

Blok 3 | Zinken, zweven, drijven



Blok 3 | Zinken, zweven, drijven

Basisstof

P 1	
Zinken, zweven of drijven	1
P 2	
De opwaartse kracht in vloeistoffen	2
P 3	
Drijven	3
T 1	
Zinken, zweven of drijven	5
T 2	
Archimedes en de opwaartse kracht	6
T 3	
Drijven	7
W 1	
Zinken, zweven of drijven	8
W 2	
Archimedes en de opwaartse kracht	8
W 3	
Drijven	9

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

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

Herhaalstof

H 1	
Dichtheid; zinken, zweven en drijven	10
H 2	
Waarvan hangt de opwaartse kracht af?	11
H 3	
Drijven	12
H 1	
Antwoordblad	15
H 2	
Antwoordblad	15
H 3	
Antwoordblad	16

Extra stof

15	
De proef met het emmertje van 's Gravesande	17
16	
Simon Stevin	18
17	
Vlotterwerking	20

Wat je moet kunnen aan het eind van blok 3

Wat je moet weten om aan blok 3 te kunnen beginnen

Te vinden in:

- 1**
a Je moet weten welke grootheid aangeeft hoeveel ruimte een voorwerp inneemt.
b Je moet de eenheden van deze grootheid kennen.
c Je moet deze eenheden in elkaar kunnen omrekenen.
- 2**
Je moet met een balans het aantal kilogram of gram van een voorwerp kunnen meten.
- 3**
Je moet weten wat de eenheid van kracht is en welk symbool voor deze eenheid gebruikt wordt.
- 4**
Je moet met een krachtmeter een kracht kunnen meten.
- 5**
Je moet weten hoeveel gram je met 1 newton op aarde kunt dragen.
- 6**
Je moet weten dat dichtheid een stofeigenschap is, dus niet afhangt van de vorm van het voorwerp. De dichtheid hangt ook niet af van alleen de massa of alleen het volume.

Blok 1
Blok 1
Blok 1

Blok 1

Blok 2

Blok 2

Blok 2

Blok 1

Wat je verder moet kunnen aan het eind van blok 3

- 7**
Je moet kunnen aangeven waarom je niet zomaar kunt zeggen dat bijvoorbeeld ijzer zwaarder is dan hout.
- 8**
a Je moet weten wat dichtheid is.
b Je moet de eenheid van dichtheid kennen.
- 9**
Je kent de dichtheid van de stof van een bepaald voorwerp en van een bepaalde vloeistof. Je moet dan kunnen voorspellen of het voorwerp zinkt, zweeft of drijft in die vloeistof.
- 10**
a Als je de massa en het volume van een voorwerp weet, moet je de dichtheid van de betreffende stof kunnen berekenen.
b Als je het volume van een voorwerp weet en de dichtheid van de betreffende stof, moet je de massa van het voorwerp kunnen berekenen.
- 11**
Je moet weten wat opwaartse kracht is.
- 12**
Je moet weten hoe je met een krachtmeter de opwaartse kracht op een voorwerp kunt bepalen als dat voorwerp zich in een vloeistof bevindt.
- 13**
Je moet de wet van Archimedes kennen.
- 14**
Je moet weten welke grootheden belangrijk zijn bij het berekenen van de opwaartse kracht.
- 15**
Je moet de opwaartse kracht op een voorwerp in een vloeistof kunnen berekenen, als je het volume van de verplaatste vloeistof en de dichtheid van de vloeistof kent.
- 16**
Als je van een in een vloeistof ondergedompeld voorwerp het volume en de opwaartse kracht kent, moet je de dichtheid van de vloeistof kunnen berekenen.

T 1

T 1

T 1, W 1

T 1, W 1

P 2

P 2

T 2

T 2

T 2, W 2

W 2

Drijven

- 17**
Je moet weten welke krachten er werken op een voorwerp in een vloeistof
- 18**
Je moet weten welke krachten in evenwicht moeten zijn als een voorwerp drijft.

P 3, T 3

P 3, T 3

19

Je moet kunnen uitleggen waarom een drijvend voorwerp zakt als je het zwaarder maakt.

20

Je moet kunnen uitleggen waarom het ene voorwerp drijft en het andere zinkt in een bepaalde vloeistof.

21

Je moet kunnen uitleggen waarom een voorwerp in de ene vloeistof drijft en in de andere vloeistof zinkt.

(Let op het verschil met 20)

22

Je moet kunnen uitleggen hoe men een duikboot in het water laat stijgen en zinken.

Te vinden in:

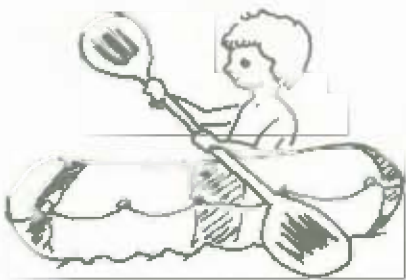
P 3, T 3

T 3

T 3, W 3

T 3

Zinken, zweven of drijven



Je weet dat sommige dingen in water blijven drijven, andere daarentegen zinken in water. Misschien heb je ook wel eens gehoord dat je in het zeer zoute water van de Dode Zee heel gemakkelijk blijft drijven. Je kunt daar niet eens zinken. In de komende lessen gaan we dergelijke verschijnselen eens wat nader onderzoeken.



1
IJzer, hout en andere materialen in verschillende vloeistoffen.
Je neemt drie bekersglazen, één gevuld met spiritus, één met water en één met glycerol. Ga van de volgende stoffen na welke in elk van de drie vloeistoffen zinkt en welke blijven drijven: aluminium, paraffine, perspex (plexiglas), hout en eventueel nog andere stoffen. Noteer in onderstaande tabel welke stoffen zinken en welke blijven drijven. Ga na of er verschillen zijn en probeer die te verklaren.

	in spiritus	in water	in glycerol
Aluminium			
Paraffine			
Perspex			
Hout			

* Proeven die zijn aangeduid met een sterretje (*), kunnen ook thuis worden gedaan.

Verklaring van de verschillen:

2
Vloeistof op vloeistof.
Doe water en glycerol in een reageerbuis. Wat gaat er boven drijven? Hoe komt dit?

Laat voorzichtig een stukje perspex in de reageerbuis vallen. Wat gebeurt er?

Hoe komt dit?

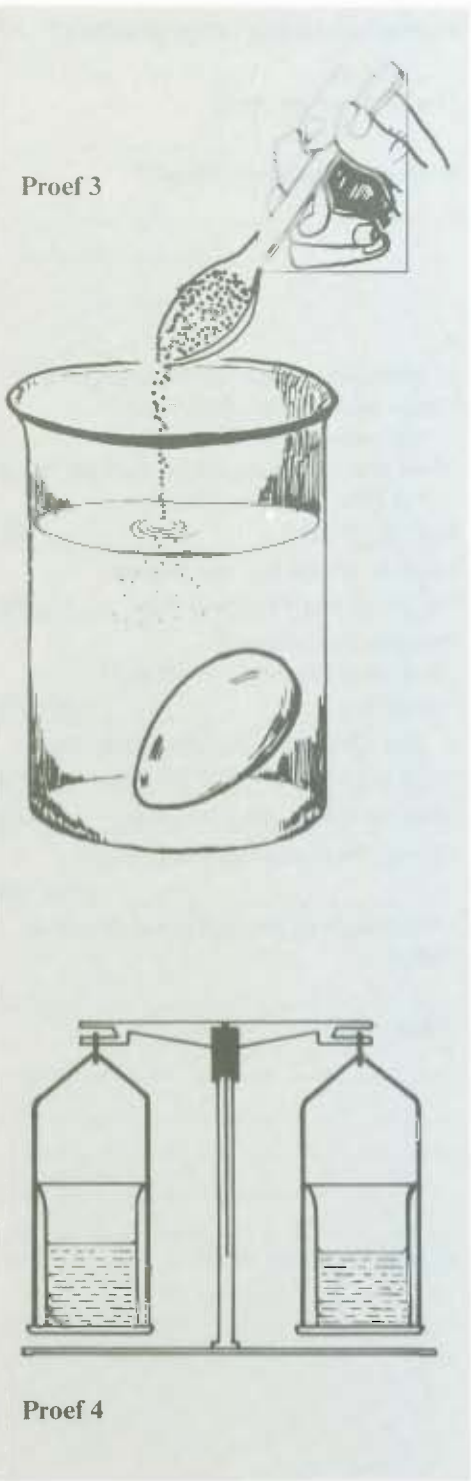
Giet voorzichtig spiritus op water in een reageerbuis. Zou het ook andersom kunnen? Licht je antwoord toe.

Laat voorzichtig een druppel olie in deze reageerbuis vallen. Wat gebeurt er?

Hoe komt dit?

3*
Het zwevende ei.
Leg een ei in een bekersglas met water. Voeg geleidelijk en al roerende soda (of zout) toe. Wat gebeurt er?

Kun je dit verklaren?



4
Je hebt bij proef 2 gezien dat spiritus blijft drijven op water. Als je moet verklaren hoe dat komt, dan zeg je misschien dat spiritus lichter is dan water. Dat zou je eigenlijk na moeten gaan. Doe dit met behulp van een balans, twee volkomen gelijke bekersglazen en één maatglas. Beschrijf in het kort hoe je de proef uitvoert:

Hoeveel cm^3 water heb je genomen?

Hoeveel cm^3 spiritus?

Waarom juist deze volumes?

5

Je hebt een onbekende vloeistof en een blokje van een onbekende stof.

a De onbekende vloeistof.

Meet met een maatglas hoeveel cm^3 vloeistof je hebt. ($1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$)

Het volume is cm^3 .

Meet de massa met een balans.

De massa van de vloeistof is gram .

Bereken de dichtheid.

De dichtheid van de onbekende vloeistof is g per cm^3 .

b Het blokje van de onbekende stof.

Meet het volume van het blokje: cm^3

Meet de massa van het blokje: gram .

De dichtheid van het blokje is dus g per cm^3 .

c Voorspel of het blokje zal drijven of zinken.

Waarom?

Probeer het maar eens.

Blok 3 | Praktikum 2

De opwaartse kracht in vloeistoffen

Van veel drijvende voorwerpen zul je wel eens gemerkt hebben dat het moeilijk is om ze onder water te duwen. Een bal die je met veel moeite onder water duwt springt met een vaart weer omhoog als je hem loslaat. Blijkbaar is er een kracht die die voorwerpen omhoog duwt.

1*

Zoek een aantal voorwerpen op zoals een pingpongballetje, een stukje kurk en een grote steen.

Houd de voorwerpen onder water.

Wat voel je?

Bij welke voorwerpen is het effect het sterkst?

We noemen de kracht, die voorwerpen in een vloeistof omhoog duwt, de opwaartse kracht.

Omdat de opwaartse kracht de oorzaak is van het schijnbaar lichter worden van voorwerpen onder water, zullen we bij deze en de volgende proeven de grootte van de opwaartse kracht eens meten en kijken waar deze van afhangt.

2

a Hang een aluminium blokje aan een krachtmeter zoals in de tekening is aangegeven. Meet het gewicht ervan.

Gewicht N

b Neem een bekerglas met water en zorg dat het blokje geheel onder water komt.

Schijnbaar gewicht N

Blijkbaar is er een opwaartse kracht die het gewicht van het blokje vermindert. Bereken deze kracht.

Opwaartse kracht N

c Laat nu het blokje slechts voor de helft onder water komen. Meet het nieuwe schijnbare gewicht.

Schijnbaar gewicht N

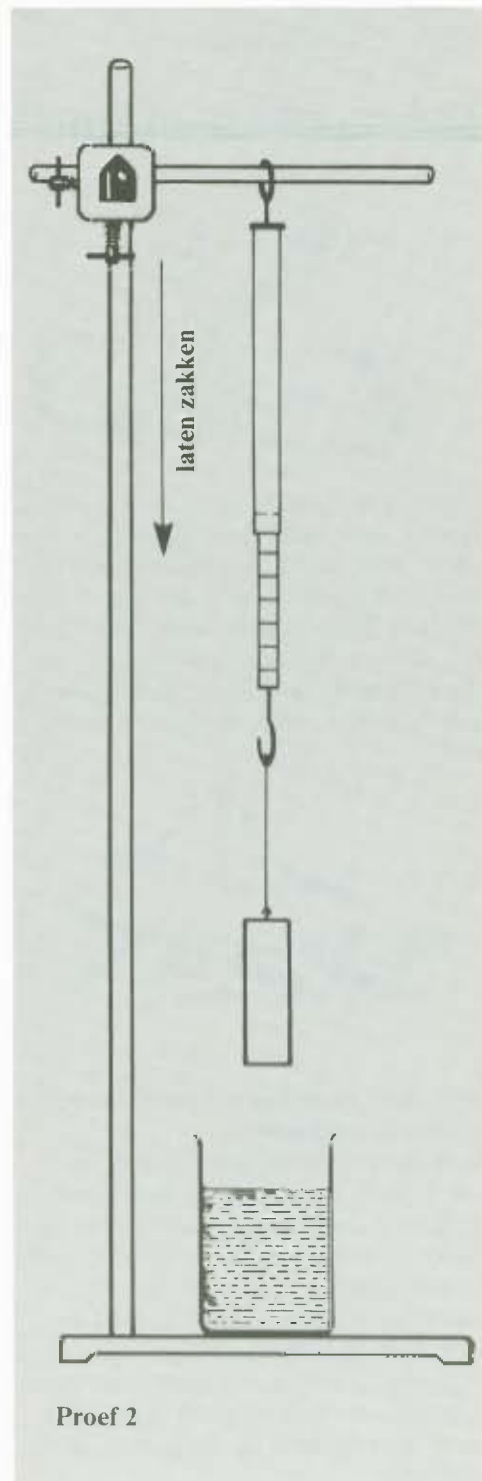
Bereken nu de opwaartse kracht.

Opwaartse kracht N

d Hoe groot zou de opwaartse kracht zijn als het blokje slechts voor een kwart onder water was?

Meet zonodig.

Opwaartse kracht N



Proef 2

Welke conclusies kun je uit deze proef trekken?

3

We doen dezelfde proeven maar nu met spiritus in plaats van water.

Neem de gegevens van proef 2 over en vul die met de resultaten van proef 3 in de tabel op blz. 3 in.

Konklusie:

De grootte van de opwaartse kracht hangt
blijkbaar ook af van

4

We doen dezelfde proeven maar nu met
een even groot blokje ijzer of ander me-
taal in water. Noteer de resultaten even-
eens in de tabel.

Konklusie:

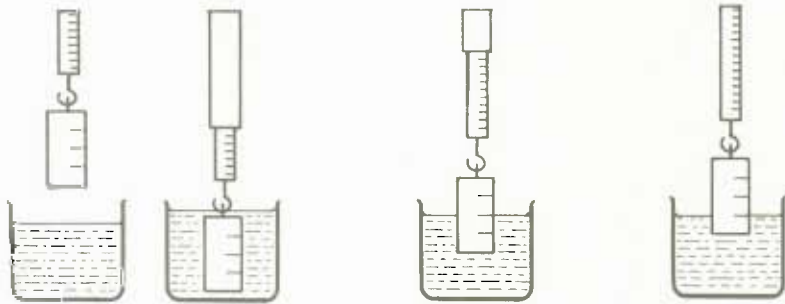
De opwaartse kracht hangt blijkbaar niet
af van

Konklusie:

Blijkbaar hangt de opwaartse kracht niet
af van het gewicht van het voorwerp dat
ondergedompeld wordt, maar wel van de
dichtheid van de vloeistof (proef 3) en het
volume van de verplaatste vloeistof
(proef 2).

Verplaatste vloeistof is de vloeistof die
oorspronkelijk op de plaats van het on-
dergedompelede voorwerp zat.

Tabel bij de proeven 2, 3 en 4



Proef	a. Gewicht in N	b. Schijnbaar gewicht in N	Opw. kracht in N	c. Schijnbaar gewicht in N	Opw. kracht in N	d. Schijnbaar gewicht in N	Opw. kracht in N
2							
3							
4							

5

Bepaal nu hoeveel kubieke cm (cm^3) wa-
ter er bij proef 2b of 4b verplaatst wordt.
Volume verplaatste water cm^3

Bereken met behulp van de dichtheid van
water hoeveel gram dit is.

Massa verplaatste water g

Hoe groot is dan het gewicht van het ver-
plaatste water?

Gewicht verplaatste water N

Vergelijk deze uitkomst met de bijbeho-
rende opwaartse kracht.

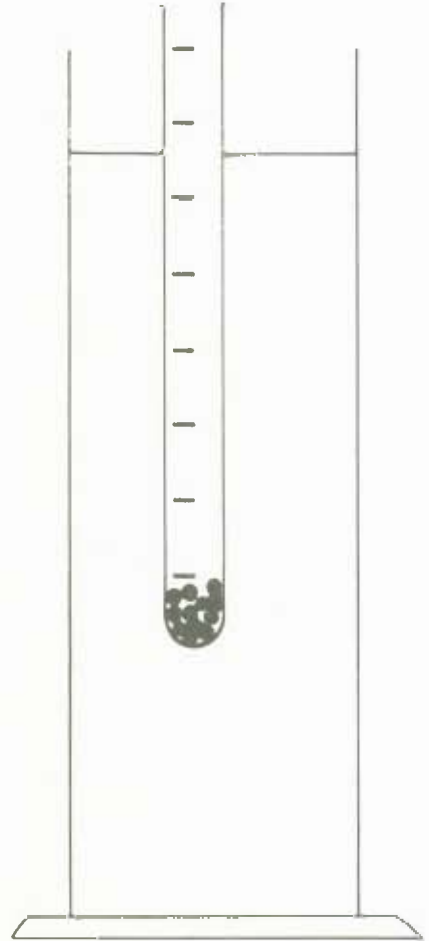
De konklusie die je uit het voorgaande
kunt trekken, blijkt altijd te gelden. Ar-
chimedes ontdekte dit al ongeveer 500
jaar voor Christus. We noemen het dan
ook de **wet van Archimedes**.

Probeer deze wet zelf eens onder woorden
te brengen:

Blok 3 | Praktikum 3

Drijven

In P 2 heb je ontdekt dat voorwerpen in
een vloeistof een opwaartse kracht onder-
vinden. We gaan nu het drijven van een
voorwerp in een vloeistof onderzoeken.



Proef 1

1

Neem een reageerbuis met een schaalver-
deling. Vul hem tot de onderste streep
met loodhagel. Laat de buis nu langzaam
in water zakken tot hij blijft drijven.
Lees af tot welke streep de reageerbuis in
het water is gezakt.

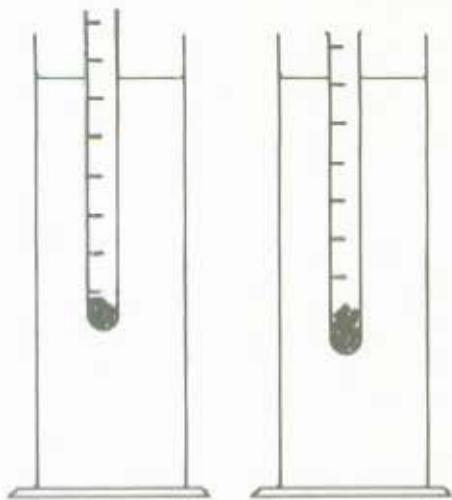
Tot de cm streep.

De reageerbuis hangt stil in het water.
Door welke kracht wordt het buisje naar
beneden getrokken?

Door welke kracht wordt het buisje
omhoog geduwd?

Zijn deze twee krachten met elkaar in
evenwicht?

Geef met pijlen deze twee krachten aan
in de tekening bij proef 1.



Proef 1

Proef 2

2

Doe nog enkele korrels loodhagel erbij. Lees weer af tot welke streep de reageerbuis in het water is gezakt.

Tot de _____ streep.

Wat kun je nu over de zwaartekracht zeggen?

En wat over de opwaartse kracht?

Is er weer evenwicht?

Teken met pijlen de krachten in de tekening bij proef 2.

Heb je de pijlen langer of korter gemaakt dan bij proef 1?

Waarom?

3

Neem de opstelling van proef 2. Zorg er nu voor dat de reageerbuis voor een derde gedeelte boven water uitsteekt. Dit kun je voor elkaar krijgen door het aantal korrels loodhagel te variëren.

Lees af tot welke streep de reageerbuis in het water is gezakt. Noteer dit in de tabel.

Haal de reageerbuis uit het water en droog hem af.

Laat de buis nu in spiritus zakken en lees af hoever hij daarin zakt. Noteer dit eveneens in de tabel.

Haal de reageerbuis uit de spiritus, droog hem af en laat hem nu in de Antivries zakken. Weer aflezen en in onderstaande tabel noteren.

Zoek de dichtheid steeds op in de tabel van T 2.

Vloeistof	Aantal strepen onder water	Dichtheid in g per cm ³
Water		
Spiritus		
Antivries		

Is de zwaartekracht op de reageerbuis in alle drie de gevallen even groot?

Is de opwaartse kracht op de reageerbuis steeds even groot?

Het aantal strepen onder de vloeistof geeft eigenlijk het volume van de verplaatste vloeistof aan.

Konklusie.

Bij een grotere dichtheid van de vloeistof steekt de reageerbuis _____ onder water.

4

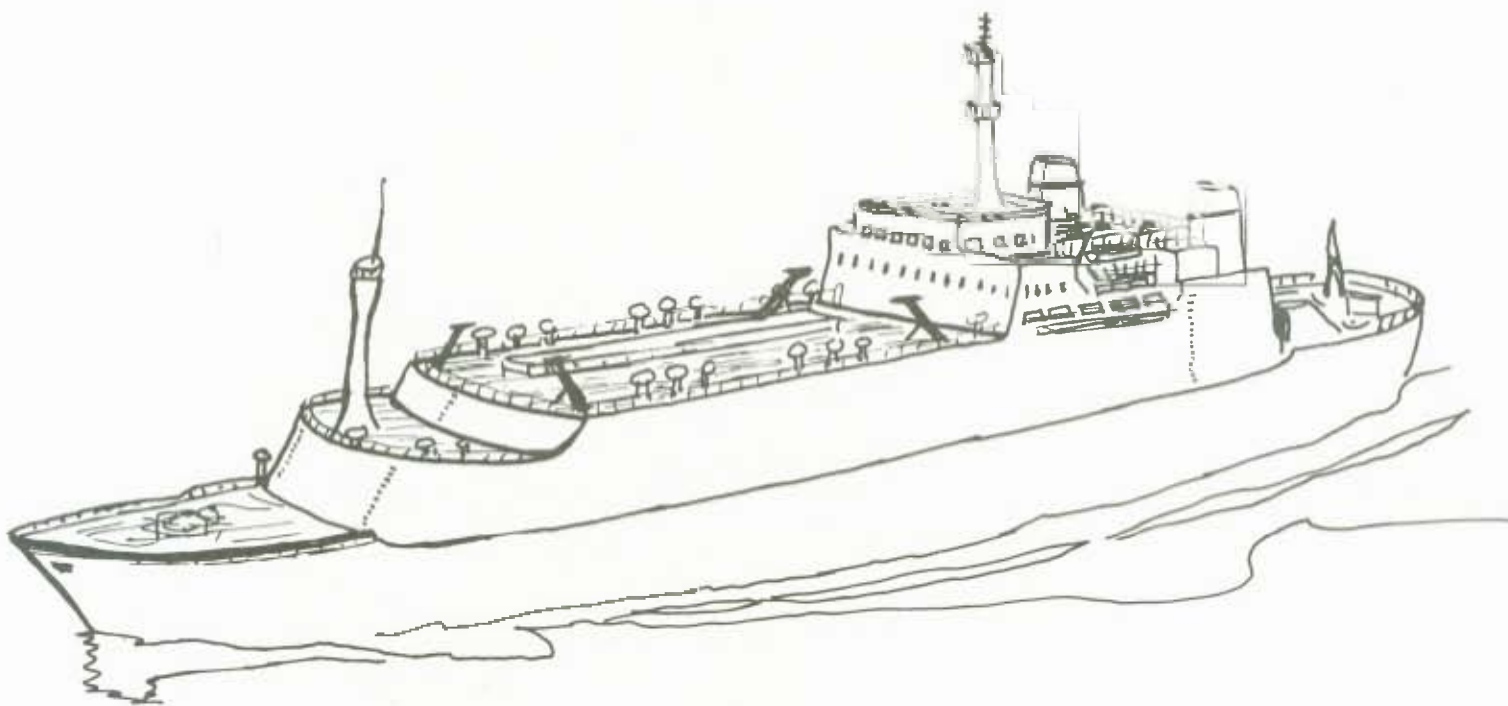
Neem de reageerbuis met ongeveer evenveel korrels loodhagel als bij proef 1. Laat de buis in water zakken en lees af tot welke streep hij zakt.

Doe nu een schep soda (of zout) in het water. Roer in het water tot alles is opgelost. Lees weer af tot welke streep de buis in het water steekt.

Voeg nog een schep toe en herhaal de meting.

Wat neem je waar bij deze proef?

Welke konklusie kun je trekken?



Zinken, zweven of drijven

1

Stoffen

IJzer zinkt in water, eikehout niet. Als we dit willen verklaren zeggen we vaak: 'IJzer is zwaarder dan hout'. Toch is een spijker veel lichter dan een boom. Het probleem is dus iets ingewikkelder dan we op het eerste gezicht zouden zeggen.

In P 1 hebben we gezien dat een oliedruppeltje blijft zweven op het scheidingsvlak van spiritus en water. Blijkbaar zinkt het oliedruppeltje in spiritus, maar drijft het op water. Toch kunnen we niet zeggen dat olie lichter is dan water. Een liter olie is immers veel zwaarder dan 1 druppel water. Dit is echter geen eerlijke vergelijking. Als we een liter olie en een liter water vergelijken op een balans, dan is olie wel lichter.

We moeten even grote volumes vergelijken om te weten welke stof het zwaarst is.

We kunnen bijvoorbeeld van beide stoffen 1 cm^3 vergelijken op een balans. We meten dan de massa in één cm^3 en dat is precies de dichtheid van de stof. We kunnen zeggen dat water zwaarder is dan olie, omdat 1 cm^3 water een grotere massa heeft dan 1 cm^3 olie. Dus water is zwaarder dan olie, omdat de dichtheid van water groter is dan de dichtheid van olie.

Konklusie

Alle stoffen die een **kleinere dichtheid** hebben dan water blijven in water drijven.

Alle stoffen die een **grotere dichtheid** hebben dan water zinken in water.

Alle stoffen die **dezelfde dichtheid** hebben als water, zweven in water.

Dit geldt niet alleen voor water, maar natuurlijk voor alle vloeistoffen.

Berekenen van dichtheden

1 Een blok hout heeft een massa van 16 kg en een volume van $20\,000 \text{ cm}^3$.

We berekenen de dichtheid van dit blok als volgt:

Als $20\,000 \text{ cm}^3$ een massa heeft van 16 kg, dan heeft 1 cm^3 een massa van 16 000 gram gedeeld door 20 000, dus 0,8 gram.

De dichtheid van dit blok is dus 0,8 g per cm^3 .

2 Een blokje ijzer heeft een massa van 4 g en een volume van $0,5 \text{ cm}^3$.

Als $0,5 \text{ cm}^3$ een massa heeft van 4 gram dan heeft 1 cm^3 een massa van 8 gram. De dichtheid van het blokje ijzer is dus 8 g per cm^3 .

Drijven of zinken?

Om te kijken of de blokken in water blijven drijven of zullen zinken, moeten we de dichtheid van de blokken vergelijken met de dichtheid van water.

De dichtheid van water is $1,0 \text{ g per cm}^3$.

Het blok hout heeft een kleinere dichtheid dan water, het blijft drijven.

Het blokje ijzer heeft een grotere dichtheid dan water, het zal zinken.

2

Voorwerpen

Een ijzeren spijker zinkt in water, een ijzeren schip niet.

Een glazen ruit zinkt in water, een glazen fles niet.

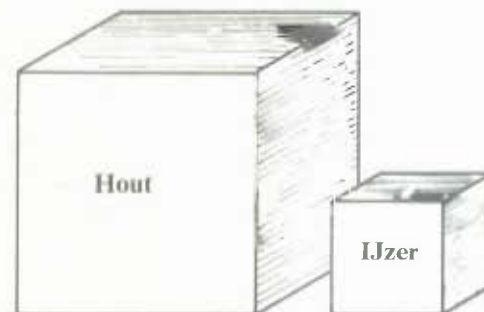
Uit deze voorbeelden zien we dat een schip en een fles kunnen drijven. De stoffen ijzer en glas hebben echter een grotere dichtheid dan water. Blijkbaar moeten we nog verder zoeken om hier de oorzaak van te vinden. Dit zullen we doen in P 2, maar maak eerst W 1.



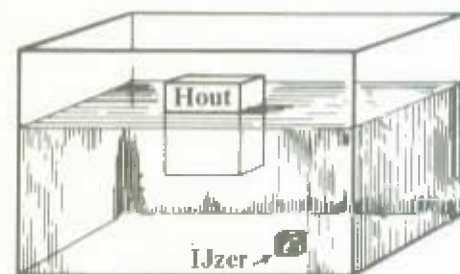
Deze is gegarandeerd een beetje zwaarder dan een blokje aluminium



Even groot volume



Even grote massa



Hout heeft een kleinere dichtheid dan water.
IJzer heeft een grotere dichtheid dan water.

Archimedes en de opwaartse kracht

De opwaartse kracht is er de oorzaak van dat voorwerpen in water omhoog worden geduwd. Soms is die kracht groot, zoals bij een pan die we onder water proberen te duwen. Bij een blokje aluminium is de opwaartse kracht vrij klein. In P 2 zijn we te weten gekomen dat dit te maken heeft met het volume van het water die door de pan of door het blokje wordt verplaatst.

Als bijvoorbeeld een blokje van 20 cm^3 voor de helft onder water wordt gedompeld, dan is het volume van het water dat door het blokje wordt verplaatst gelijk aan 10 cm^3 . We noemen die 10 cm^3 de verplaatste vloeistof. Als we een pan van 6 liter voor tweederde deel onder water duwen, dan is de verplaatste vloeistof gelijk aan 4 liter (ofwel 4000 cm^3). De verplaatste vloeistof is dus gelijk aan het volume van het deel van het voorwerp dat onder water zit.

Toen we verder zochten, vonden we dat voor de opwaartse kracht geldt: **een voorwerp in een vloeistof ondervindt een opwaartse kracht die gelijk is aan het gewicht van de verplaatste vloeistof.**

Als we dus het gewicht weten van de verplaatste vloeistof, dan weten we meteen hoe groot de opwaartse kracht is. Nog nooit heeft iemand bij dit soort metingen iets anders gevonden. Deze regel voor de opwaartse kracht geldt voor **alle vloeistoffen**, en niet alleen voor water. De regel noemen we de **wet van Archimedes**, naar de Griekse natuurkundige die hem ontdekte toen hij in een badhuis in een bad stapte. Hij was zo opgetogen dat hij naakt over straat naar huis rende!

De opwaartse kracht = het gewicht van de verplaatste vloeistof.

Berekenen van de opwaartse kracht in een vloeistof.

Bij het berekenen van de opwaartse kracht zijn belangrijk:

1. **het volume** van de verplaatste vloeistof;
2. **de dichtheid** van de vloeistof.

Een rekenvoorbeeld:

Als een voorwerp met een volume van 8 cm^3 in een vloeistof wordt gestopt, verplaatst het 8 cm^3 . Het gewicht van die verplaatste vloeistof is dan uit te rekenen met behulp van de dichtheid.

Water heeft een dichtheid van 1 g per cm^3 , dus 8 cm^3 heeft een massa van $8 \times 1 = 8 \text{ g}$ en weegt $0,08 \text{ N}$.

De opwaartse kracht van het voorwerp **in water** is dus $0,08 \text{ N}$.

De vloeistof tetra heeft een dichtheid van $1,6 \text{ g per cm}^3$, dus 8 cm^3 heeft een massa van $8 \times 1,6 = 12,8 \text{ g}$, afgerond 13 g en weegt $0,13 \text{ N}$.

De opwaartse kracht op hetzelfde voorwerp **in tetra** is dan $0,13 \text{ N}$.

In het zwembad heeft bijna iedereen wel eens de opwaartse kracht gevoeld. Wanneer we ons uit het water op de kant hijsen, merken we dat 't steeds moeilijker gaat naarmate we verder uit het water komen. Het lijkt wel of we steeds meer gaan wegen! In P 2 hebben we gezien dat dat ook zo is. Hoe verder ons lichaam uit het water komt, hoe minder water we verplaatsen. De opwaartse kracht wordt dus kleiner en ons gewicht groter. Met onze spieren moeten we dat opvangen.

De onderstaande tabel moet je kunnen gebruiken. Je moet alleen de dichtheid van water kennen, de rest niet.

Tabel

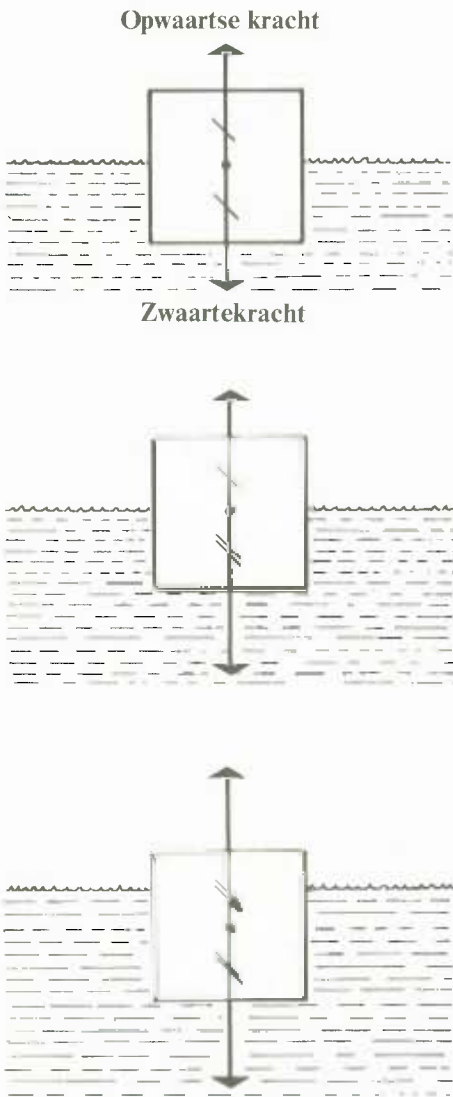
Stof	Dichtheid (bij 20°C) in g per cm^3
Aluminium	2,7
Antivries	1,25
Goud	19,3
Hout (eike-)	0,8
(vure-)	0,58
Kurk	0,20
Lood	11,3
Paraffine	0,89
Perspex	1,2
IJzer	7,9
IJs (0°C)	0,9
Olie	0,8
Glycerol	1,26
Kwik	13,6
Koper	8,9
Spiritus	0,8
Tetra	1,6
Water	1,0
Lucht	0,0013
Messing	8,5

Tabel waarin de dichtheid van een aantal stoffen is te vinden.



Toch maar goed dat de wet van Archimedes er is ...

Drijven



Als we een voorwerp zwaarder maken, zal het verder in de vloeistof steken. De opwaartse kracht wordt daardoor groter.

In de proeven van P 3 hebben we het drijven van een voorwerp in een vloeistof onderzocht. Een voorwerp drijft als er evenwicht is tussen de zwaartekracht en de opwaartse kracht (tekening 1).

Maken we het voorwerp zwaarder, dan wordt de zwaartekracht groter dan de opwaartse kracht (tekening 2), waardoor het voorwerp dieper in de vloeistof zakt.

Met het verder in de vloeistof zakken van het voorwerp neemt het volume van de verplaatste vloeistof toe. Uit de wet van Archimedes weten we dan dat de opwaartse kracht ook groter wordt. Er komt een moment dat het voorwerp zoveel vloeistof verplaatst, dat de opwaartse kracht even groot wordt als de zwaartekracht. Er ontstaat weer evenwicht (tekening 3).

Maken we het voorwerp steeds zwaarder, dan zal het voorwerp op een bepaald moment helemaal in de vloeistof ondergedompeld raken.

In dat geval is de opwaartse kracht zo groot mogelijk.

Als de zwaartekracht groter is dan de maximale opwaartse kracht, zinkt het voorwerp. Uit proef 4 van P 3 hebben we gezien dat een voorwerp verder boven de vloeistof uitsteekt, naarmate de dichtheid van de vloeistof groter is.

De duikboot.

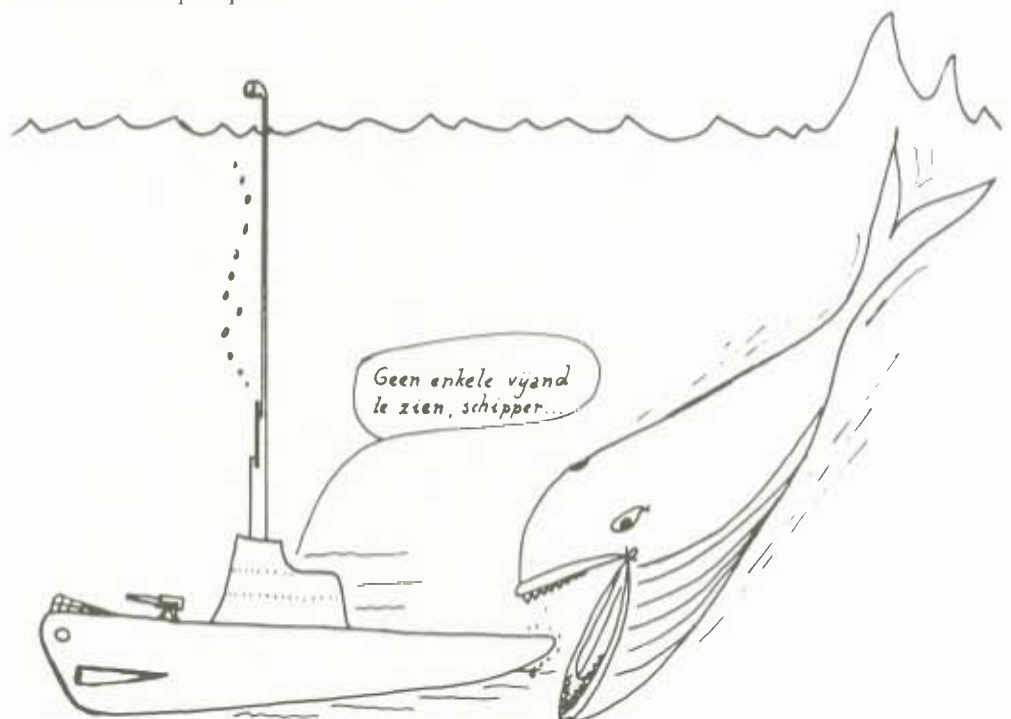
Met wat we nu weten over zinken, zweven en drijven kunnen we de werking van een duikboot begrijpen.

Een duikboot aan de kade drijft in het water. Dan weten we dat er evenwicht is tussen de opwaartse kracht van het water en de zwaartekracht die op de duikboot werkt.

We kunnen die duikboot laten zakken door water in de watertanks te pompen. De zwaartekracht en de opwaartse kracht nemen beide toe. Pompen we steeds meer water in de duikboot dan komt er een moment dat de boot precies onder het wateroppervlak drijft. Nog steeds is er evenwicht tussen de opwaartse kracht en de zwaartekracht. Alleen kunnen we de opwaartse kracht niet meer vergroten, omdat er niet nog meer water verplaatst kan worden.

Pompen we nu nog meer water in de tanks van de boot, dan wordt de zwaartekracht groter dan de opwaartse kracht. De boot zinkt.

Willen we het zinken van de duikboot stoppen dan moeten we ervoor zorgen dat de zwaartekracht weer gelijk wordt aan de opwaartse kracht. Dit bereiken we door water uit de tanks te pompen.

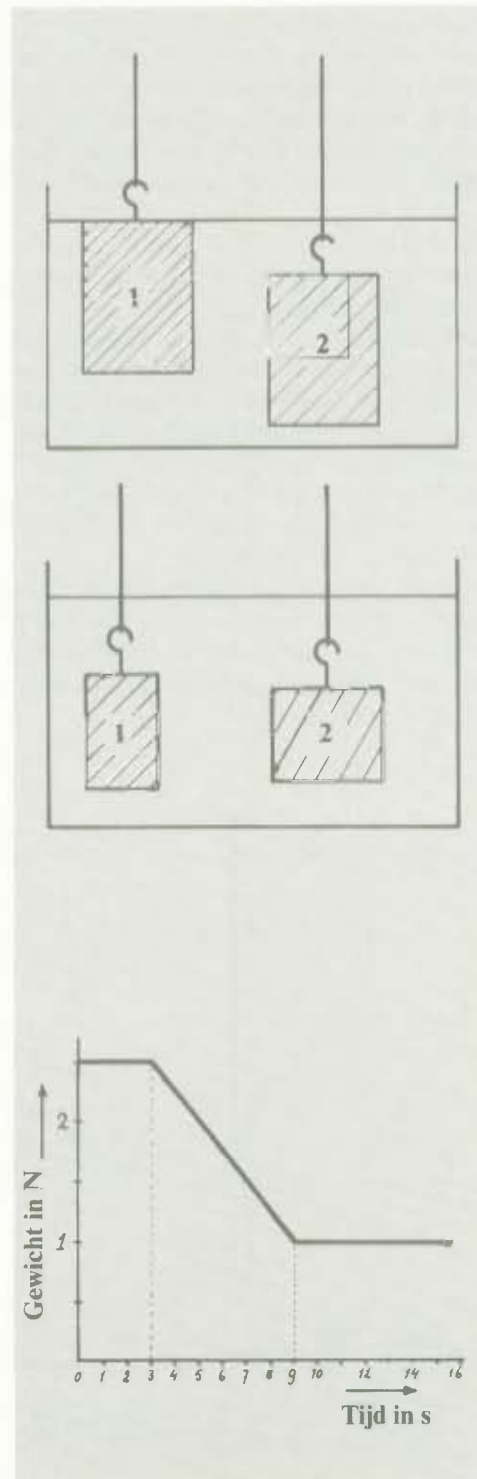


Zinken, zweven of drijven

- 1 Ga thuis na of limonadesiroop blijft drijven op yoghurt.
- 2 Probeer eens te verklaren hoe het komt dat je onmogelijk kunt zinken in de Dode Zee.
- 3 Wat betekent: de dichtheid van hout is ongeveer tien maal zo klein als de dichtheid van ijzer?
- 4 Kurk blijft goed drijven op water. Wat weet je van de dichtheid van kurk vergeleken met die van water?
- 5 Hoe zou je de dichtheid van je eigen lichaam kunnen bepalen?
- 6 Wat weet je van de dichtheid van kwalen?
- 7 Wat weet je van de dichtheid van olie, als een oliedruppel zinkt in spiritus en blijft drijven op water?
- 8 Zoek in een encyclopedie op welke planeet een kleinere dichtheid heeft dan water.
- 9 Ga na of een voorwerp van 1 kg met een volume van 100 cm^3 blijft drijven in kwik, spiritus, tetra, water en glycerol. Voor de dichtheden zie tabel in T 2.
- 10 Dezelfde vraag als 9. Voor een voorwerp van 0,6 kg met een volume van 500 cm^3 . Van welke stof is dit voorwerp waarschijnlijk gemaakt?
- 11 Hoe groot is de massa van 1 m^3 water?
- 12 De dichtheid van kurk is $0,2 \text{ g per cm}^3$. Hoe groot is de massa van 1 cm^3 ? En van 6 cm^3 ? Hoe kun je in het algemeen de massa van

een voorwerp berekenen zonder te wegen?

- 13 Bereken de massa van de aarde als je weet dat de gemiddelde dichtheid van de aarde $5,5 \cdot 10^3 \text{ kg per m}^3$ bedraagt en het volume $1,1 \cdot 10^{21} \text{ m}^3$ is.
- 14 Waarom staat in de tabel van T 2: de dichtheid bij 20°C ?



Archimedes en de opwaartse kracht

- 1
 - a Hiernaast zijn twee situaties getekend van blokjes in een vloeistof. De blokjes zijn $2 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$. Hoe groot is het volume dat door blokje 1 wordt verplaatst? Hoe groot is het door blokje 2 verplaatste volume? Op welk blokje is de opwaartse kracht het grootst?
 - b Daaronder zijn weer twee situaties getekend van blokjes in een vloeistof. Blokje 1 is $3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$, blokje 2 is $6 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$. Op welk blokje is de opwaartse kracht het grootst?
- 2 Van een voorwerp is 20 cm^3 in kwik gedompeld. Hoe groot is de opwaartse kracht op het voorwerp? Zoek de dichtheid van kwik op in de tabel van T 2.
- 3 Je kunt de wet van Archimedes ook gebruiken om er de dichtheid van een vloeistof mee te bepalen. Een voorwerp heeft een volume van 15 cm^3 . Voor je het in de vloeistof laat zakken is het gewicht van het voorwerp $0,84 \text{ N}$. Helemaal in de vloeistof weegt het nog maar $0,60 \text{ N}$.
 - a Hoe groot is de opwaartse kracht?
 - b Hoeveel weegt de verplaatste vloeistof?
 - c Hoe groot is de massa van de verplaatste vloeistof?
 - d Hoe groot is het volume van de verplaatste vloeistof?
 - e Bereken de dichtheid van de vloeistof uit de antwoorden die je bij c en d vond.
 - f Welke vloeistof is het?
- 4 Iemand laat een blokje aan een krachtmeter in een vloeistof zakken. Zij noteert steeds wat de krachtmeter aanwijst en noteert ook de tijd. Zij maakt van de gegevens het diagram dat je hiernaast ziet.
 - a Hoe groot is het gewicht van het blokje?
 - b Op welk tijdstip raakt het blokje het vloeistofoppervlak?
 - c Wanneer komt het blokje net helemaal onder de vloeistof?
 - d Hoe groot is de opwaartse kracht op het blokje na 12 s?

5

Bekers en asbakken van een mengsel van tin en lood worden soms verkocht voor 'echt' tin. Hoe zou je de echtheid kunnen nagaan zonder het voorwerp te vernielen?

Blok 3 | Werkblad 3

Drijven

1

Hoe komt het dat een ijzeren spijker niet blijft drijven in water en een ijzeren schip wel?

2

Een duikboot zweeft 10 m onder het wateroppervlak.

a Wat kun je zeggen van de opwaartse kracht en de zwaartekracht op het schip? Men wil de duikboot laten stijgen.

b Beschrijf hoe je dat moet doen. Welke kracht blijft gelijk? Welke kracht wordt kleiner?

c Wanneer zal de duikboot ophouden met stijgen?

3

Zoek in je biologieboek op hoe een vis stijgt in het water.

4

Een volgeladen tanker heeft een waterverplaatsing van 250 000 ton. De lading bestaat uit 100 000 ton ruwe olie.

a Teken in het plaatje de krachten die met elkaar in evenwicht zijn.

b Hoe groot is het gewicht van de lege tanker?



5

Hieronder staan twee soorten dobbers getekend. Zonder aas eraan liggen ze tot het streepje in het water. Teken ernaast hoe dezelfde dobbers in het water liggen met een stukje deeg aan de haak. Verklaar ook waarom je ze zo tekent.



6

Verandert de diepgang van een schip dat de Nieuwe Waterweg uitvaart en de Noordzee opgaat?

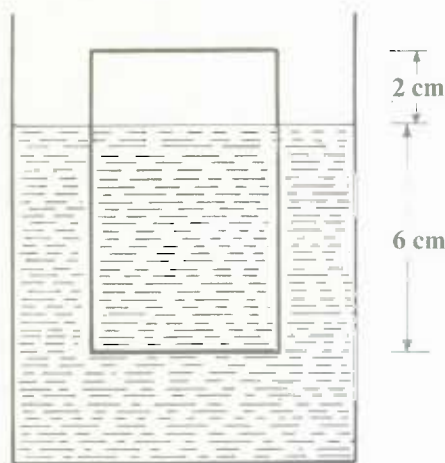
Zo ja, hoe is die verandering?

7

Een blokje drijft in een vloeistof. Het blokje weegt 1,15 N. De bovenkant van het blokje is 3 cm × 4 cm. Het blokje steekt 6 cm in de vloeistof en 2 cm steekt er boven uit. Zie de tekening.

Bepaal met behulp van de tabel in welke vloeistof het blokje drijft.

Vloeistof	Dichtheid in g per cm ³
Water	1,0
Alkohol	0,8
Tetra	1,6
Glycerine	1,3



Dichtheid; zinken, zweven en drijven

A

Dichtheid

1

Stel we hebben een blokje ijzer met een massa van 40,0 g. Noem dit blokje A. Het heeft een volume van 5,0 cm³.
10 cm³ van dit blokje ijzer heeft een massa van _____ g.

2

We zagen het blokje precies door midden, en nemen één van de twee nieuwe blokjes. Noem dit blokje B.
De massa van dit blokje B is _____ g.
Het volume van het blokje B is _____ cm³.
1,0 cm³ van dit blokje ijzer heeft een massa van _____ g.

3

Van blokje B nemen we de helft, noem dit blokje C.
Wat is de massa? _____ g.
En het volume? _____ cm³.
En wat is de massa van 1 cm³ van dit blokje? _____ g.

Je hebt nu voor de drie blokjes A, B en C de massa, het volume en de massa van 1 cm³. Wat is bij alle drie de blokjes hetzelfde?

Het aantal gram per cm³ van een stof noemen we de dichtheid van die stof.

Blokjes van dezelfde stof met een verschillend volume hebben toch dezelfde dichtheid.

4

Zoek in de tabel van T 2 de dichtheid op:
van kurk _____ g per cm³
van water _____
van kwik _____
van goud _____

Je ziet dat het aantal gram in één cm³ goud groter is dan in één cm³ kurk. Je zou kunnen zeggen dat in goud de stof 'dichter' op elkaar zit dan in kurk. De dichtheid van goud is groter dan de dichtheid van kurk.

Bij verschillende stoffen is de dichtheid verschillend. Voorwerpen van dezelfde stof hebben dezelfde dichtheid.

Om het aantal gram te vinden dat één cm³ van een stof bevat, heb je het aantal gram gedeeld door het aantal cm³. De uitkomst druk je dan uit in gram per cm³.

De eenheid van dichtheid is dus $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

5

Vul in de onderstaande zinnen één van de volgende woorden in: (de) dichtheid, (de) massa of (het) volume:

- a De dichtheid van kwik is groter dan die van water. Als je van kwik en water een zelfde _____ neemt, dan is _____ van kwik kleiner dan van water.
b Een bepaalde massa ijzer heeft een kleiner(e) _____ dan dezelfde massa aluminium. Van ijzer is namelijk _____ groter dan van aluminium.
c Twee blokjes hout hebben een verschillend volume. Dan is ook verschillend hun _____, hetzelfde is echter hun _____.

Vraag 5



In welk glas zou kwik zitten? En in welk water?

B

Berekeningen

10 cm³ goud heeft een massa van 193 g. De massa van 1 cm³ goud is dan gelijk aan 19,3 g. We zeggen dat de dichtheid van goud gelijk is aan 19,3 g per cm³. De dichtheid van een stof vind je dus door de massa van het voorwerp te delen door het volume van het voorwerp:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa voorwerp}}{\text{volume voorwerp}} \text{ in } \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

C

Opgaven

1

120 cm³ glas heeft een massa van 300 g. Bereken de dichtheid van glas.

2

355 cm³ lood heeft een massa van 4 000 g. Bereken de dichtheid van lood.

Als de dichtheid van een stof en het volume van een voorwerp van die stof bekend is, kan de **massa** van dit voorwerp **berekend** worden. Dit is vooral van belang bij grote, zeer zware voorwerpen zoals betonnen flatgebouwen en landingsbanen. Immers, met een balans begin je hier niets!

3

De dichtheid van eikehout is 0,8 g per cm³. Wat is de massa van 1 cm³, van 10 cm³ en van een boom van 2 000 000 cm³?

4

Wat moet je dus in het algemeen doen om de massa te berekenen als je de dichtheid en het volume kent?

5

De dichtheid van beton is 2 000 kg per m³. Een landingsbaan is 600 m lang, 30 m breed en 1 m dik. Bereken de massa van deze landingsbaan.

6

Bepaal de massa van een blokje ijzer. Bepaal eerst het volume uit hoogte × lengte × breedte, en zoek de dichtheid op in de tabel van T 2.
Kontroleer je antwoord door de massa te meten met een balans.

Ook is het mogelijk om uit de dichtheid en massa van een voorwerp **het volume te berekenen**. Dit is vooral van belang bij grillige voorwerpen of voorwerpen die niet nat mogen worden. In het algemeen geldt dat als er een relatie tussen drie grootheden bestaat en twee daarvan bekend zijn, de derde altijd kan worden uitgerekend.

D

Zinken, zweven en drijven in relatie met dichtheid

In P 1 heb je van een aantal verschillende materialen onderzocht wat er gebeurt als je die materialen in spiritus, water of glycerol doet.
Het blokje paraffine bijvoorbeeld zinkt in

spiritus maar blijft drijven op water en glycerol.

Steeds blijkt het volgende te gelden:

Als een voorwerp gemaakt is van materiaal waarvan de dichtheid **kleiner** is dan van de vloeistof waarin je het voorwerp doet, dan blijft het voorwerp **drijven**.

Als de dichtheid van het materiaal **groter** is dan van de vloeistof, dan **zinkt** het voorwerp.

Zijn de dichtheden van het materiaal en de vloeistof **gelijk**, dan blijft het voorwerp 'zweven' in de vloeistof.

N.B. Het gaat hierbij steeds om voorwerpen die niet hol zijn van binnen.

1

IJs drijft op water.

Is de dichtheid van ijs groter of kleiner dan die van water?

2

Eén kg gesmolten tin heeft een groter volume dan één kg vast tin. Zal vast tin drijven op vloeibaar tin of erin zinken?

Verklaar je antwoord.

3

Een ei zweeft in water waarin een hoeveelheid zout is opgelost.

Je doet er wat water zuiver bij.

Wat gebeurt er met het ei?

Waarom?

Blok 3 | Herhaalblad 2

Waarvan hangt de opwaartse kracht af?

Hans en Evert lopen op de HISWA, de jaarlijkse botenshow in de RAI in Amsterdam. Vol bewondering staan ze te kijken naar twee zeilboten van het zelfde type. De ene is van hout en de andere van polyester. Beide boten hebben volgens het bordje dat er naast staat een massa van 2 600 kg. De afmetingen zijn gelijk. Hans zegt dat de boten straks even diep in het water zullen liggen, want de afmetingen zijn hetzelfde en beide boten zijn ook even zwaar. Evert meent dat de houten boot minder diep zal liggen, want hout is lichter dan polyester.

Wat vind jij van dit probleem? Doet het materiaal waarvan de boten gemaakt zijn er iets toe? Hangt de opwaartse kracht die de boot ondervindt af van het soort materiaal waarvan de boot gemaakt is?

Om dit te weten te komen, zullen we een proefje doen met drie blokjes, die wat vorm betreft gelijk zijn, maar alle drie van een ander materiaal gemaakt zijn. Aan de blokjes is een haakje gemaakt, zodat je de blokjes aan een krachtmeter kunt hangen.

1

a Weeg eerst alle blokjes:

Gewicht van blokje 1 is _____ N.

Gewicht van blokje 2 is _____ N.

Gewicht van blokje 3 is _____ N.

b Vervolgens hangen we de blokjes één voor één aan een krachtmeter in water, zó dat het blokje net onder water zit. Het schijnbaar gewicht van de blokjes is nu:

Schijnbaar gewicht van blokje 1 is _____ N.

Schijnbaar gewicht van blokje 2 is _____ N.

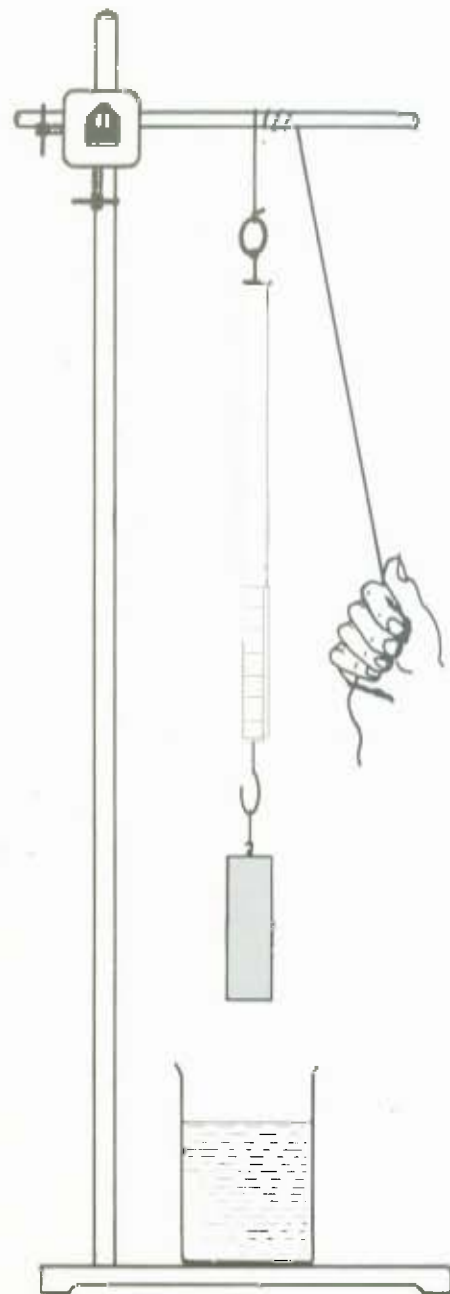
Schijnbaar gewicht van blokje 3 is _____ N.

c Je merkt nu dat de blokjes allemaal minder wegen. Het verschil tussen het gewicht van de blokjes in lucht en het schijnbaar gewicht in water is gelijk aan de opwaartse kracht. Die kun je nu dus ook berekenen:

De opwaartse kracht op blokje 1 in water is _____ N.

De opwaartse kracht op blokje 2 in water is _____ N.

De opwaartse kracht op blokje 3 in water is _____ N.



Zo kun je de blokjes gemakkelijk in de vloeistof laten zakken.

d Wat valt je nu op?

e Hangt de opwaartse kracht af van het materiaal van de blokjes?

f Hangt de opwaartse kracht af van het gewicht van de blokjes?

g Om welke reden zal de opwaartse kracht op beide boten van de tentoonstelling gelijk zijn als ze in water liggen?

h Wie heeft er nu gelijk: Hans of Evert?

i Leg uit waarom:

2

a We gaan nu de invloed van de vloeistof onderzoeken op de opwaartse kracht en vervangen om die reden het water door spiritus. Vervolgens hangen we de blokjes één voor één aan de krachtmeter in spiritus:

Schijnbaar gewicht van blokje 1 in spiritus is N.

Schijnbaar gewicht van blokje 2 in spiritus is N.

Schijnbaar gewicht van blokje 3 in spiritus is N.

b Uit de meting onder 1a en onder 2a bepalen we weer de opwaartse kracht in spiritus op de drie blokjes:

De opwaartse kracht in spiritus op blokje 1 is N.

De opwaartse kracht in spiritus op blokje 2 is N.

De opwaartse kracht in spiritus op blokje 3 is N.

c Was het nodig geweest om bij 2b de opwaartse kracht in spiritus te meten van blokje 2 en blokje 3 of had je nadat je blokje 1 aan de krachtmeter in spiritus had ondergedompeld dat wel direkt kunnen zeggen?

, want

d Bepaal nu het volume van een blokje en ga na of de opwaartse kracht in water en in spiritus inderdaad gelijk is aan het gewicht van de verplaatste vloeistof:

Lengte van een blokje is cm.

Breedte van een blokje is cm.

Hoogte van een blokje is cm.

Volume is cm³.

Het volume van de verplaatste vloeistof is dus cm³.

Bereken nu met behulp van de tabel in T 2:

De massa van het verplaatste water is gram.

Het gewicht van het verplaatste water is N.

Bereken met behulp van de tabel in T 2:

De massa van de verplaatste spiritus

is gram.

Het gewicht van de verplaatste spiritus

is N.

Vergelijk de beide laatste uitkomsten met de opwaartse kracht in die vloeistoffen. Vind je nu inderdaad dezelfde uitkomsten?

3

Beredeneer tenslotte of de opwaartse kracht af zal hangen van het volume van het blokje dat in een vloeistof wordt ondergedompeld.

Als je een blokje met een twee maal zo groot volume zou gebruiken, dan zal de opwaartse kracht maal zo groot worden.

Samenvattend kun je zeggen dat de opwaartse kracht af zal hangen van :

a het volume van

b de dichtheid van

Blok 3 | Herhaalblad 3

Drijven

A

André en Kees hebben een vlot van houten planken gebouwd. Op een vijver in het park zijn ze aan het spelevaren. Er komen drie vrienden, Cor, Maus en Ton langs. Na een discussie of het wel of niet kan, springt Cor op het vlot. Het vlot blijft drijven. Hierna springt Maus op het vlot. Het vlot blijft nog net drijven! Tenslotte springt Ton ook op het vlot. En jawel, het vlot zinkt!

We kunnen dit verklaren met wat we geleerd hebben in T 3.

We zien de situatie nog eens geschetst in de tekeningen op de volgende pagina. Bekijk de plaatjes aandachtig en probeer dan onderstaande vragen te beantwoorden.

1

Alleen André en Kees staan op het vlot.

a Welke kracht probeert het vlot naar beneden te duwen?

(In het eerste plaatje staat die kracht getekend.)

b Welke kracht probeert het vlot naar boven te duwen?

(Ook die kracht is in dat plaatje getekend.)

c Wat is het resultaat?

d Hoe komt dat?

2

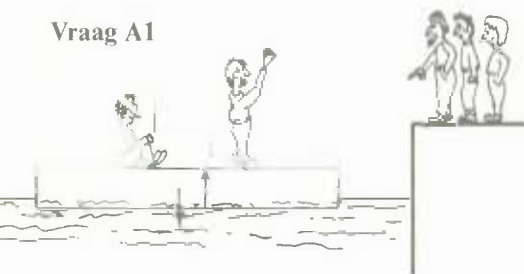
Cor is erbij gekomen.

a Wat kunnen we nu zeggen van de kracht die het vlot onder water probeert te krijgen?

Teken in het tweede plaatje die kracht en geef dan met de lengte van de pijl aan hoe groot die kracht nu ongeveer is. Doe maar net of alle jongens even zwaar zijn.

b Wat gaat er daardoor met de waterverplaatsing van het vlot gebeuren?

Vraag A1

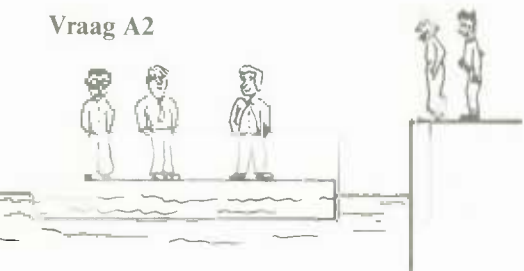


c Gaat de opwaartse kracht dan ook veranderen?

Hoe?

Teken in het tweede plaatje hoe groot de opwaartse kracht tenslotte wordt.

Vraag A2



d Waarom zinkt het vlot niet?

3

Maus is er ook bijgekomen.

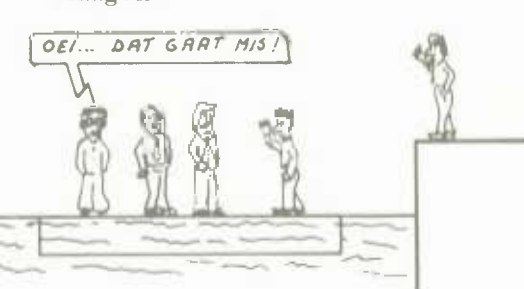
a Wat is er gebeurd met de zwaartekracht?

b En met de opwaartse kracht?

c Waaraan zie je dat?

d Als het vlot nog dieper komt te liggen kan de opwaartse kracht op het vlot dan nog groter worden? En zeg waarom je dit antwoord geeft.

Vraag A3



Vraag A4



e Het vlot blijft nog steeds drijven, dus wat weet je van de opwaartse kracht en de zwaartekracht?

f Teken in het derde plaatje opnieuw de opwaartse kracht en de zwaartekracht.

4

We weten nu wel dat de zwaartekracht is toegenomen nu ook Ton op het vlot is gesprongen.

a Is dit ook zo met de opwaartse kracht?

b Het vlot zinkt nu omdat de zwaartekracht is

dan de opwaartse kracht.

Teken opnieuw in het vierde plaatje de opwaartse kracht en de zwaartekracht. Lees nog eens T 3.

B

Als je in het zwembad bent en je springt van de duikplank, merk je dat je niet op de bodem van het bad kunt blijven liggen. Je wordt omhoog gestuwd.

1 Teken de krachten die op je lichaam werken.

2 Welke kracht is groter?

3 Wat gebeurt er met de opwaartse kracht als je met je hoofd boven water uitkomt?

4 En met de zwaartekracht?

5 Zink je weer?



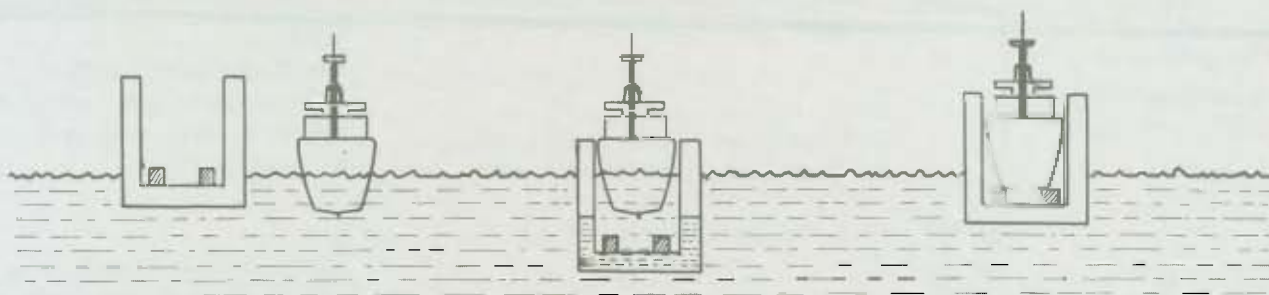
C

Hierboven is een prent getekend waarop een man is afgebeeld die in het water drijft.

1 Verandert de opwaartse kracht als hij inademt?

2 Steekt zijn hoofd nu verder boven het water?

Vraag E



D

Door een reddingsvest om te doen blijft een persoon drijven. Iemand zegt dat dit raar is, omdat de drenkeling zwaarder is geworden.

Leg uit wat er precies gebeurt.

E

Drijvende dokken zijn grote metalen bakken waarvan de bodem en de wanden hol zijn. Zij dienen om een schip geheel boven het wateroppervlak te tillen voor reparatie en onderhoud. Verklaar de tekeningen.

F

Soms worden tankschepen met water gevuld. Bijvoorbeeld als de drinkwatervoorziening op een eiland kapot is.

Op onderstaande tekeningen zie je een dwarsdoorsnede van een tanker geladen met water. Welke van de drie tekeningen kan alleen maar goed zijn?

G

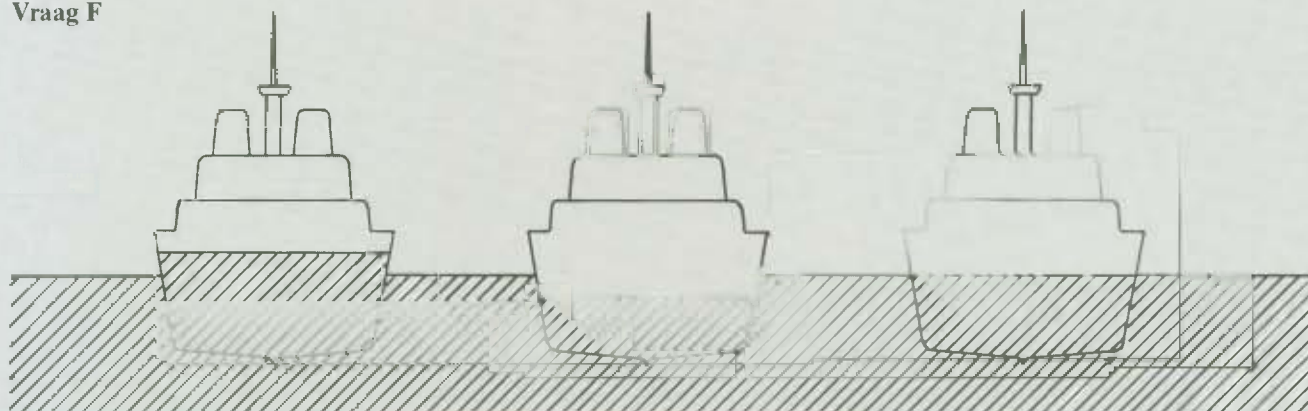
Een vlot is 6 m lang, 2 m breed, 0,25 m hoog. Bereken het volume van het vlot.

Als het vlot helemaal onder het wateroppervlak ligt, bereken dan de opwaartse kracht. 1 m^3 water weegt 10 000 N.

Het vlot weegt 24 000 N. Wat gebeurt er?

Op het vlot gaan enkele jongens staan. Iedere jongen weegt 500 N. Wanneer gaat het vlot net onder water zweven. Hoeveel jongens staan er dan op?

Vraag F



Herhaalblad 1

Dichtheid; zinken, zweven en drijven

A

1

5,0 cm³ heeft een massa van 40,0 g.

1,0 cm³ heeft dan een massa van

$$\frac{40,0}{5} = 8,0 \text{ g.}$$

2

massa 20,0 g. Volume 2,5 cm³.

1,0 cm³ heeft een massa van 8,0 g.

3

massa 10,0 g. Volume 1,25 cm³.

1,0 cm³ heeft een massa van 8,0 g.

Hetzelfde is steeds de massa van 1,0 cm³.

5

a massa, het volume.

b volume, de dichtheid.

c massa, dichtheid.

C

Opgaven.

1

1 cm³ glas heeft een massa van

$$\frac{300}{120} = 2,50 \text{ g. De dichtheid is dus}$$

2,50 g per cm³.

Je kunt het ook zo doen:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{300 \text{ g}}{120 \text{ cm}^3} =$$

$$= 2,50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

2

$$\text{De dichtheid is } \frac{4000}{355} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

3

1 cm³ heeft een massa van 0,8 g,

10 cm³ een massa van $10 \times 0,8 = 8 \text{ g}$

en 2 000 000 cm³ een massa van $2\,000\,000 \times 0,8 = 1\,600\,000 \text{ g} = 1\,600 \text{ kg!}$

4

De massa bereken je door de dichtheid met het volume te vermenigvuldigen:

massa = volume \times dichtheid.

5

Het volume van de langdingsbaan = lengte \times breedte \times dikte =

$$600 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 18\,000 \text{ m}^3.$$

De dichtheid van beton is 2 000 kg per m³.

De massa van de landingsbaan is

$$18\,000 \text{ m}^3 \times 2\,000 \text{ kg per m}^3 =$$

36 000 000 kg.

D

1

Kleiner.

2

Zinken.

Omdat 1 kg vloeibaar tin een groter volume heeft dan 1 kg vast tin, is de dichtheid van vast tin groter dan de dichtheid van vloeibaar tin, dus zinkt het vaste tin.

3

Het zinkt. Eerst is de dichtheid van het zoute water even groot als van het ei. Als je er gewoon water bij doet, wordt het zoute water minder zout en de dichtheid kleiner dan de dichtheid van het ei.

Herhaalblad 2

Waarvan hangt de opwaartse kracht af?

1

d Je zult merken dat je driemaal ongeveer hetzelfde antwoord krijgt. Denk niet dat het helemaal fout is als de antwoorden niet precies gelijk zijn, want zo precies kan niemand meten.

e Neen, want je vindt bij drie verschillende materialen dezelfde opwaartse kracht als het volume maar gelijk is.

f Neen, want de gewichten van de drie blokjes zijn verschillend, maar de opwaartse kracht is toch hetzelfde.

g Ze hebben hetzelfde gewicht en verplaatsen dus evenveel water. Omdat ze dezelfde afmetingen hebben, liggen ze even diep.

h Hans heeft gelijk.

i Beide boten ondervinden dezelfde zwaartekracht, namelijk $2\,600 \times 10 \text{ N}$. Als ze drijven maakt de opwaartse kracht evenwicht met de zwaartekracht, dus de opwaartse kracht is voor beide boten even groot, maar dan is ook de hoeveelheid water die ze verplaatsen even groot, en dus liggen ze vanwege de gelijke vorm ook even diep.

2

c Je had dat meteen kunnen weten, want de blokjes verplaatsen evenveel spiritus.

d Uit het volume van het verplaatste water vind je het gewicht door te vermenigvuldigen met 0,01, want 1 cm³ water heeft een gewicht van 0,01 N. Voor spiritus moet je vermenigvuldigen met 0,008.

Je zult inderdaad weer ongeveer dezelfde waarden vinden, want de opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van de verplaatste vloeistof.

3

Twee maal zo groot.

a Het volume van de verplaatste vloeistof.

b de dichtheid van de vloeistof.

Herhaalblad 3

Drijven

A

1

a De zwaartekracht probeert het vlot onder te krijgen

b De opwaartse kracht probeert het vlot naar boven te duwen.

c Resultaat: het blijft drijven.

d Het komt omdat de krachten met elkaar in evenwicht zijn.

2

a De zwaartekracht is groter geworden.

b Het vlot gaat daardoor verder naar beneden, en gaat dus meer water verplaatsen.

c Ja, want als er meer water wordt verplaatst dan neemt de opwaartse kracht toe.

d Zolang de zwaartekracht nog groter is dan de opwaartse kracht, gaat het vlot naar beneden, maar dan neemt de opwaartse kracht toe.

Tenslotte is de opwaartse kracht even groot als de zwaartekracht! Dan is er evenwicht en gaat het vlot niet verder omhoog.

3

a De zwaartekracht is groter geworden.

b De opwaartse kracht is ook groter geworden.

c Het vlot ligt nog verder in het water dan bij A2.

d De opwaartse kracht kan niet nog groter worden, want het vlot kan niet nog meer water verplaatsen

e Deze zijn gelijk

4

a Neen, deze kon niet groter worden omdat het vlot al helemaal onder water was.

b Groter.

B

2 De opwaartse kracht.

3 Deze wordt kleiner, want de hoeveelheid water die je verplaatst wordt kleiner.

4 Deze blijft gelijk.

5 Neen, er ontstaat evenwicht tussen de zwaartekracht en de opwaartse kracht en je blijft drijven.

C

1 Ja, omdat zijn volume, dus ook het volume van het verplaatste water toeneemt.

2 Ja, de opwaartse kracht duwt hem omhoog totdat zijn volume onder water weer zo groot is dat de opwaartse kracht gelijk is aan de zwaartekracht.

D

De drenkeling is natuurlijk wel zwaarder geworden. Maar er gebeurt nog iets. Het volume van de drenkeling is enorm toegenomen. Hij verplaatst nu veel meer water, en dus is de opwaartse kracht ook veel groter. De drenkeling blijft dus drijven.

E

Plaatje 1: Het dok drijft omdat de opwaartse kracht en de zwaartekracht in evenwicht zijn.

plaatje 2: Door water in te laten wordt de zwaartekracht vergroot. Het dok komt dieper te liggen totdat zwaartekracht en opwaartse kracht weer in evenwicht zijn. Het schip kan binnenvaren.

plaatje 3: Door weer water uit te pompen

komen dok + schip weer omhoog, en komt het schip droog te liggen.

F

De tweede tekening is juist.

De opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van het verplaatste water. De opwaartse kracht is ook gelijk aan het gewicht van het schip met lading water. Er moet dus meer water verplaatst worden dan er water in het schip zit. Dat is alleen in de tweede tekening het geval.

G

Het volume is $6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} = 3 \text{ m}^3$.

Helemaal onder water is de opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van 3 m^3 water; $3 \times 10\,000 \text{ N} = 30\,000 \text{ N}$.

Het vlot blijft drijven. Hij steekt een stukje boven water uit.

Het vlot zal net zweven als het vlot met de jongens erop $30\,000 \text{ N}$ weegt.

Er staan dan $\frac{30\,000 - 24\,000}{500} = 12$

jongens op het vlot.



De proef met het Emmertje van 's Gravesande

's Gravesande was een natuurkundige die omstreeks 1700 leefde. Hij heeft allerlei aardige proeven bedacht om natuurkundige regels en wetten aan te tonen. Eén daarvan is die met het emmertje, waarin **precies** een metalen cilindertje past. Hij wilde daarmee de wet van Archimedes, over de opwaartse kracht, demonstreren. De proef moet je eerst maar eens doen.

A

De proef

Neem het metalen cilindertje uit het emmertje. Hang het aan de haak onder het emmertje. Het emmertje bevestig je aan de krachtmeter die aan het statief hangt. Zet een bekersglas met water eronder (zie tekening).

1

Lees eerst het gewicht van emmer + cilinder af: gewicht = _____ N.

2

Laat het metalen cilindertje **helemaal** in 't water zakken door de klem van het statief los te draaien en **voorzichtig** naar beneden te schuiven.

Lees weer het gewicht af. Gewicht = _____ N.

3

Nu komt de clou van deze proef: spuit met behulp van een plastik knijpflesje het **emmertje** precies tot de rand vol met water.

Nu weegt het geheel natuurlijk weer meer. Gewicht = _____ N.

Misschien ben je zelf niet zo verbaasd over dit resultaat omdat je de wet van Archimedes al kent. Als je die wet niet kent, dan is het toch wel verbazingwekkend, dat het bijgespoten water het gewicht weer op de oude waarde terugbrengt.

Probeer eerst eens in eigen woorden op te schrijven, waarom het gewicht de laatste keer weer hetzelfde is als de eerste keer.

B

Verklaring

Je kunt nagaan of jouw verklaring juist is, door de volgende vragen achtereenvolgens te beantwoorden.

1

Het echte gewicht van emmertje + cilinder is: _____ N.

Als de metalen cilinder in het water zit, is het schijnbare gewicht van emmertje + cilinder: _____ N.

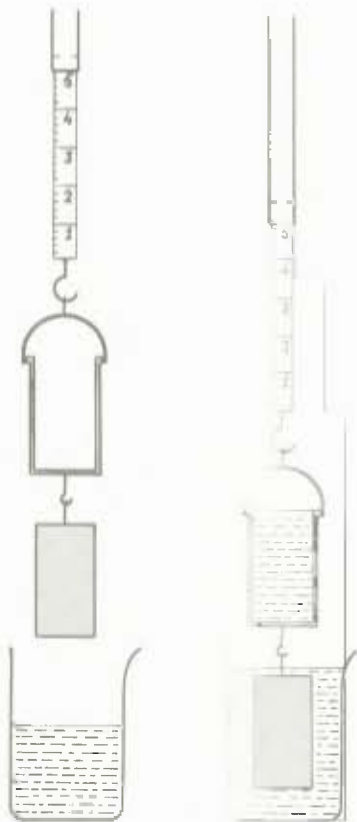
Op emmer en cilinder werkt dus een **opwaartse kracht** van _____ N.

2

Bepaal met een maatglas het volume van de cilinder.

Het volume van de cilinder is _____ cm³

Hoeveel water heeft de cilinder verplaatst? _____ cm³.

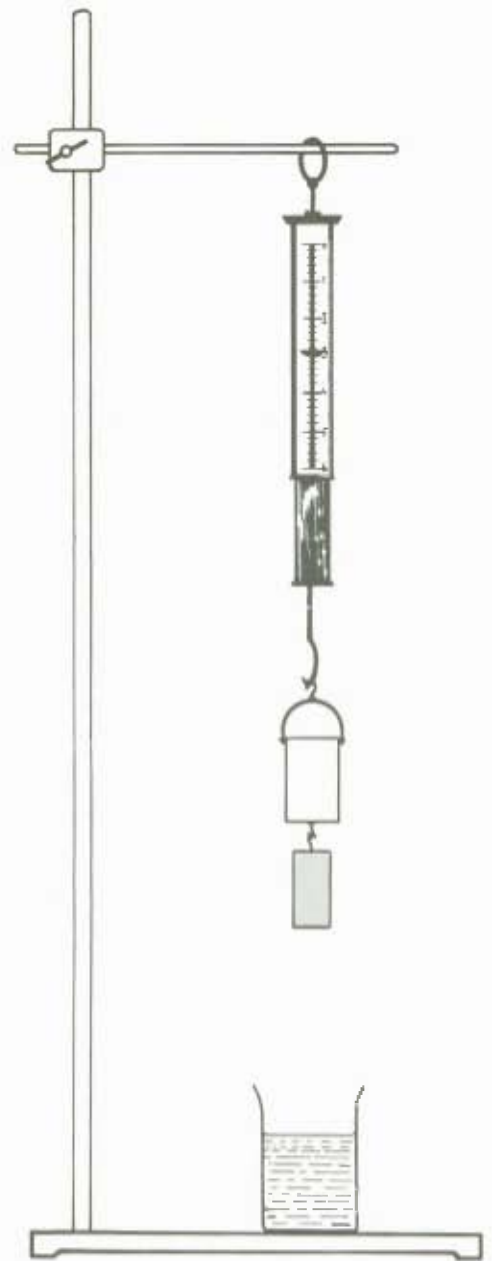


- 3
Omdat jouw cilinder precies in het emmertje past, kun je invullen:
het volume van het emmertje = _____ cm^3 .
Het volle emmertje bevat dus: _____ cm^3 water.
- 4
In de proef zag je dat het water in het emmertje het totale gewicht weer gelijk maakt aan de eerste keer. **Het water** in het emmertje weegt dus _____ N.
- 5
Uit 1 en 4 volgt nu: de _____ op de cilinder
is even groot als het gewicht van _____
Maar omdat er net zoveel cm^3 water in het emmertje gaat als er door de cilinder verplaatst wordt, kun je ook opschrijven: de _____ op een voorwerp
is even groot als het gewicht van _____
- Stel je voor dat iemand deze proef zou doen met een emmertje en een cilinder die niet goed in elkaar passen (zie tekening).
Wat zal er gebeuren als hij de proef doet?

- Kun je op deze manier ook de wet van Archimedes vinden?

Waarom niet?

-
- Blok 3 | Extra blad 16



Simon Stevin

In 1548 werd in Brugge een man geboren die je als het voorbeeld van een ideale ingenieur kunt beschouwen: Simon Stevin. Zoals vele Zuid-Nederlanders van de 16e eeuw trok hij naar het noorden waar hij omstreeks 1583 prins Maurits tijdens diens studietijd in Leiden ontmoette. In 1575 was daar de Universiteit gesticht.

Simon Stevin was een veelzijdig man, die zijn werk op het gebied van de wiskunde, mechanica, astronomie, zeevaartkunde, waterbouwkunde, vestingbouwkunde, molenbouw en boekhouden in dienst der 'gemeensaeck' stelde. Voor hem waren theorie en praktijk één. Zijn uitvindingen waren bestemd voor iedereen en hadden een nuttige functie. Hij schreef daartoe met opzet in het 'Nederduytsch'. Dat was in die dagen zeer ongebruikelijk, want iedere geleerde schreef in het Latijn! Simon Stevin bracht wetenschap en techniek dicht bij het gewone volk.

Prins Maurits, zelf wiskundig zeer begaafd, kwam snel onder de indruk van deze 'Brugghelincse wisconstenaer'. Hij nam hem later, vanwege zijn kennis van de vestingbouw als ingenieur in dienst. Militaire suksessen bleven dan ook niet uit. Stevin staat vooral bekend als uitvinder van de tiendelige breuken en van de zeilwagen. In 'De Beghinselen des Waterwichts' (1586) geeft hij een eenvoudig bewijs van de wet van Archimedes.

Hieronder vind je een stukje oorspronkelijke tekst uit deze waterweegkunde. Probeer het eens te lezen.

Vrij vertaald:

Te bewijzen:

Een voorwerp A weegt in water minder dan in lucht. Het verschil is gelijk aan het gewicht van een even groot volume water. Met andere woorden; A ondervindt een opwaartse kracht die gelijk is aan het gewicht van het verplaatste water.

Gegeven:

BC is een vat met water, A een voorwerp en D een volume water dat gelijk is aan dat van A.

Bewijs:

Je zou kunnen zeggen dat het volume water D in het vat met water zweeft: het volume water D valt niet omlaag en gaat ook niet omhoog, het blijft op dezelfde plaats zitten. Er is dus een evenwicht van krachten. Blijkbaar wordt de zwaartekracht op D (die D omlaag wil trekken) opgeheven door een kracht omhoog, uitgeoefend door het omringende water. Dus deze kracht omhoog is gelijk aan het gewicht van het volume D.

Denk nu D vervangen door het evengrote voorwerp A. Ook dit voorwerp A ondervindt dezelfde kracht omhoog van het omringende water, daar is immers niets aan veranderd.

De opwaartse kracht op A is dus gelijk aan het gewicht van het verplaatste water. Je ziet hoe sterk een taal in vierhonderd jaar kan veranderen!

VII VERTOOGH.

VIII VOORSTEL.

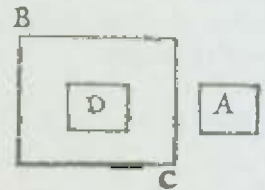
YDER stijflichaems swaerheyt is so veel lichter in t'water dan inde locht, als de swaerheyt des vvaters met hem euegroot.

T'GHEGHEVEN. Laet A een stijflichaem sijn, ende B C een water.

T'BEGHEERDE. Wy moeten bewysen dat A in t'water B C gheleyt, aldaer soo veel lichter sal sijn dan inde locht, als de swaerheyt des waters met hem euegroot. T'BEREYTSSEL. Laet D een vlackvat vol waters sijn, enen ende ghelijck an A. T'BEWYS. T'vlackvat D vol waters, en is in t'water B C licht noch swaer, want het daer in alle ghestalt houdt diemen hem gheeft, duer het 1^e voorstel, daerom t'water D uytghegote, t'vlackvat sal t'ghewicht des waters lichter sijn dant in sijn eerste ghedaente was, dat is, van soo veel volcommentlick licht: Laet ons

nu daer in legghen t'lichaem A, t'welc sal daer in effen pallē, om dat sy enen ende ghelijck sijn duer t'ghestelde. Ende t'vlackvat met t'lichaem A alsoo daer in, sal wegghen t'ghewicht van A met sijn voornoeinde lichtheyt, dat is t'ghewicht van A min t'ghewicht des waters datter eerst uytghegoren was, maer dat water is euegroot an A. Daerom A in t'water B C gheleyt, is daer in soo veel lichter dan inde locht, als de swaerheyt des waters met hē euegroot.

T'BESELYT. Yder stijflichaems swaerheyt dan, is soo veel lichter in t'water dan inde locht, als de swaerheyt des waters met hem euegroot, t'welck wy bewysen moesten.



1

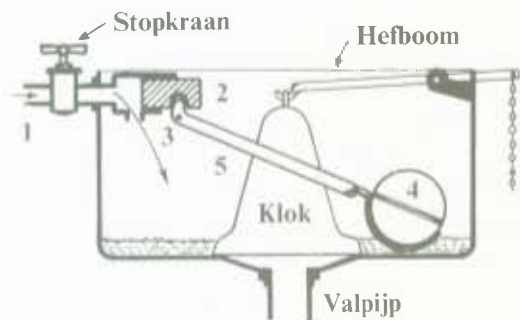
Vraag eens aan je leraar Nederlands of hij een uurtje wil besteden aan een oorspronkelijke tekst van Simon Stevin of één van zijn tijdgenoten. Stevin geeft in een lofzang op de Nederduytsche taal een verklaring van de aanwezigheid van zoveel kerkgenootschappen in Nederland.

2

Simon Stevin leefde in een zeer bewogen tijd. De tijd van Philips II, Elisabeth I, Iwan de Verschrikkelijke, prins Maurits, Galileï, Descartes, Kepler, Rembrandt van Rijn, om slechts enkele te noemen.

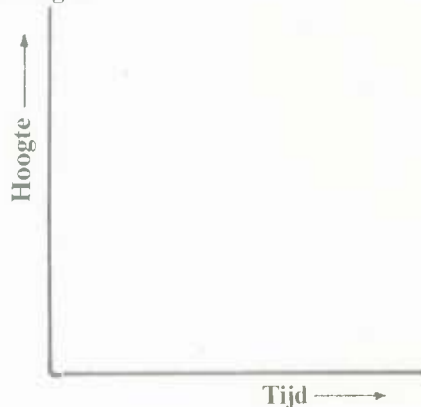
Zoek in je geschiedenisboeken en in encyclopedieën zoveel mogelijk op over Simon Stevin en zijn tijdgenoten. Ga eens na wat voor uitvindingen er in die tijd zijn gedaan. Maak op een groot tekenvel een overzicht van Stevin en zijn tijdgenoten. Probeer aan te geven in wat voor soort tijd zij leefden en welke bijdragen zij hebben geleverd aan de wetenschap, de politiek en het maatschappelijk leven.

Vraag 1

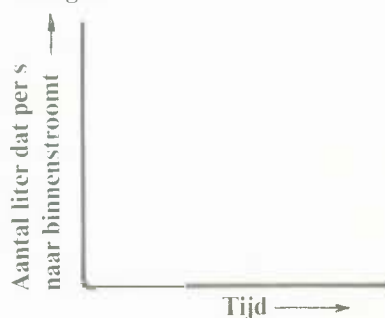


- 1 = watertoevoer
- 2 = afsluitklep van de vlotterkraan
- 3 = draaipunt vlotterarm
- 4 = vlotter
- 5 = vlotterhefboom

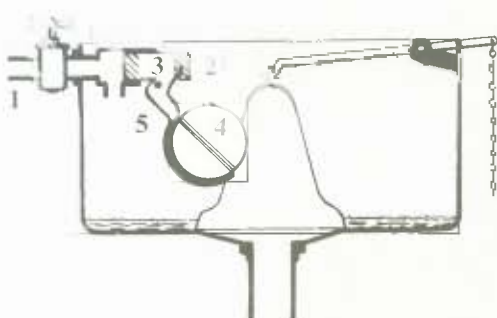
Vraag 2



Vraag 4



Vraag 5



Vlotterwerking

Je weet natuurlijk wel wat een vlot is.

In menig verhaal wisten drenkelingen zich te redden met een vlot. Ook in het dagelijkse leven en in de techniek maakt men gebruik van het drijven van een vlot. We zullen hier wat dieper ingaan op de werking van een vlotter in een stortbak van een w.c. en in een karburateur.

De stortbak van een w.c.

Beantwoord de volgende vragen.

1

- a Wat gebeurt er met de vlotter (4) als het water in de bak stijgt?
- b Beweeg als de stortbak leeg is, zelf de vlotter eens omhoog.
- c Wat gebeurt er met het afsluitklepje (2) in de vlotterkraan en wat met de toevoer van het water (1) als de vlotter omhoog komt?
- d Welke kracht zorgt er dus voor dat de watertoevoer wordt gestopt?

2

We gaan nu meten hoe de bak volstroomt. Als je moeilijk in de stortbak kunt kijken kun je een spiegelkje gebruiken.

- a Meet om de 5 seconden de hoogte van het water in de stortbak terwijl de stortbak vol loopt, stop pas als de waterstroom ophoudt. Je kunt de hoogte bijv. meten door er een meetlat in te houden.
- Verwerk je metingen in een diagram waarin je de hoogte uitzet tegen de tijd.
- b Wat zou er gebeuren als elke 5 s steeds evenveel water in de bak blijft stromen?
- c Hoe blijkt uit jouw grafiek, dat de hoeveelheid water die binnenstroomt per 5 s steeds kleiner wordt?

3

- a Bepaal zo goed mogelijk hoeveel water er in de volgelopen stortbak zit.
- b In hoeveel seconden is dat gebeurd?
- c Bereken hoeveel liter water er **gemiddeld** per seconde in de bak is gestroomd.

4

Je weet nu hoeveel liter water gemiddeld per seconde in de stortbak is gestroomd.

- a Is er elke seconde evenveel water ingestroomd?
- b Schets in een diagram de grafiek die het verband aangeeft tussen het aantal liter dat per seconde naar binnenstroomt (vertikaal) en de tijd (horizontaal).

5

Je ziet in de tekening hiernaast een stortbak met een andere vlotter.

- a Schets in het diagram van vraag 4 hoe volgens jou de grafiek er uit ziet voor deze stortbak. Gebruik een andere kleur.
- b Doe hetzelfde in het diagram van vraag 2.
- c Wat is het voordeel van deze stortbak?

Je zult deze tweede stortbak niet zo gauw tegenkomen. Er zit een groot nadeel aan, namelijk dat de hefboom (5), waar de vlotter aan vast zit, te kort is.

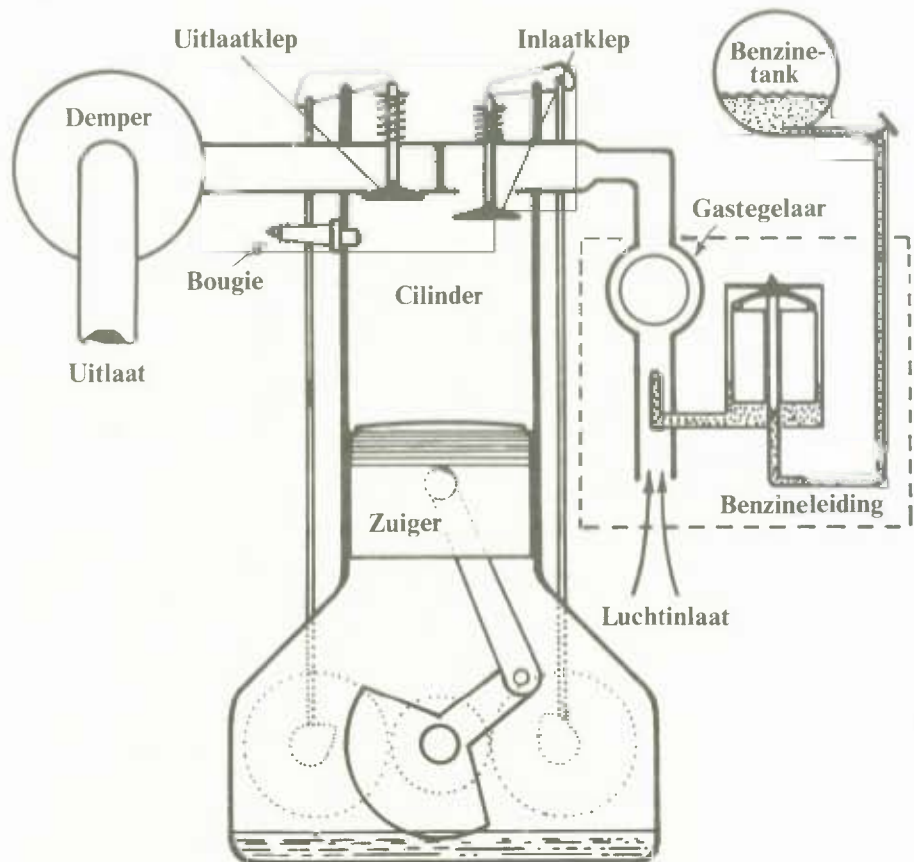
- d Waarom mag de vlotterhefboom niet zo kort zijn?

De karburateur

In de tekening hieronder zijn zeer schematisch de belangrijkste onderdelen van een motor aangegeven. De karburateur is getekend binnen de stippellijnen. Deze zorgt ervoor dat de benzine verstuift en met lucht wordt vermengd.

Dit mengsel wordt in de verbrandingsruimte door een vonk van de bougie tot ontploffing gebracht. Hierdoor wordt de zuiger met kracht naar beneden geperst en gaat de motor lopen.

In de karburateur zit een vlotter die de benzinetoevoer naar de sproeier regelt.



Opdrachten

- 1 Leg uit wat er gebeurt in de vlotterkamer als er benzine via de sproeier naar de verbrandingskamer gezogen wordt.
- 2 Als een brommer slecht start, dan drukt men een aantal malen op knopje P, zie tekening hiernaast.
Leg uit waarom drukken op het knopje P soms uitkomst biedt en men zeker niet te lang het knopje ingedrukt moet houden.
- 3 Door knopje P loopt een kanaaltje van de vlotterkamer naar buiten.
Waarvoor dient dit kanaaltje?
- 4 Als je een oude karburateur op de kop kunt tikken, ga dan na hoe hij werkt. Kijk of je de hoofdonderdelen uit de tekening kunt terugvinden.
Maak een schets van jouw karburateur met de namen van de onderdelen erbij.
- 5 Wat is de overeenkomst tussen de vlotter in de stortbak en de vlotter in de karburateur? Kijk vooral naar de functie.

