licht terug in de richting waar het vandaan is gekomen.

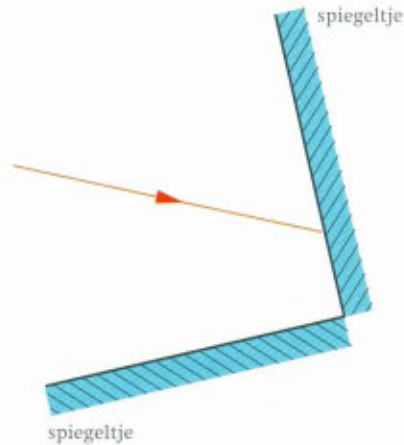
Als je twee spiegeltjes loodrecht op elkaar zet, met de spiegelende kanten naar elkaar toe, valt een lichtstraal eerst op het éne spiegeltje en vervolgens op het andere spiegeltje.

Daardoor kaatst de lichtstraal terug in dezelfde richting als waar hij vandaan kwam.

Een reflector is opgebouwd uit heel veel van die spiegeltjes die loodrecht op elkaar staan.

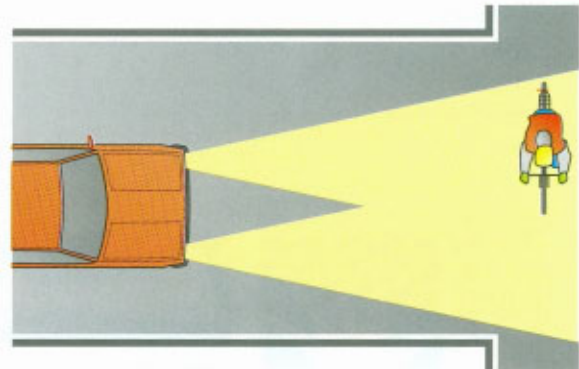
- 6 Neem figuur 29 over en schets het verdere verloop van de lichtstraal.

FIG. 29



- 7 a De fiets in figuur 30 heeft reflectiebanden. Wordt de fietser door de automobilist waargenomen?
b Neem figuur 30 over en teken enkele lichtstralen waaruit dat wel of niet blijkt.

FIG. 30



E1 Meten met maten

Er wordt heel wat gemeten, geteld en gewogen. Als je een kastje gaat timmeren, meet je steeds de lengte, de breedte en de dikte van allerlei planken.

Je telt je geld, maar ook de schapen in de wei. De slager weegt een stuk vlees; de groenteboer een rode kool.

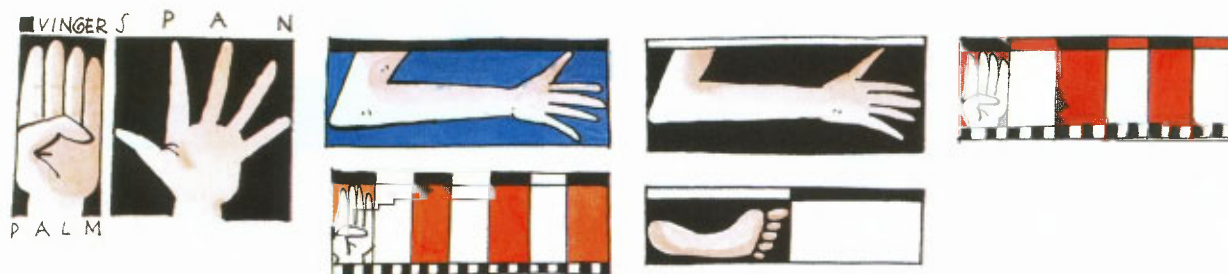
Fabrikanten van levensmiddelen vermelden maten op hun pakjes. Voor natuurkundigen zijn ze niet altijd even duidelijk. Zo kom je bijvoorbeeld een pak hagel-slag tegen waarop staat: inhoud 500 gram. De fabrikant bedoelt dan dat de massa van de hagelslag 500 gram is en de inhoud uit chocoladekorrels bestaat. Waar gekocht en gehandeld wordt, wordt gemeten. Als je meet, heb je maten nodig. Voor de lengte gebruik je de meter, voor de massa de kilogram.

1 Onder een *eenheid* verstaan we: een *maat voor een grootheid*.

Noem voor elk van de volgende vier grootheden minstens één eenheid die je in het dagelijks leven gebruikt:

- afstand;
- tijd;
- massa;
- temperatuur.

FIG. 31



Maten in de oudheid

De meter als maat voor de lengte en de kilogram als maat voor de massa zijn nog niet lang in gebruik.

Tijdens de oudheid ontstond de behoefte om maten te hebben. Men dreef handel en bouwde grote gebouwen zoals tempels en piramides. De eerste maten zijn ontleend aan het menselijk lichaam. Omdat men in een bepaald land graag dezelfde maten had, nam men als standaard vaak lengten die waren ontleend aan de koning of farao.

Een aantal maten voor lengte (figuur 31):

el: de afstand van de elleboog tot het topje van de middelvinger;

span: de afstand van de top van de pink tot de top van de duim bij gestrekte hand;

palm: de afstand, gemeten over de vier knokkels van je vingers.

Verder waren er nog de vinger, de voet en de duim.

In Egypte werd de el, ontleend aan de farao, verdeeld in 7 palm. Elke palm kende vier vinger. Een Egyptische el bestond dus uit 28 vinger.

Toch werd deze verdeling niet in het gehele Midden Oosten gebruikt. In Mesopotamië verdeelde men de el in 2 voet en elke voet in 3 palm. Een el bestond daar dus uit 6 palm ofwel 24 vinger.

FIG. 33



FIG. 32

In de oudheid had men ook maten voor de massa. In Egypte had men als standaard de koninklijke graan-korrel. Deze korrel was getrokken uit het midden van een rijpe gerste-aar. Natuurlijk was deze maat onhandig en daarom was deze meer een denkbeeldige standaard. Men gebruikte meestal de sikkel die overeen kwam met de massa van 120 tot 200 korrels. Deze maat varieerde dus nogal van tijd tot tijd en per streek. Handelaars hadden vaak een aantal gepolijste stenen bij zich die overeenkwamen met een aantal malen de sikkel. Op deze stenen stond de waarde ingegraveerd (figuur 32).

Om te wegen gebruikte men in die dagen de gelijk-armige balans (figuur 33).



FIG. 34



Later

In de middeleeuwen kende men ook allerlei maten. Soms probeerde men wat eenheid in de maten te brengen. Zo voerde de Engelse koning Hendrik I in 1101 een lange el in. Deze el werd gemeten van het puntje van zijn neus tot de top van zijn middelvinger bij gestrekte arm. Men noemde deze nieuwe maat de yard (figuur 34).

Werden in de oudheid de standaards veelal in tempels bewaard, later gebeurde dit steeds meer in openbare gebouwen. Men kon er dan gemakkelijk zijn eigen maten mee vergelijken.

In de voorgevel van het stadhuis te Leiden waren destijds twee ijzeren pennen ingemetseld, als standaard van de Rijnlandse roede (3,768 m). Deze was weer verdeeld in 12 Rijnlandse voet. Maar bij de brand in 1929 is de standaard verloren gegaan.

De meter en de kilogram

Er waren een aantal redenen waarom men ging streven naar internationaal afgesproken maten:

- iedere streek had zijn eigen standaardmaten, waardoor een reizende koopman vaak vele soorten maten bij zich moest hebben;
- er verdwenen standaardmaten bij branden;
- de opkomende natuurwetenschappen en technieken wilden graag *reproduceerbare* maten.

Reproduceerbare maten zijn maten die niet afhangen van de mensen die deze gebruiken. Ze veranderen ook niet gedurende de eeuwen die volgen.

In 1664 probeerde onze landgenoot Christiaan Huygens het, maar pas na de Franse Revolutie kwamen de eerste afspraken.

Tussen 1792 en 1798 maten Méchain en Delambre de afstand tussen Duinkerken en Barcelona. Uit die afstand wilden zij de omtrek van de aarde bepalen.

Van de omtrek van de aarde wilden zij dan het veertigmiljoenste deel als eenheid voor lengte gebruiken. Zij gaven deze maat de Griekse naam *meter*. Zij dachten dat men op deze manier op elk gewenst ogenblik, dus ook als de stoffelijke standaard verloren mocht gaan, de meter opnieuw kon bepalen.

FIG. 35 De standaard X-meter van platina-iridium.



Helaas was hun berekening niet helemaal correct. Zij hadden de afplatting van de aarde aan de polen onvolgende meegerekend. Toen men dit ontdekte, had men reeds een platina staaf (die men de meter noemde) als internationale standaard in de staatsarchieven opgeborgen. Want platina is hard en sterk, en wordt niet aangetast door chemische stoffen; het kan dus bijvoorbeeld niet roesten. Verschillende landen waaronder Nederland hadden van deze staaf al een ijzeren kopie.

Om niet al te moeilijk te doen besloot men daarom bij de *Meterconventie van 1875* de meter eenvoudig te beschouwen als de afstand tussen de uiteinden van de meter die in de Franse staatsarchieven lag bij een temperatuur van smeltend ijs. Er werden een aantal kopieën (maar wel in een andere vorm) van de *mètre des archives* gemaakt. Deze kopieën hebben eveneens een X-profiel (figuur 35).

Deze X-staven zijn iets langer dan 100 cm. Op de binnenlaag van de X-meter staan aan elk van de uiteinden drie streepjes. De afstand tussen de middelste streepjes aan weerszijden van de staaf is precies 1 meter. Verschillende landen hebben zich een kopie van de X-meter aangeschaft. Elke tien jaar worden de standaards naar Parijs gestuurd om op het *Bureau International des Poids et Mesures* te Sèvres (voorstad van Parijs) te worden vergeleken met de X-meter die aldaar wordt bewaard.

Behalve een platina staaf die de meter is, wordt in de Franse staatsarchieven ook een platina cilinder bewaard bij een temperatuur van 0 °C. Deze cilinder noemt men één kilogram. Het is dus de standaardmaat voor de massa.

- 2 Neem als jouw standaard-el de afstand van je elleboog tot aan het topje van je middelvinger.
 - a Hoeveel palm gaan er in jouw el?
 - Hoeveel vinger?
 - Hoeveel span?
 - Hoeveel voet?

E2 Iets over elektrische en magnetische eigenschappen van stoffen

- b** Meet de lengte van je tafel. Geef het antwoord in: zoveel el, nog zoveel palm en nog zoveel vinger. Natuurlijk mag je ook de voet en de span gebruiken.
- c** Meet nog een aantal lengten, zoals de hoogte van je tafel, de dikte van een boek, enzovoorts.
- d** Wat zijn de voordelen van dit systeem? Wat de nadelen?
- 3** In de 18e eeuw werd de *meter* gekozen als eenheid van lengte; daarvan is de kilometer (kilo = 1000) weer afgeleid.
- In diezelfde tijd werd de *kilogram* gekozen als eenheid van massa; daarvan is dus de gram (= 0,001 kg) weer afgeleid.
- a** Waarom is dit eigenlijk onlogisch? Wat zou logischer zijn geweest?
- De reden zit hem in het nauwkeurig namaken van deze standaarden in die tijd. Men kon toen lang niet zo nauwkeurig wegen als nu.
- b** Leg uit waarom een meter in de 18de eeuw veel nauwkeuriger was na te maken dan een millimeter.
- c** Waarom was een kilogram veel nauwkeuriger na te maken dan een gram?
- Oorspronkelijk was de kilogram gedefinieerd als: de massa van een platina-iridiumcilinder, met dezelfde massa als 1 dm³ water bij 4 °C (omdat water bij 4 °C zijn grootste dichtheid heeft). Bij nauwkeurig wegen bleken op deze wijze gemaakte cilinders echter ca 0,03% in massa te kunnen verschillen. Daarom heeft men later de massa van de in Sèvres (bij Parijs) bewaarde standaardmassa van 1 kg zelf als eenheid gekozen.
- d** Welke soort meting speelde – behalve het meten van massa – óók een rol bij het namaken van de kilogram volgens de oorspronkelijke definitie?
- e** Maak duidelijk waarom deze meting blijktbaar de oorzaak was van de onnauwkeurigheid van 0,03 % in de massa.

Eigenschappen van stoffen zijn kleur, hardheid, doorzichtigheid, breekbaarheid enzovoorts. We kunnen onderzoeken of bepaalde stoffen ook elektrische of magnetische eigenschappen bezitten.

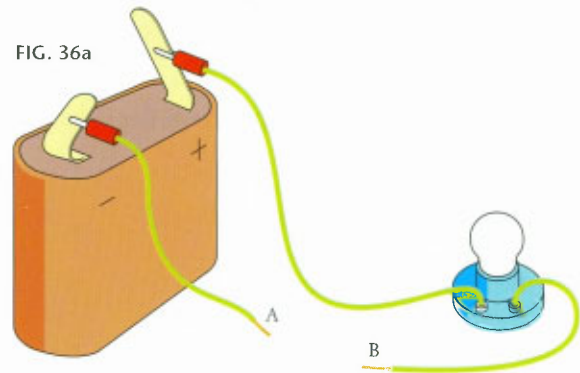
Elektrische geleiding

Er zijn veel elektrische verschijnselen. Daarover wordt in de derde klas meer verteld. Wij gaan nu alleen onderzoeken of een bepaalde stof een elektrische stroom wel of niet doorlaat. We hebben hiervoor een batterij, een lampje in een fitting (denk aan je fietslampje) en wat snoertjes nodig. We maken de opstelling zoals afgebeeld in figuur 36.

A en B zijn blanke uiteinden (of stekers) van elektriciteitsdraad.

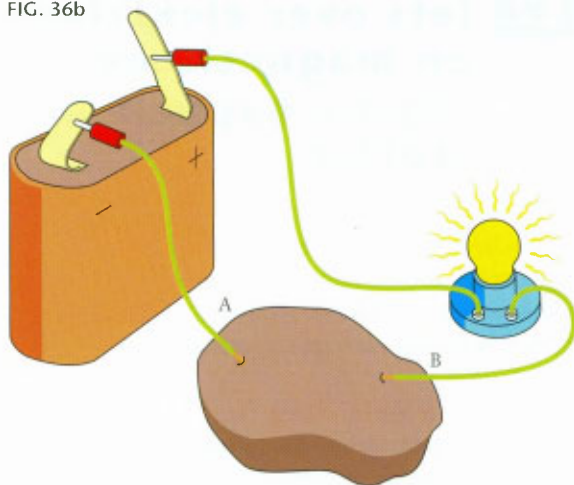
- 1** Houdt A tegen B.
Wat gebeurt er? Loopt er nu een stroom?

FIG. 36a



- 2** Plaats tussen A en B allerlei voorwerpen.
Kijk van welke stof deze voorwerpen gemaakt zijn. Maak een lijstje van stoffen die de elektriciteit wel geleiden (het lampje brandt dan) en een lijstje van stoffen die de elektriciteit niet geleiden (het lampje brandt dan niet).

FIG. 36b



- 3 a Waarvoor dient bij elektriciteitsdraad het koper?
b En waarvoor het rubber?

Magnetische aantrekking

- 4 Neem een magneet en onderzoek welke stoffen de magneet wel aantrekt en welke stoffen niet. Maak een lijstje van stoffen die worden aangetrokken en een lijstje van stoffen die niet worden aangetrokken door de magneet.
- 5 Bevestig de magneet met een klem aan een statief. Neem een aantal spijkers. Probeer zoveel mogelijk spijkers onder elkaar aan de magneet te hangen.
- 6 Neem een spijker en houd hem een heel klein stukje van de magneet. Kun je nu aan die spijker nog andere spijkers hangen?
- 7 Houd tussen de magneet en een spijker een blaadje papier. Wordt de spijker nu nog aangetrokken door de magneet?
Houd nu meer blaadjes tussen de magneet en de spijker. Hoeveel blaadjes heb je nodig voordat de spijker niet meer door de magneet wordt aangetrokken?

Oefenvragen en opgaven

De ontwikkeling van de fiets

- 1 a Welk groot nadeel had de 'hoge bi' (figuur 2) in het gebruik ten opzichte van de 'safety bicycle' (figuur 3) en onze moderne fiets? Licht je antwoord toe.
b Waarom had de 'hoge bi' zo'n groot voorwiel?
c Welke verbetering in de constructie heeft dat hoge voorwiel overbodig gemaakt?
d Vind jij de moderne ligfiets (figuur 4) even veilig als een normale fiets? Licht je antwoord toe.
Je ziet de laatste jaren bij wielervedstrijden soms racefietsen waarvan de wielen geen spaken hebben, maar zijn voorzien van kegelvormige plastic schotels; 'gesloten' wielen dus.
e Zou men dit doen om de fiets lichter van gewicht te maken, of is er volgens jou een andere reden? Licht je antwoord toe.

Tabellen maken en daaruit conclusies trekken

- 2 Van tien personen is de lengte in cm en de massa in kg bepaald:

Persoon 1:	lengte 175 cm	massa 70 kg
Persoon 2:	lengte 186 cm	massa 82 kg
Persoon 3:	lengte 173 cm	massa 72 kg
Persoon 4:	lengte 176 cm	massa 75 kg
Persoon 5:	lengte 184 cm	massa 73 kg
Persoon 6:	lengte 171 cm	massa 63 kg
Persoon 7:	lengte 179 cm	massa 68 kg
Persoon 8:	lengte 182 cm	massa 81 kg
Persoon 9:	lengte 165 cm	massa 62 kg
Persoon 10:	lengte 185 cm	massa 76 kg

- a Je gaat nu een tabel maken, waarin deze tien personen worden gerangschikt naar opklimmende lichaamslengte:

nummer persoon	lengte (cm)	massa (kg)	lengte/massa (cm/kg)
9	165	62	2,66
...
...

Onder de kolomkoppen komen dus tien regels. Kolom 4 vul je nog niet in. We hebben een start voor je gemaakt. Vul nu de eerste drie kolommen van de tabel in.

b Je maakt nu een nieuwe tabel, waarin de tien personen worden gerangschikt naar opklimmende massa:

nummer persoon	massa (kg)	lengte (cm)	massa/lengte (kg/cm)
9	62	165	0,376
...
...

Onder de kolomkoppen komen weer tien regels en kolom 4 vul je voorlopig weer niet in. De start is weer gemaakt. Vul weer de eerste drie kolommen van deze tabel in.

c *Wie is de magerste gezien zijn lichaamslengte?* Die persoon zal gezien zijn lichaamslengte de kleinste massa moeten hebben. Dat betekent: Als de lichaamslengte (relatief) groot is en de massa (relatief) klein, zal de verhouding lichaamslengte/massa groot zijn.

Bepaal daarom voor alle tien personen deze verhouding (rond af op het tweede cijfer achter de komma) en vul dit in de vierde kolom van je eerste tabel in.

Leid nu uit de vierde kolom af welke persoon (relatief) het magerste is.

d *Wie is het dikste gezien zijn lichaamslengte?* Die persoon zal gezien zijn massa de kleinste lichaamslengte moeten hebben. Dat betekent: Als zijn massa (relatief) groot is en zijn lichaamslengte (relatief) klein, zal de verhouding massa/lichaamslengte groot zijn.

Bepaal daarom weer voor alle tien personen deze verhouding (rond af op het derde cijfer achter de komma) en vul dit in de vierde kolom van je tweede tabel in.

Leid nu uit de vierde kolom af welke persoon (relatief) het dikste is.



GEWICHT EN MASSA

In het dagelijks leven spreekt men meestal (foutief) van het 'gewicht'. In T2 heb je al geleerd dat de massa (van een brief) wordt uitgedrukt in (kilo)gram. Maar 'gewicht' is een kracht en een kracht wordt uitgedrukt in newton. Een astronaut weegt op de maan minder newton (omdat de maan minder hard aan hem trekt dan de aarde), maar zijn massa (het aantal kg) is nog hetzelfde als op aarde: hij bestaat nog uit evenveel vlees en botjes!

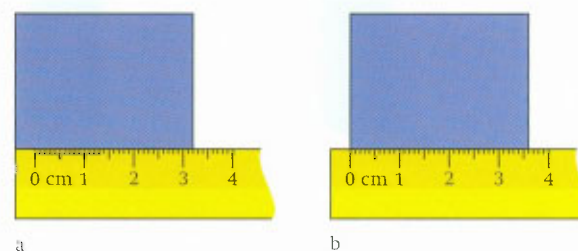
Lengte, oppervlakte, volume en massa bepalen

3 Nancy (figuur 37a) en Petra (figuur 37b) meten beiden de lengte van hetzelfde blokje.

a Wie doet het verkeerd, en waarom?

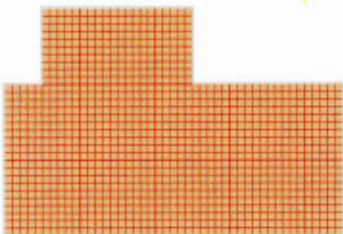
b Wat is de juiste lengte van het blokje (afgerond op hele mm)?

FIG. 37 Het meten van de lengte van een blokje.



In figuur 38 staat een figuur op grafiekpapier.
c Bereken de oppervlakte van de figuur in mm^2 .

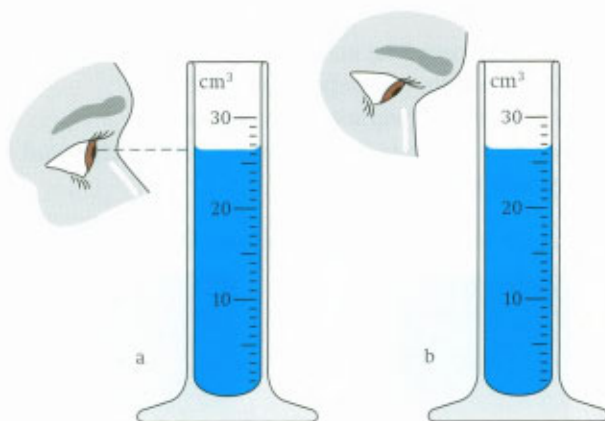
FIG. 38 Het bepalen van de oppervlakte van een figuur.



Peter (figuur 39a) en John (figuur 39b) bepalen het volume van een hoeveelheid water in een maatglas.

- d** Wie doet het verkeerd, en waarom?
e Hoeveel cm^3 zit er in het maatglas?

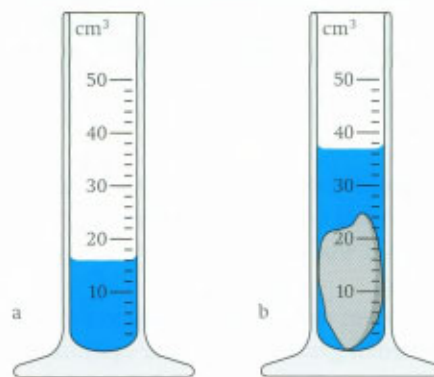
FIG. 39 Het bepalen van het volume van een vloeistof.



In een maatglas zit een hoeveelheid water (figuur 40a). Om het volume van een steentje te bepalen laat je er voorzichtig het steentje inglijden (figuur 40b).

- f** Leg uit waarom je bepaling onnauwkeurig wordt, als het steentje in het water zou plonzen.
g Bepaal het volume van het steentje.

FIG. 40 Het bepalen van het volume van een steentje.



Om de massa van een hoeveelheid spiritus te bepalen zet je op de linker balansschaal een leeg beker-glaasje (figuur 41a). Er is evenwicht, als op de rechter schaal staan:

- 1 massa van 50 gram
- 1 massa van 20 gram
- 1 massa van 5 gram
- 2 massa's van 2 gram
- 1 massa van 500 milligram

FIG. 41a Het bepalen van de massa van een vloeistof.

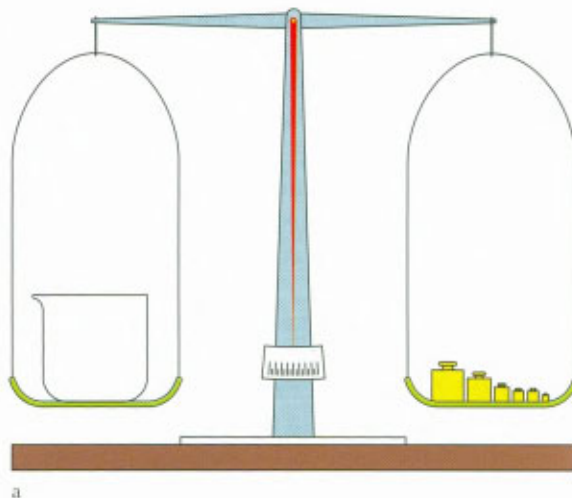
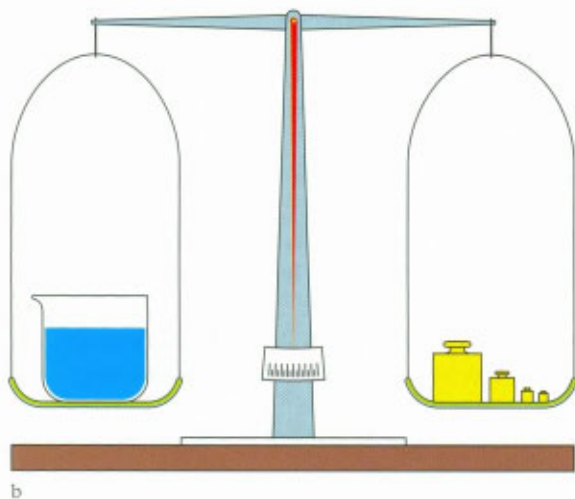


FIG. 41b Het bepalen van de massa van een vloeistof.



Vervolgens giet je in het bekeerglas 50 cm^3 spiritus en maakt daarna opnieuw evenwicht (figuur 41b). Op de rechter schaal staan nu:

- 1 massa van 100 gram
- 1 massa van 20 gram
- 1 massa van 2 gram
- 1 massa van 1 gram

h Bereken de massa van de spiritus.

i Bereken de massa van 1 cm^3 spiritus.

Grootheden en eenheden

- 4 a** Bepaal van de volgende tien gegevens of je te maken hebt met een grootheid, een eenheid of geen van beide.
- temperatuur
 - de vorm van een voorwerp
 - massa
 - dm^3
 - het volume van een voorwerp
 - $^\circ\text{C}$
 - kleur
 - seconde
 - tijd
 - m^2

b Neem over en reken om:

- $60\,000 \text{ mg}$ = ... kg
- $2,5 \text{ m}^2$ = ... cm^2
- $800\,000 \text{ cm}$ = ... km
- 65 dm^2 = ... mm^2
- $50\,000 \text{ cm}^3$ = ... m^3
- $2,5 \text{ m}^3$ = ... mm^3

Fietsverlichting en reflectie

5 a Hoe loopt bij je fiets de stroomkring waarin de koplamp is opgenomen?

b Dezelfde vraag voor het achterlicht.

c Je achterlicht hoeft veel minder licht te geven dan de koplamp. Toch branden ze beiden op dezelfde dynamo. Hoe is er voor gezorgd dat je koplamp méér licht geeft?

d Je dynamo zit via een klem met twee bouten op je voorvork bevestigd. In het midden van die klem, recht boven de voorvork, zit een schroefje. Dit schroefje heeft aan de achterkant (de kant van de vork dus) een scherpe punt. Als je de dynamo monteert zet je eerst de klem vast met de twee bouten. Daarna moet je het genoemde schroefje stevig aan-draaien.

Leg uit waarom dat nodig is.

e Ook al werken je koplamp en je achterlicht, tóch is het wettelijk voorgeschreven dat een auto je fiets in het donker door middel van reflectie duidelijk moet kunnen zien onder twee verschillende omstandigheden:

- 1 als de auto je fiets van achteren nadert;
- 2 als de auto je van links of rechts – dus uit een zijstraat – nadert.

Waar zit(ten) op je fiets de reflector(en) voor geval 1 en waar voor geval 2? Voor geval 2 zijn twee verschillende oplossingen toegestaan; noem ze beide.

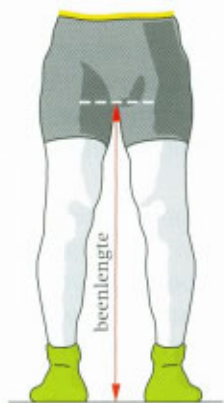
E4 Je fiets op de juiste maat

Lengte meten aan je lichaam

Je fiets moet goed aangepast zijn aan de maten van jouw lichaam om prettig te kunnen fietsen. Je gaat daarom je beenlengte en je armlengte bepalen. Bij de controle van de afstelling gebruik je deze metingen om je eigen fiets te controleren. Het gaat daarbij om de zadelhoogte en de stuuraafstand.

- 1 De beenlengte meet je als volgt: houd het begin van de rolmaat in je lies vast en laat een ander de hoogte tot de grond bepalen (figuur 42).
lengte been = ... cm

FIG. 42 Het meten van je beenlengte.



- 2 Meet de lengte van je onderarm als volgt: leg je gebogen arm op tafel met je elleboog tegen iets aan, bijvoorbeeld tegen een boek. Meet vanaf het boek tot aan je vingertoppen de afstand met een rolmaat.
lengte onderarm = ... cm

Controle van de afstelling

Je gaat nu controleren of je eigen fiets goed staat afgesteld op jouw arm- en beenlengte. Verder worden er nog een aantal zaken vermeld die belangrijk zijn voor een prettige zit op je fiets.

Bij de afstelling van een fiets zijn de volgende punten van belang (zie figuur 43):

- zadelhoogte ten opzichte van de pedalen;
- horizontale positie van het zadel;
- stuurhoogte;
- afstand tussen zadel en stuur (stuuraafstand);
- hoek van het stuur ten opzichte van de weg.

De zadelhoogte is de afstand van de onderste pedaal tot de zadeltop, gemeten langs de zitbuis. De zadelhoogte moet $1,09 \times$ de beenlengte zijn.

De beenlengte wordt gemeten van de grond tot de lies, waarbij de zool van de schoen meegemeten wordt.

- 3 Meet de zadelhoogte van je fiets.

Controleer of de zadelhoogte gelijk is aan $1,09 \times$ jouw beenlengte, die je bij opdracht 1 hebt gemeten.

Raadpleeg voor het omrekenen de tabel in figuur 44.

Noteer je bevindingen in je schrift.

FIG. 43 Belangrijke maten van je fiets.

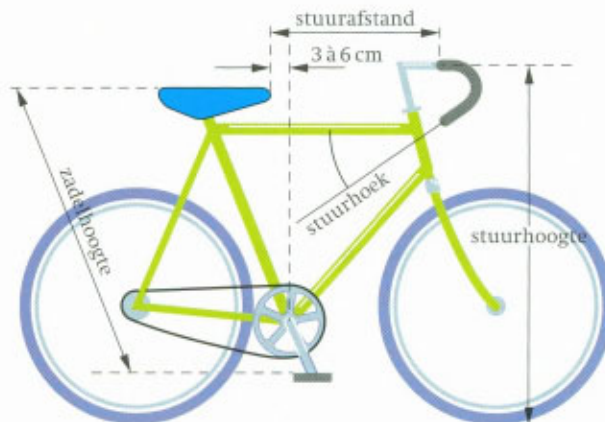


FIG. 44 De relatie tussen je beenlengte, de maximale framehoogte en de zadelhoogte.

beenlengte (cm)	maximale frame- hoogte (cm)	zadelhoogte (cm)
70	47	76
71	48	77
72	49	78
73	50	80
74	51	81
75	52	82
76	53	83
77	54	84
78	55	85
79	56	86
80	57	87
81	58	88
82	59	89
83	60	90
84	61	92
85	62	93
86	63	94
87	64	95
88	65	96
89	66	97
90	67	98
91	68	99
92	69	100
93	70	101
94	71	102

Het zitvlak van je zadel moet horizontaal staan om afglijden te voorkomen. De zadelpunt moet 3 à 6 cm achter de trapas liggen (6 cm voor maximale kracht, 3 cm voor sneller trappen).

- 4 Meet de afstand van de zadelpunt tot de trapas als volgt: hang een flinke moer of bout aan een dun koordje en houd dit bij de zadelpunt. Bij de trapas kun je nu opmeten hoe ver het koordje van de trapas af hangt. Dit moet dus zo'n 3 tot 6 cm zijn. Noteer je bevindingen weer in je schrift.

Het hoogste punt van het stuur hoort iets lager dan het zadel te zijn. Dit geldt voornamelijk voor sport- en racefietsen. De afstand van het zadel tot het stuur (de stuurafstand) wordt bepaald door de lengte van je onderarm.

- 5 Meet met een rolmaat de stuurafstand. Controleer of dit klopt met de lengte van je onderarm, die je in opdracht 2 hebt gemeten.
Je kunt het ook op de volgende manier bepalen: Zet je elleboog tegen de zadelpunt. Je gestrekte hand moet dan net met de vingertoppen tot het dwarse deel van je stuur komen. Noteer weer je bevindingen in je schrift.

Bij een racefiets moeten de uiteinden van het stuur zo'n 10 tot 15 graden naar beneden wijzen.

Een plezierige fietstocht!