

## Blok 4 | Model van een gas



## Blok 4 | Model van een gas

### Basisstof

<b>P 1</b>	
Wat is een gas?	1
<b>P 4</b>	
Ons gasmodel bij nieuwe experimenten	3
<b>T 1</b>	
Wat is een gas?	4
<b>T 2</b>	
Hoe maken we een model?	4
<b>T 3</b>	
Een model van een gas	5
<b>T 4</b>	
Ons gasmodel bij nieuwe experimenten	7
<b>W 1</b>	
Wat is een gas?	8
<b>W 2</b>	
Hoe maken we een model?	8
<b>W 3</b>	
We maken een model van een gas	11
<b>W 4</b>	
Ons gasmodel bij nieuwe experimenten	11

Volgorde waarin je het beste de verschillende paragrafen kunt doen en leren:

**P 1, T 1, W 1, W 2, T 2, W 3, T 3, P 4, T 4, W 4.**

### Herhaaltstof

<b>H 1</b>	
Wat zegt een proef?	12
<b>H 2</b>	
Model van de zonsverduistering	13
<b>H 3</b>	
Proeven verklaren met het gasmodel	14
<b>H 4</b>	
De brownbewegingen en het glazen bolletje	15
<b>H 1</b>	
Antwoordblad	16
<b>H 2</b>	
Antwoordblad	16
<b>H 3</b>	
Antwoordblad	16
<b>H 4</b>	
Antwoordblad	17

### Extra stof

<b>23</b>	
De heteluchtballon	18
<b>24</b>	
Hoeveel lucht heb je nodig om te ademen?	19
<b>25</b>	
Hoe hoog is de lucht?	20

# Wat je moet kunnen aan het eind van blok 4

### Eigenschappen van gassen

Te vinden in:

- 1  
Je moet kunnen vertellen wat de belangrijkste twee gassen zijn waaruit lucht bestaat.
- 2  
Je moet minstens drie verschillende gassen kunnen opnoemen.
- 3  
Iemand noemt een aantal eigenschappen van gassen. Je moet dan kunnen zeggen welke eigenschappen daarvan voor **alle** gassen gelden.
- 4  
Er wordt een eigenschap van gassen genoemd. Dan moet je uit blok 4 de proeven kiezen waarmee je deze eigenschap kunt laten zien.
- 5  
Er wordt een eigenschap van gassen genoemd en er worden een paar eenvoudige proeven beschreven die je niet gedaan hebt. Je moet dan net als bij leerdoel 4 de proeven kiezen waarmee je deze eigenschap kunt laten zien.
- 6  
Er wordt een proef beschreven uit blok 4. Dan moet je kunnen zeggen welke eigenschap(pen) van gassen je met die proef kunt laten zien.
- 7  
Er wordt een eenvoudige proef beschreven die je niet gedaan hebt. Dan moet je net als bij leerdoel 6 kunnen zeggen welke eigenschap(pen) van gassen je met die eenvoudige proef kunt laten zien.

T1  
T1  
T3  
P1, T3  
T3  
P1, T3  
T3

### Het gasmodel

- 8  
Iemand noemt een aantal kenmerken van modellen. Je moet dan kunnen zeggen welke kenmerken daarvan voor het **gasmodel** gelden.
- 9  
Er wordt een algemene eigenschap van gassen genoemd. Je moet kunnen vertellen welke kenmerken van het gasmodel je nodig hebt om deze algemene eigenschap van gassen te verklaren.

T3  
T3

### Werken met het gasmodel

- 10  
Je moet van de brownbeweging kunnen aangeven wat je ziet bewegen.
- 11  
Je moet weten hoe de brownbeweging er uit ziet.
- 12  
Je moet de brownbeweging kunnen verklaren met het gasmodel.
- 13  
Je moet de konklusie kunnen aangeven van de proef met het glazen bolletje en het dunne buisje.
- 14  
Je moet kunnen aangeven of deze konklusie wel of niet door het gasmodel kan worden verklaard.

T4  
P4  
T4  
T4  
T4

### Werken met modellen

- 15  
Je moet weten wat je met modellen in de natuurkunde doet.
- 16  
Je moet weten wanneer een model veranderd moet worden en wanneer dat niet hoeft.

T3  
T4



## Wat is een gas?

We stellen een aantal vragen waarop we een antwoord kunnen krijgen door een proef te doen.

Dit glas lijkt leeg.  
Maar zit er echt niets in?



1\*  
Duw een glas omgekeerd in een bak met water.  
Staat het water binnen het glas hoger of lager dan in de bak?

Wat voel je?

Houd het glas schuin, zodat er wat bellen ontsnappen.  
Wat zit er in de bellen?

2\*  
Probeer een fles eens te vullen door een plastic trechter die je tegen de fles gedrukt houdt. De trechter moet een smalle tuit hebben. Het kan ook met een glazen trechter die je door een rubber stop in de fles steekt.  
Waarom gaat het niet zo gemakkelijk?

Hoe merk je dat lucht niet niks is?

3\*  
Beweeg je hand snel door de lucht.  
Voel je dat er iets is?

\* Een sterretje bij een proef betekent dat je die proef ook thuis kunt doen.

4\*  
Draai een stuk slang dat je aan één uiteinde vasthoudt, zo snel mogelijk rond. Het kan ook met een lineaal aan een touwtje. Wat hoor je?

5\*  
Blaas een plastic zak op. Houd hem goed dicht en sla er hard mee op de tafel. Wat neem je waar?

6\*  
Vul een fles met water. Laat hem leeglopen door hem om te keren. Wat gebeurt er in de fles tijdens het leeglopen?

7  
In een lange buis zitten een veertje (of een stuk schuimplastic) en een kogeltje. We maken de buis luchtledig en kijken wat er gebeurt als we de buis vertikaal houden en dan omkeren.  
We doen de proef nog eens, maar dan met lucht in de buis.  
Welk verschil merk je op tussen beide proeven?

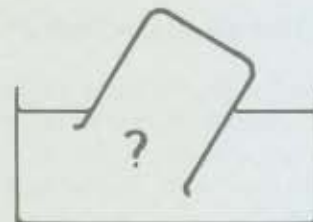
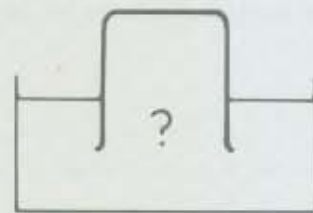
Hoe kan je dit verklaren?

8\*  
Houd twee blaadjes papier vertikaal dicht bij elkaar en blaas er tussendoor. Wat neem je waar?

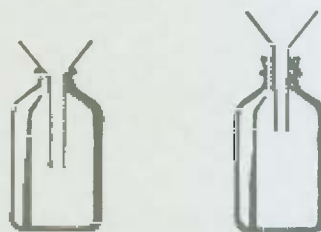
Zijn er ook gassen die je kunt zien?

9

We doen wat koperkrullen in een hoog glas en gieten er enkele druppels onverdund salpeterzuur op. **Voorzichtig!** Er ontstaat een gas dat heel schadelijk is voor je longen!



Proef 1



Proef 2



Proef 7



Proef 8



We sluiten het glas af met een papiertje.  
Wat zie je?

**Waar blijft een gas als je het loslaat?**  
**10**

Op het glas van proef 9 zetten we nog een hoog glas, omgekeerd, en we halen het papiertje weg. Dit laten we de rest van de les zo staan en af en toe kijken we of er iets veranderd is.  
Wat neem je waar?

**11**  
We zorgen er voor dat het niet tocht in het lokaal. Dan gaan enkele personen met een gevoelige neus op 1 m, 2 m, 3 m, . . . van een gaskraan staan. Iemand zet die gaskraan even open en de snuffelaars nemen op hun horloge de tijd op die verloopt totdat ze het aardgas ruiken. Dit kan ook met parfum of etherdamp. Waarnemingen:

**Kun je lucht samendrukken?**

**12\***  
Blaas een ballonnetje een kleine beetje op zodat het nog in je hand past en knijp er in.  
Wat merk je op wat betreft de vorm?

**13\***  
Neem een fietspomp, houd het gaatje dicht en duw de pomp zo ver mogelijk in. Dit kan ook met een injectiespuit zonder naald.  
Waarnemingen:

**14**  
Neem een stuk doorzichtige slang, of een glazen U-buis en doe er wat water in.

Sluit dan de ene kant af met je duim en blaas zo hard mogelijk in het andere uiteinde.  
Wat gebeurt er met de waterhoogte?

Wat voel je aan je duim?

Wat gebeurt er als je zuigt in plaats van blaast, terwijl het andere einde van de buis weer gesloten blijft?

**Heeft lucht massa? En andere gassen?**  
**15**

We hangen een glazen bol aan de ene arm van een balans. We maken evenwicht door standaardmassa's op de schaal aan de andere kant te leggen. Dan sluiten we de bol aan op de luchtpomp en we zuigen de lucht eruit. Het kraantje gaat dicht en we hangen de bol weer aan de balans.  
Waarnemingen:

**16**  
We zetten twee gelijke glazen op de schalen van een balans. In de ene laten we wat koolzuurgas stromen.  
Wat neem je waar?

**17**  
Hetzelfde als bij 16, maar nu spuiten we aardgas onder een omgekeerd glas.  
Wat neem je waar?

Waarom moet het glas nu omgekeerd op het schaalte van de balans staan?

**Merk je iets van het gewicht van al die lucht die boven je zit?**

**18**  
We spannen aluminiumfolie over de opening van een cilinder en we zuigen de



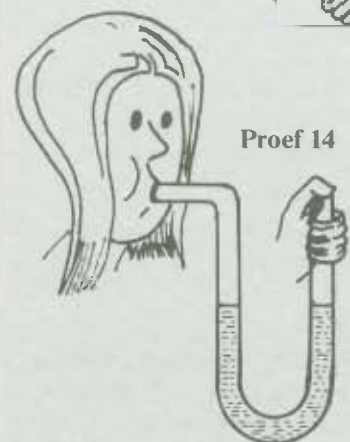
Proef 9



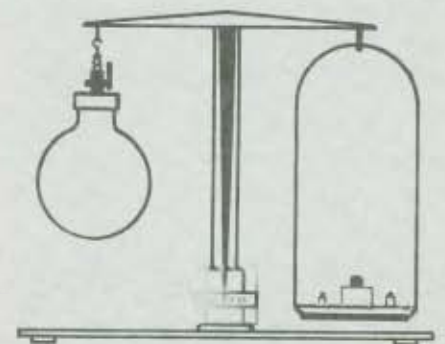
Proef 10



Proef 11

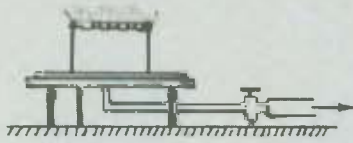


Proef 14

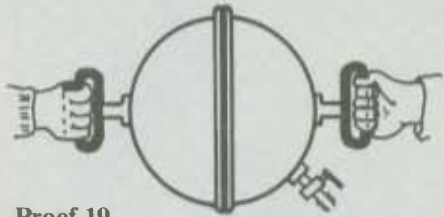


Proef 15

lucht in de cilinder weg met de luchtpomp.  
 Waarnemingen:



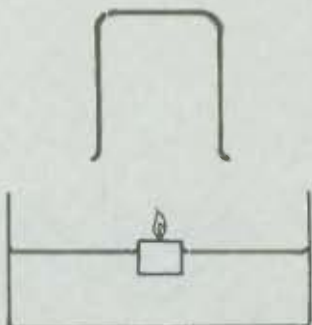
Proef 18



Proef 19



Proef 21



Proef 22

19

Twee halve bollen met een rubber ring er tussen worden tegen elkaar gehouden en via een kraantje aangesloten op de luchtpomp. Als de lucht eruit is doen we het kraantje dicht.  
 Probeer de bollen van elkaar te trekken. Wat neem je waar?

---

---

---

---

20\*

Aan een zuignap kun je iets ophangen. Ga na hoeveel gewicht een kleine zuignap maximaal kan dragen.

Probeer het ook na te gaan voor een grote zuignap (zo een waarmee je een verstopte wasbak kunt ontstoppen).

---

---

---

---

21\*

Vul een glas tot aan de rand met water, leg er een papiertje of een stukje karton op, houd je hand daarop en keer het glas om. Laat nu het papiertje los. Wat neem je waar?

---

---

---

---

22\*

Laat een theelichtje in een bak met water drijven en steek het aan. Houd dan een glas er omgekeerd boven en duw het omlaag. Let vooral op het vlammetje en het water in het glas. Het kan ook met een kaarsje op een dekseltje. Waarnemingen:

---

---

---

---



---

---

---

---

## Blok 4 | Praktikum 4

### Ons gasmodel bij nieuwe experimenten

1

De brownbeweging.

We brengen een beetje rook van een sigaret in een buisje.

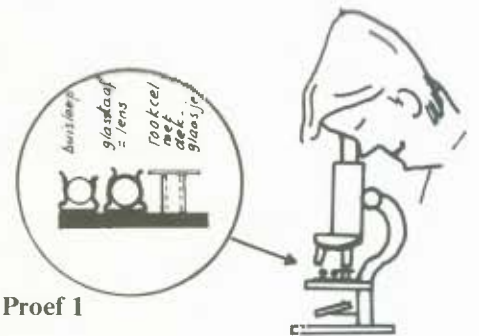
Dit buisje sluiten we af met een dekglasje. Vanaf de zijkant laten we licht op het buisje schijnen. Door een mikroskoop, die ongeveer 100× vergroot, kijken we naar de rook. Wat zie je? Let op de lichtpuntjes!

---

---

---

---



Proef 1

2

Een glazen bolletje staat via een dun buisje in verbinding met de buitenlucht. We verwarmen het bolletje door hem in de hand te houden of door hem boven een vlam te houden. Vervolgens steken we het buisje in een beker met water. Nu koelen we het bolletje af met koud water en kijken wat er gebeurt.

Schrijf op wat je ziet:

---

---

---

---

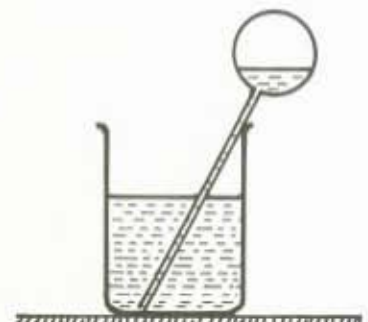


---

---

---

---



Proef 2

## Wat is een gas?

Op gas kunnen we koken, tenminste . . . op aardgas en op butagas. Dat zijn brandbare gassen. Maar er zijn veel meer gassen:

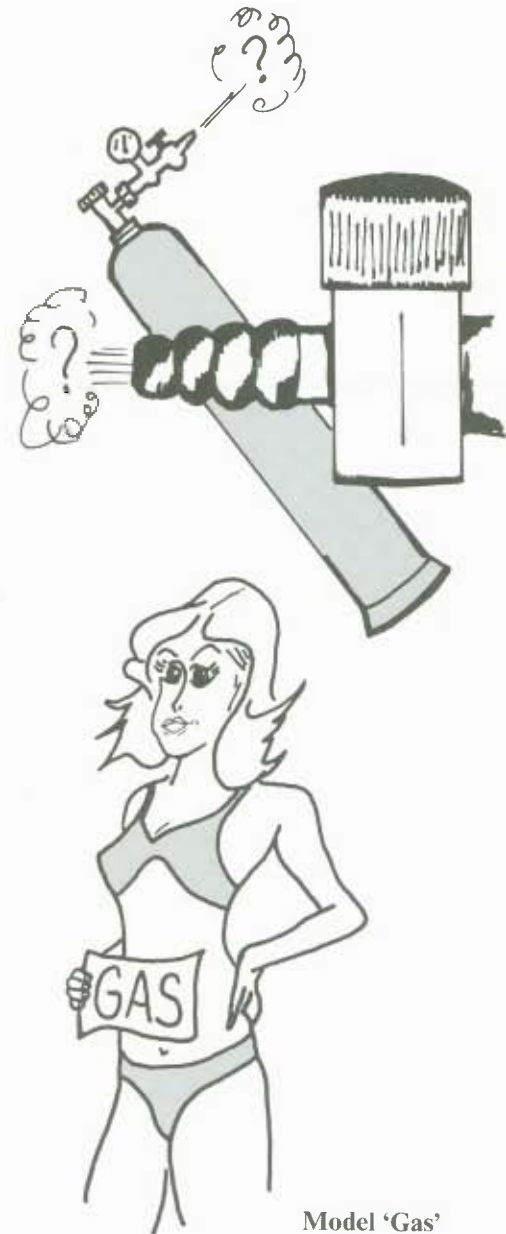
- **Koolmonoxide** is een gas dat ontstaat bij onvolledige verbranding. Het kan dus nog verder verbranden. Het komt voor in uitlaatgassen van auto's en brommers en in kolendamp. Het is reukloos en onzichtbaar. Als we het inademen kan ons bloed minder zuurstof opnemen. Hierdoor kunnen we stikken.
- **Stikstofdioxide** is een gas met een bruine kleur. We kunnen hierdoor zien dat het zwaarder is dan lucht. We moeten het niet inademen, want het werkt sterk prikkelend op onze longen. Het komt voor in afvalgassen van sommige industrieën.
- **Waterstofgas** is het lichtste gas dat er is. De dichtheid is 14 keer zo klein als de dichtheid van lucht. Vroeger werd het gebruikt in luchtballonnen en luchtschepen. Het is erg brandbaar.
- **Helium** is 7 maal zo licht als lucht. Omdat het niet brandbaar is, gebruikt men dit tegenwoordig in luchtballonnen.
- **Lucht** is niet één gas, maar een mengsel van gassen. De belangrijkste daarvan zijn **zuurstof** en **stikstof**.
- **Aardgas** is ook een mengsel van gassen. Het belangrijkste bestanddeel is **methaan** (ongeveer 80%). Methaan is reukloos. Daarom zit in aardgas voor de veiligheid (het kan ontploffen) een klein percentage van een sterk ruikend gas.

We kunnen hier natuurlijk niet alle gassen opnoemen die er zijn. Het is ook niet de bedoeling van de natuurkundelessen dat we een eindeloze rij feiten uit ons hoofd leren. Veel belangrijker is het te begrijpen hoe die feiten gevonden zijn: door proeven te doen. Als we in de natuurkunde een proef doen, stellen we eigenlijk een vraag aan de natuur. Zo komen we meer te weten, dan wanneer we alleen maar waarnemen hoe iets is, of hoe iets gebeurt. Als we een vraag stellen aan de natuur, kunnen we alleen antwoord verwachten bij zoiets als: 'wat gebeurt er als we . . .?' en niet als we vragen 'waarom gebeurt dat?'

**Voor het begrijpen van het waarom is het nodig dat we ons een voorstelling kunnen maken van hoe de natuur in elkaar zit. Zo'n voorstelling noemen we een model.**

De vraag waar het hier om gaat is: begrijpen we hoe een gas in elkaar zit?

Voordat we een model maken voor gassen, gaan we eerst eens na wat er allemaal komt kijken bij het maken van een model. Daarom geeft W 2 een ander voorbeeld van iets dat nogal raadselachtig is.

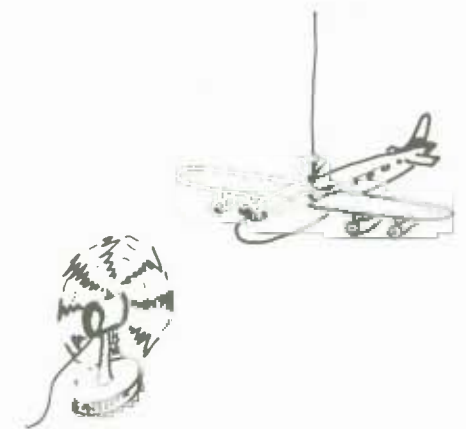


Model 'Gas'

## Hoe maken we een model?

Modellen worden vaak gebruikt als men zich ingewikkelde zaken moet voorstellen. Enige voorbeelden zijn:

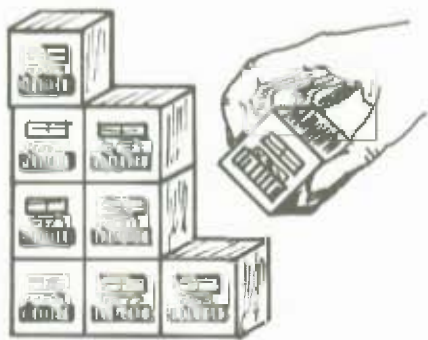
- Ingenieurs maken een model van een vliegtuig om de weerstand van de lucht te onderzoeken. Het is dan van belang dat het model aan de buitenkant de juiste vorm krijgt. Hoe de stoelen komen te staan en welke kleuren er worden gebruikt doet er daarbij niet toe.
- Architecten willen graag weten hoe een wijk er uit ziet, als je er doorheen loopt. Ze maken een maquette van de wijk. Met een speciaal soort kijker (periskop) 'wandelen'



Eenvoudig model om de luchtweerstand te onderzoeken



ze er doorheen. Zij letten dan op de hoogte van gebouwen, de breedte van straten, de beplanting, het uitzicht, enz. Op deze manier gaan ze na of de wijk leefbaar is.  
 c Toen de werkgroep DBK-na jullie natuurkundelessen in een ander jasje wilde steken, werd ook een model gebruikt. Dat model staat in de inleiding van de lessen. Het ziet er als volgt uit:



Eenvoudig model van een flat



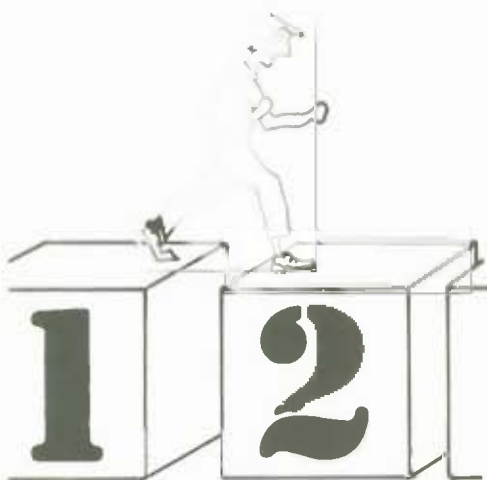
Het model geeft niet alles van de lessen weer. Het zegt alleen iets over de opeenvolging van de verschillende onderdelen in een blok. Het is dus een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Hoe de verschillende onderdelen er precies uitzien, kunnen we er niet uit afleiden. De lessen die gemaakt worden, moeten wel in het model passen. De werkgroep hoopt, dat op deze manier iedereen de natuurkundelessen kan volgen en leuk blijft vinden. Als dit niet zo is, moet het model worden veranderd of zelfs worden vervangen door een heel ander model.

**Wat we steeds terug zien komen is, dat het model zo'n eenvoudig mogelijke voorstelling van de werkelijkheid is. Bovendien moet alles wat we al weten in het model passen.**

We hebben in W 2 een voorbeeld gezien van het maken van een model. Het ging daar om het opsporen van een dief. De politie tekent in zo'n geval een gezicht aan de hand van getuigenverklaringen. De tekening is dan een 'model' van het gezicht van de dief. Bij het herkennen van personen gaat het immers vooral om het gezicht. Als de politie verder goed let op andere gegevens die er van de dief zijn, kan opeens duidelijk worden wie het is. Achteraf zeggen we dan vaak: 'Ja natuurlijk, dat ze daar niet eerder op gekomen zijn'.

De grote vraag is nu hoe zo'n ontdekking precies gaat. Is het een ingeving waarop we gewoon moeten wachten of kunnen we er zelf voor zorgen dat ons ineens een licht opgaat? Deze vraag is heel belangrijk. We hebben er steeds mee te maken. Elke keer als we ons een voorstelling willen maken van iets dat nog onbekend is.

Laten we nagaan wat we in W 2 gedaan hebben om de dief te vinden. Toen we de opdracht zagen, hebben we het verhaal met heel andere ogen bekeken. We letten toen vooral op wat van belang was voor het gezicht. Andere gegevens hebben we even apart gezet. Uiteindelijk hebben we het gezicht met behulp van de gegevens getekend. Eigenlijk hebben we dus een zekere methode gevolgd om de dief te vinden. We hebben daardoor het krijgen van een ingeving gemakkelijker gemaakt.



Eenvoudig model van de DBK methode

## Blok 4 | Theorie 3

### Een model van een gas

Bij het verzamelen en in groepjes zetten van de waarnemingen is het wel duidelijk geworden dat verschillende gassen verschillende eigenschappen hebben. Sommige gassen kunnen we ruiken, andere niet, enkele kunnen we zien, de meeste niet. Wat zijn nu de eigenschappen, die alle gassen gemeenschappelijk hebben?

### Eigenschappen van elk gas:

- 1 een gas neemt **ruimte** in;
- 2 een hoeveelheid gas heeft **massa**;
- 3 een gas kan samengedrukt worden. Het heeft dus **geen vast volume**;
- 4 een gas verspreidt zich over de gehele ruimte. Het heeft dus **geen vaste vorm**;
- 5 een gas mengt zich met al aanwezige gassen. Dit noemen we **diffusie** van een gas. (Diffusie betekent vermenging);
- 6 een gas oefent **druk** uit, zowel op de bodem als op de wanden, het plafond en alle voorwerpen die zich in het gas bevinden.

Deze eigenschappen kunnen we bij elk gas waarnemen, als we maar de goede proeven doen.

We willen nu een zo **eenvoudig mogelijke voorstelling** van gassen maken. Zo'n voorstelling hebben we een model genoemd. Het model van een gas moet de zes eigenschappen van een gas kunnen verklaren. Welke kenmerken moet ons model van een gas daarom bezitten?

### Kenmerken van ons gasmodel:

- 1 een gas bestaat uit zeer kleine deeltjes. We noemen ze molekulen;
- 2 de deeltjes hebben massa.
- 3 de deeltjes zitten niet tegen elkaar aan, maar er is veel ruimte tussen;
- 4 de deeltjes bewegen voortdurend en botsen tegen elkaar en tegen de wanden;

Met deze vier kenmerken van het gasmodel kunnen we de zes eigenschappen van gassen verklaren. Laten we dat maar eens doen:

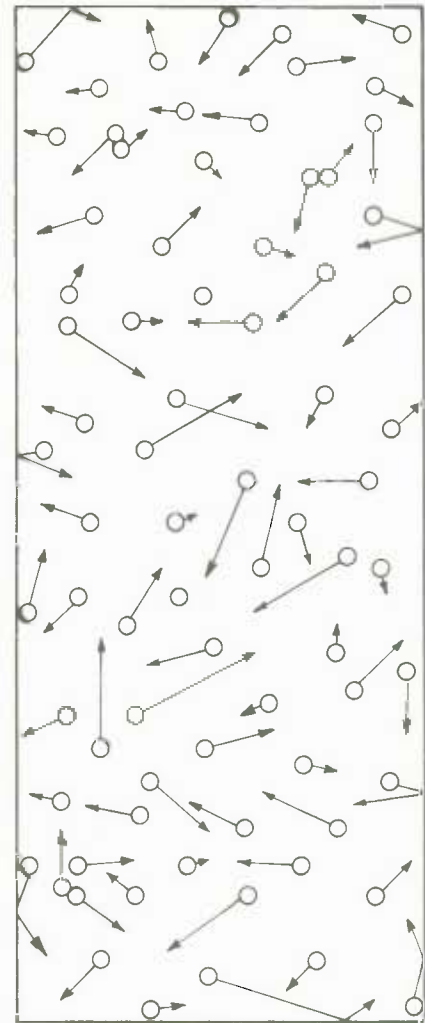
- a In ons gasmodel nemen we aan dat een gas bestaat uit deeltjes en dat er tussen die deeltjes veel ruimte zit. Het is dan ook duidelijk dat een gas ruimte inneemt.
- b Omdat er volgens ons model tussen de verschillende deeltjes in het gas veel ruimte zit, kunnen de deeltjes dichter bij elkaar gedrukt worden. Hieruit volgt dat een gas samendrukbaar is.
- c Volgens ons model bewegen de deeltjes voortdurend alle kanten op. Een gas verspreidt zich daarom over de gehele ruimte en heeft dus geen vaste vorm.
- d De deeltjes bewegen voortdurend en tussen de deeltjes zit ruimte. De deeltjes van een gas bewegen dus kris-kras door elkaar. Op deze manier zullen ook deeltjes van verschillende gassen kris-kras door elkaar bewegen. Zo kunnen we diffusie van gassen verklaren.
- e De deeltjes van een gas hebben massa, dus een hoeveelheid gas heeft ook massa.
- f De deeltjes van een gas botsen voortdurend tegen de wanden en oefenen zo een druk uit op de wanden. Hiermee is dus ook de druk van een gas op een wand verklaard. Hetzelfde verhaal geldt voor de druk op voorwerpen die zich in een gas bevinden.

We willen natuurlijk graag weten wat precies bedoeld wordt met deeltjes. Zijn het knikkertjes, kubusjes, of dingetjes met uitsteeksels? Zijn ze zacht of hard? En welke kleur hebben ze?

Bij geen van de proeven hebben we gemerkt dat de vorm van de molekulen belangrijk is. Daarom nemen we voor het gemak maar aan dat het een soort knikkertjes zijn.

### Is ons gasmodel goed?

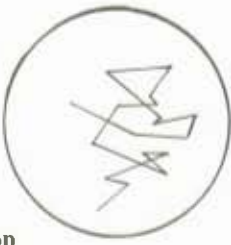
Het gasmodel voldoet, als het zo'n eenvoudig mogelijke voorstelling van de werkelijkheid is. De werkelijkheid is voor ons, dat we proeven hebben gedaan en daaruit resultaten hebben gekregen. We hebben de resultaten die we bij elk gas kunnen vinden de eigenschappen van een gas genoemd. Het bleek dat we die eigenschappen met het gasmodel kunnen verklaren. Wat dat betreft voldoet het model. Of het ook zo eenvoudig mogelijk is, moet je zelf eens nagaan. Kijk maar eens of je een kenmerk kunt missen. Wat we ons nog afvragen is of we de resultaten van nieuwe proeven kunnen verklaren of voorspellen. Dit gaan we in P 4 eens nader bekijken.



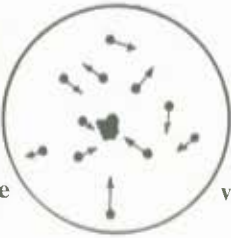
Ze bewegen kris-kras door elkaar nu eens snel, dan langzaam. Soms staat er één stil, tot er weer een ander tegenaan botst.

## Ons gasmodel bij nieuwe experimenten

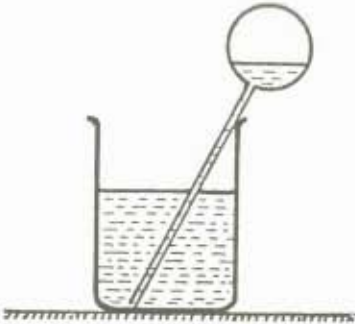
'Kris-kras' weg van een rookdeeltje te volgen met een mikroskoop



Sommige molekulen botsen tegen een rookdeeltje



(Niet zichtbaar maar modelvoorstelling.)



Wat kunnen we nu met ons gasmodel doen? In de vorige paragrafen hebben we uit eigenschappen die voor gassen gelden een model van een gas opgebouwd. Hebben we daar nu wat aan? We hebben er alleen iets aan als we met dit model nog meer verschijnselen van gassen kunnen verklaren of voorspellen. We zullen daarom proberen de proeven 1 en 2 uit P 4 te verklaren.

### De brownbeweging.

In proef 1 van P 4 zagen we onder de mikroskoop allemaal lichtpuntjes trillen. Deze lichtpuntjes zijn de rookdeeltjes die van opzij belicht worden. Kunnen we nu met ons model verklaren waarom ze bibberen? In ons model gaan we ervan uit dat de gasmolekulen overal tegenaan botsen. De lucht molekulen botsen dus ook tegen de veel grotere rookdeeltjes. Nu eens zullen er meer molekulen tegen de ene kant van zo'n rookdeeltje botsen, dan weer meer tegen de andere kant. Het gevolg is dat de rookdeeltjes gaan trillen. Deze beweging van de rookdeeltjes heet brownbeweging. De brownbeweging treedt niet alleen bij rookdeeltjes op, maar ook bij andere mikroskopisch waarneembare deeltjes, zoals stof in de lucht. Deze beweging werd het eerst opgemerkt door de Schotse bioloog Robert Brown; vandaar de naam brownbeweging.

### De proef met het glazen bolletje.

In proef 2 van P 4 verwarmen we een glazen bolletje en steken vervolgens het dunne buisje in een beker water. Wanneer we het glazen bolletje afkoelen met koud water dan zien we dat er water in het buisje opstijgt. Blijkbaar neemt de lucht in het bolletje minder ruimte in als ze afgekoeld is. De konklusie van deze proef is dus dat koude lucht minder ruimte inneemt dan warmere lucht.

Het is gebleken dat dit behalve voor lucht ook voor alle andere gassen geldt. We hebben hier een nieuwe eigenschap van gassen gevonden, namelijk dat een gas bij lagere temperatuur minder ruimte inneemt dan bij hogere temperatuur. Deze eigenschap kunnen we niet met ons model verklaren.

### De beperking van ons model.

Met ons model kunnen we vele proeven over gassen begrijpen. Toch is een model niet altijd uitgebreid genoeg om voor alle proeven een uitleg te vinden. De proef met het glazen bolletje kunnen we niet met ons gasmodel verklaren. We moeten ons model uitbreiden om deze eigenschap uit te kunnen leggen. Dit zullen we in blok 6 doen.

Met ons model kunnen we de brandbaarheid en de geur van gassen ook niet verklaren. Later zullen we in de scheikunde de verklaring hiervoor leren.

Konklusie: ons model van een gas verklaart vele verschijnselen, maar niet alle. Het is beperkt, maar voorlopig voor ons geschikt.

Als we met het model de uitkomst van een nieuwe proef kunnen verklaren is het model goed.

Als het resultaat niet kan worden verklaard, moeten we het model uitbreiden of (soms gedeeltelijk) verwerpen.



## Wat is een gas?

- 1 Ken je nog meer gassen dan in T 1 genoemd staan? Zo ja, wat weet je er van?
- 2 Als de gaskraan even open geweest is, en het aardgas heeft zich verspreid over het lokaal, kun je het dan nog laten branden? Hoe komt dat?
- 3 Aardgas is lichter dan lucht. Dit moet je eigenlijk om precies te zijn, zo zeggen:  

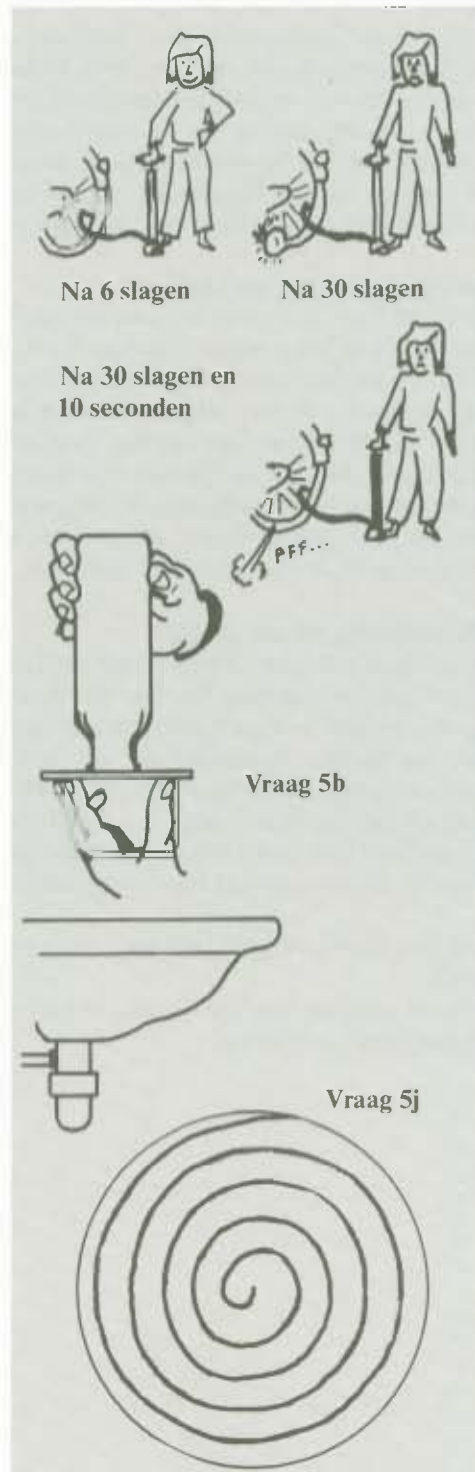
dan	van aardgas is kleiner	van lucht.
- 4 Wat betekent vacuüm verpakt? Hoe merk je dat iets vacuüm verpakt is?
- 5 Proeven om thuis te doen, als je er zin in hebt.
  - a Laat je fietsband leeglopen. Pomp hem vervolgens zo op dat hij net rond is. Tel het aantal slagen dat je hiervoor nodig hebt. De band is nog erg zacht. Pomp de band verder op. De lucht wordt daardoor steeds meer in de band samengedrukt. Ga hiermee door tot de band zo hard mogelijk is. Tel hierbij weer het aantal slagen van de pomp. Ga er vanuit, dat toen de band net rond was de lucht niet samengedrukt was. Bereken nu met het aantal slagen van de pomp hoeveel keer de lucht in de band is samengedrukt.
  - b Kun je proef 21 ook doen met een fles? Kun je een verklaring geven?
  - c Kun je een fles, die vol met water is, omgekeerd in een bak water zetten, zodat hij niet leegloopt?
  - d Zuig water (of limonade) door een rietje en probeer te verklaren hoe dat werkt.
  - e Blaas door een rietje in water. Waarom gaan de belletjes omhoog?
  - f Schenk jezelf een glas priklimonade in, maar wacht nog even met drinken. Eerst goed kijken en noteren wat je ziet. Waar komen de belletjes vandaan? Zijn het luchtbelletjes?
  - g Tijdens de afwas: zet een glas dat je net uit het warme water gehaald hebt, omgekeerd op een natte aanrecht. Kijk en luister goed. Hoe zou dat komen?
  - h Steek een kaars aan en houd een brandende lucifer klaar. Blaas de kaars uit en houd de lucifer bij de pit, niet er tegenaan. Wat zijn je waarnemingen? Hoe zou dat komen?

dende lucifer klaar. Blaas de kaars uit en houd de lucifer bij de pit, niet er tegenaan. Wat zijn je waarnemingen? Hoe zou dat komen?

i Leg een blad van een krant op de tafel tegen de rand aan, dan een lineaal er onder, maar het uiteinde moet buiten de rand van de tafel uitsteken. Geef daar een klap op. Wat voel je?

Verklaring?

j Knip een spiraal uit papier en hang hem aan een dun draadje boven de verwarming. Wat neem je waar? Geef een verklaring.

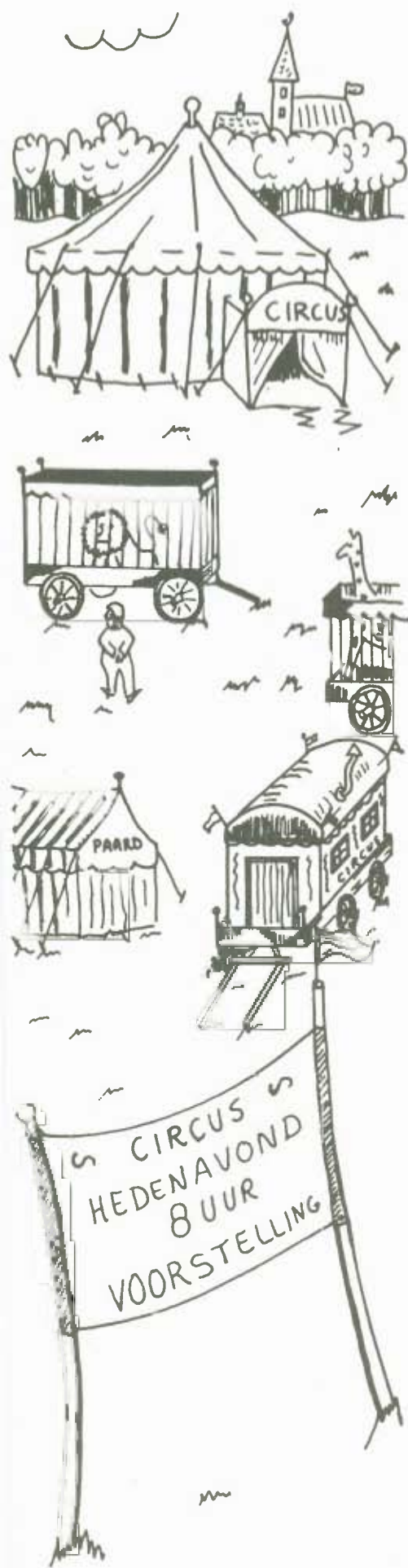


## Hoe maken we een model?

De hoed van de burgemeester.

Niet ver uit onze kust ligt het o zo rustige eiland Rom. Het eilandje telt een paar plaatsen zoals Romdijk, Zeezicht, Duinvallei en vooral niet te vergeten het hoofdstadje van het eiland, Waver. Op zekere dag kwam er een groot circus naar Waver. De tent kwam op het marktplein te staan. Van het hele eiland stroomden de mensen toe en je begrijpt wel dat het stadje in rep en roer was. Door al die drukte had veldwachter Koudendijk veel werk om handen. Normaal hoefde hij enkel fietsers te berispen, die bij het de hoek omgaan hun hand niet uitstaken, maar nu. Jonge, jonge wat had hij het druk. Op zijn bureau waren al heel wat klachten binnengekomen. Zo'n circus in de stad bracht niet alleen brave burgers ter been, maar het trok ook duistere lieden aan. Er was al aangifte gedaan van een gestolen portefeuille, een aap van het circus was ontsnapt en iemands hond was aangereden. Gelukkig maar dat veldwachter Koudendijk assistentie had gekregen van brigadier Treurendal uit het nabije Romdijk. En zo werd het avond in Waver. De voorstelling van het circus was al begonnen, toen veldwachter Koudendijk en brigadier Treurendal aan de koffie zaten met een plak koek, want voor hun was het ook een beetje feest had de burgemeester gezegd. 'We zullen maar gezamenlijk de ronde doen' zei de veldwachter tegen de brigadier 'met al dat plezier in de stad kon het janhagel wel eens toeslaan'. 'Gezamenlijk staan we sterker'. De twee trouwe gezagsdienaars trokken hun lange donkere mantels aan en gingen buiten de ronde doen. Het was er vrij donker, want lantaarnpalen zijn schaars in Waver. Ze liepen langs de grote tent op het marktplein, binnen klonk voortdurend applaus. Van het circus ging het naar het stadhuis. De deuren werden eens gecontroleerd, ze zaten goed op slot. Juist wilden zij hun tocht voortzetten naar het huis van freule Van Mul tot Der, toen zij om de hoek van het stadhuis een persoon zagen wegschieten. In het licht van de wassende maan zagen zij het silhouet van zijn hoofd. Brigadier Treurendal schoot er op af, helaas te laat. In het donker was de persoon onvindbaar. 'Zo zie je', zei de veldwachter tegen de brigadier, 'er loopt heel wat ge-





spuis rond. Wie sluipt er nu op dit uur rond het stadhuis. We zullen even een notitie maken: persoon waargenomen met kort stekelig haar en flaporen. Je weet nooit', bromde Koudendijk. Ze zetten hun tocht voort. Na een kwartiertje hoorden ze overal mensen lopen. De voorstelling van het circus was kennelijk afgelopen. Ze groetten bakker Smit en meester Laagdorper. De ronde liep ten einde, de dienst zat er op voor vandaag. Iedereen ging naar bed.

's Ochtends vroeg werd er luid en door-dringend gebeld op de politiepost. De veldwachter en de brigadier waren direkt wakker. Slordig in het uniform met de slaapmutsen nog op deden ze open. En wie stond daar op de stoep met een woedende blik in zijn ogen? Burgemeester Ardom van Waver. Saluerend liet Koudendijk de eerste burger van Waver binnen en zette een stoel klaar. De burgemeester vertelde: 'Gisteravond had ik nog wat werk te doen op het stadhuis. Toen ik tegen negen naar huis ging, vergat ik echter mijn hoed mee te nemen. Zojuist kom ik op het stadhuis en weg is mijn hoed. Nergens te vinden. Hij moet gestolen zijn. Nu is mijn hoed niet het belangrijkste, maar in die hoed zaten twee kaartjes voor het circus en vanavond is de laatste voorstelling en alle andere plaatsen zijn uitverkocht. Ik moet mijn hoed met de kaartjes terug, want als eerste burger kan ik een dergelijke gebeurtenis als het circus niet overslaan. Bovendien zou ik mijn toespraak dan ook niet kunnen houden. Veldwachter en brigadier, ik vertrouw op jullie'. Koudendijk en Treurendal zagen wel dat hier heel wat op het spel stond. Onmiddellijk trokken zij naar het stadhuis en onderzochten de plaats waar de hoed had gelegen. Vingerafdrukken vonden ze niet, alleen op de kast een lichte afdruk van een platte neus. Kennelijk had de dief hier zijn neus gestoten. Hoe de misdadiger was binnengekomen liet geen enkele twijfel. Het raam stond open en aan de klimop, die van de grond tot aan het dak groeide was duidelijk te merken dat een persoon naar boven was geklauterd. Maar ja, wie wilde nu de burgemeester verhinderen om naar het circus te gaan? Misschien bakker Smit. In de gemeenteraad voerde hij altijd oppositie. 'We zullen hem eens aan de tand voelen', zei de veldwachter. De bakker was nog druk bezig met het brood toen de mannen van de sterke arm moedig de bakkerij inkwamen. Je begrijpt dat toen de bakker het verhaal omtrent de diefstal hoorde, hij onmiddellijk zei, dat hij er niets mee

van doen had. Brave burgers doen dit niet. Wel had hij, en dit herinnerde Koudendijk aan zijn aantekening, gisteravond een vreemd persoon gezien. Ietwat donker van uiterlijk, flaporen en rimpels in zijn gezicht. 'Een oud persoon misschien', zei de brigadier, 'hoewel, hoe kan die zo hoog klimmen?' 'Laten we ook nog even langs meester Laagdorper gaan', zei Koudendijk, 'ook hem zijn we gisteravond tegengekomen'.

Meester Laagdorper had heel wat interessant nieuws. 'Gisteravond, nadat ik uit het circus kwam en mij op weg naar huis begaf, zag ik een verdacht individu wegschieten achter de groente- en fruitkisten van onze groenteman Van Kampen. De man had een hoed op. Ik vond het hem al zo vreemd staan. Een hoed bij een persoon met zo'n platte neus en zulke diepliggende ogen staat nauwelijks. Toen de persoon mij zag schaterde hij van het lachen, ik kon zijn tanden zien toen zijn grote lippen zich krulden van het lachen. U begrijpt dat ik enorm schrok'.

Het was intussen twaalf uur geworden toen de veldwachter en de brigadier zich op het bureau terugtrokken om te overleggen. Voor Treurendal, die op het vasteland een recherche-opleiding had gehad, was de werkwijze duidelijk. Uit de nu verzamelde gegevens zouden ze een politietekening samenstellen. Dit is een tekening hoe de verdachte er volgens de getuigenverklaringen uitziet. Koudendijk zag al dat nieuwerwetse gedoe niet zitten, een boef moet je vangen en voor de rest geen gezeur, maar de nieuwe lichting moet ook eens zijn zin krijgen. Zo schreven ze eerst alle kenmerken van de verdachte op en tekenden toen zijn portret. 'Wat een rare snuiter', zei Treurendal, 'woont hij hier op het eiland?' 'Onmogelijk', vond de ander, 'ik ken niemand die daar ook maar in de verste verte op lijkt. Jij ook met je moderne methode. Wat heb je aan zo'n portret. We zijn geen stap verder gekomen. En ik heb wel wat beters te doen dan tekeningetjes te maken'. En zo foeterde Koudendijk nog wat door. Hij had ook zoveel aan zijn hoofd.

'Kom, kom', zei Treurendal, 'we zijn met z'n tweeën. Als jij nou de andere zaken weer op je neemt, ga ik met de tekening langs de bakker en de meester. Vinden zij het een goed gelijkend portret, dan loop ik ermee naar...'. Hij maakte zijn zin niet af, want hij zag Koudendijk stomverbaasd naar hem staan kijken. Plotseling wist Treurendal waarom. En tegelijk barstten ze uit in een schaterlach. Natuur-

lijk! Opeens was alles duidelijk. Ze waren bij het tekenen van het portret één gegeven vergeten. En nog wel het belangrijkste van allemaal!

Jij moet nu proberen dat portret ook samen te stellen.

Schrijf eerst de gegevens op die belangrijk zijn om het portret te tekenen.

Schrijf daarna de gegevens op die wel van belang zijn, maar niet voor het portret.

**Veel plezier**

**Gegevens die van belang zijn voor het gezicht.**

1

---

2

---

3

---

4

---

5

---

6

---

7

---

8

---

9

---

10

---

**Gegevens die wel van belang zijn, maar niet voor het gezicht**

1

---

2

---

10

### **OPSPORING VERZOCHT!**

**DE HIERBOVEN AFGEBEELDE MISDADIGER WORDT ONDERMEER VERDACHT  
VAN HET STELEN VAN DE HOED VAN DE BURGEMEESTER!**

3

---

4

---

5

---

6

---

7

---

8

---

9

---

10

---

## We maken een model van gas



Model 'Gas'

In W 1 is de vraag gesteld: wat is een gas? Om daar achter te komen heb je eerst geprobeerd om een antwoord te vinden op de volgende vragen.

- 1 Dit bekeerglas lijkt leeg. Maar zit er echt niets in?
- 2 Hoe merk je dat lucht niet niks is?
- 3 Zijn er ook gassen die je kunt zien?
- 4 Waar blijft een gas als je het loslaat?
- 5 Kun je lucht samendrukken?
- 6 Heeft lucht massa?
- 7 Merk je iets van al die lucht die boven je zit?

Steeds deed je een aantal proeven die je een antwoord moesten geven op zo'n vraag. Op deze manier verzamelde je allerlei gegevens over gassen. De gegevens kwamen zo in groepjes bij een bepaalde vraag te staan.

### Opdracht 1.

Probeer nu eens duidelijke antwoorden te geven op de zeven vragen. Niet alleen de woorden ja en nee gebruiken. Verwerk daarbij de gegevens die je bij de proeven hebt gevonden.

### Opdracht 2

Schrijf op welke waarnemingen je algemene aanwijzingen geven over wat een gas is. De rest weglaten. Schrijf kort maar krachtig op wat de zes belangrijkste eigenschappen van gassen zijn.

### Opdracht 3

Nu moet je proberen je voor te stellen hoe een gas in elkaar zit. Bij elke eigenschap piekeren: hoe zou dat komen. Het beste kun je proberen je voor te stellen wat je zou zien als je door een ontzettend sterke mikroskoop naar een gas zou kijken. Denk je dat een gas één geheel is? Probeer het gasmodel te tekenen. Wat je niet kunt tekenen, moet je er bij schrijven.

## Ons gasmodel bij nieuwe experimenten

1 We bekijken onder een mikroskoop een bacterie. Verklaar eens waarom deze bacterie zo zit te zuchten en steunen?

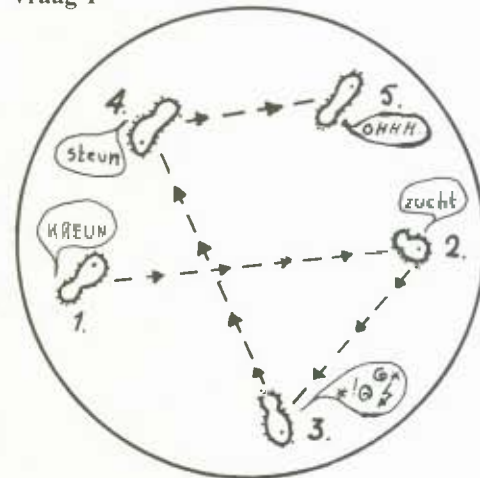
2 Natuurlijk kun je met jouw model van een gas nog veel meer verklaren. Probeer het leeglopen van een fietsband eens te verklaren.

3 Kun je misschien zelf een proef verzinnen over gassen, die je kunt verklaren met je model?

4 Luchtmolekulen hebben massa. Toch liggen ze niet allemaal op het aardoppervlak. Hoog boven het aardoppervlak komen we ze ook tegen, hoewel het steeds ijler wordt naarmate we hoger komen. Kun je verklaren waarom luchtmolekulen niet op het aardoppervlak liggen?

5 Kun je bij de proef over de brownbeweging bij rookdeeltjes de luchtmolekulen zien? Motiveer je antwoord.

### Vraag 1





# Wat zegt een proef?

## Inleiding

Je hebt wel gemerkt, dat het aantal proeven in P 1 bijzonder groot was. We gaan eens na waarom ook allerlei eenvoudige handelingen proeven worden genoemd. Een paar voorbeelden van dergelijke 'proeven' zijn:  
het spelen met bekertjes en bakjes met water, het laten knallen van een opgeblazen zak, wuiven met je hand. Wanneer is zoiets nou een proef?

## Limonade zuigen door een rietje.

1

Is dit een proef? Wat vind jij?

Je hebt vast wel gemerkt dat proeven gedaan worden om een antwoord te krijgen op een vraag. Als je met je hand wuift naar iemand anders, zul je dit geen proef noemen. Als je wilt weten of je lucht kunt voelen en je beweegt dan je hand snel door de lucht, is het wel een proef. Het wuiven geeft je dan een antwoord op een vraag.

Je kunt ook vragen: wat gebeurt er met de lucht als je zuigt? Maar dan moet er wel bij staan aangegeven hoe je dat doet.

a. zo:



b. of zo:



Om het antwoord op de vraag te vinden kun je het beste gewoon de proefjes uitvoeren, die we onder a en b bedacht hebben. Waarschijnlijk heb je wel eens eerder aan een rietje gezogen, maar toch is het goed om het nu nog eens te doen, want het is nu een **proef** geworden. Je moet natuurlijk wel van te voren bedenken waarop je letten moet. Je wilt iets te weten komen over lucht, maar lucht kun je niet zien. Je zult dus moeten kijken

naar het waternivo, of je moet proberen te voelen wat er met de lucht gebeurt. Voer nu de proeven uit en noteer je waarnemingen.

## Proef a:

## Proef b:

2

Let op, de vraag is nu nog niet beantwoord! Het gaat er nu nog om, dat je je waarnemingen zo opschrijft, dat je er zoveel mogelijk aan hebt. Je moet je dus afvragen: geven de waarnemingen antwoord op de vraag? Als je bijvoorbeeld bij a opgeschreven hebt: 'Er komt water in mijn mond', dan zegt dat niets nieuws. Je kunt beter zeggen: 'Als ik zuig gaat het water in het rietje naar boven'. Nog beter is: 'Als ik wat lucht uit het rietje zuig, gaat het water in het rietje naar boven, en het water buiten het rietje

3

De laatste waarneming, waar je misschien niet zo gauw aan gedacht had, brengt je veel dichterbij het antwoord. Ga nu eens na of je bij b alles goed hebt opgeschreven.

4

Kun je nu al uitleggen, wat er gebeurt met de lucht als je zuigt en waarom het water wel omhoog gaat in het rietje bij proef a en niet bij proef b?

5

Met welke eigenschappen van lucht kun je dus de proef met het rietje begrijpen?

6

Volgt nu uit de proeven met het rietje, dat ook andere gassen de door ons gevonden eigenschap bezitten?

## Samenvatting

Een proef is pas een proef als je er iets mee te weten wilt komen. Het is belangrijk om vooraf zo precies mogelijk te zeggen wat je te weten wilt komen. Wanneer je met een proef bezig bent, moet je waarnemingen doen. Waarnemen doe je met je zintuigen. Bij het noteren van je waarnemingen moet je goed bedenken, wat je te weten wilt komen. Dan schrijf je op wat van belang is. Wanneer uit een proef een **bepaalde** eigenschap volgt, moeten we die eigenschap ook met andere proeven onderzoeken. Wanneer die eigenschap dan in **al die proeven** juist blijkt te zijn, spreken we over een **algemene eigenschap**.



Je blijft bij herhaling op een rietje zuigen . . .



## Model van de zonsverduistering

Om te begrijpen waarom we in de natuurkunde vaak een model maken van de werkelijkheid, zullen we nog eens een ander voorbeeld bekijken.

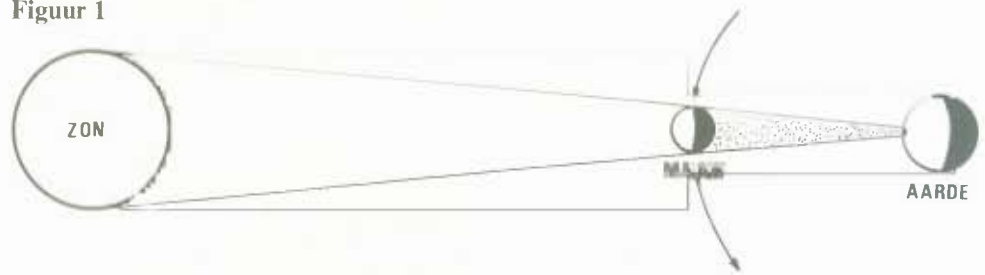
### De zonsverduistering.

Misschien heb je wel eens iets gelezen over zonsverduisteringen of zelfs foto's ervan gezien. Je vraagt je dan natuurlijk af hoe dat kan. Waarschijnlijk zul je er geen verklaring voor geven als: 'Een boze geest hapt een stukje uit de zon' of 'De zon is kwaad op ons en dreigt zijn gezicht te bedekken om ons niet meer te zien'. Toch werden dit soort verklaringen vroeger wel gegeven. Een zonsverduistering betekende voor vele mensen onheil.

Er is een verhaal over ontdekkingsreizigers die gevangen genomen waren door de inheemse bevolking. Dit gebeurde enkele eeuwen geleden ergens langs de kust van Zuid-Amerika. Ze kwamen weer vrij en werden zelfs als goden vereerd, omdat ze wisten dat er een zonsverduistering op komst was. Voor de zeevaart was het namelijk erg belangrijk veel te weten van zon en sterren. Het ging als volgt. De ontdekkingsreizigers zeiden gewoon: 'Als jullie ons niet vrij laten, halen we morgen de zon weg'. En inderdaad, de volgende dag zag iedereen dat het wat donkerder werd hoewel er geen wolkje te bekennen was. Wel was er een stukje van de zon af en het werd steeds erger. De inboorlingen werden door angst bevangen, wierpen zich in het stof voor de eenvoudige zeelieden en smeekten hen de zon weer heel te maken. Geen haar op hun hoofd zou gekrenkt worden. Het was duidelijk dat zij machtig waren als goden. Het smeken had succes. Langzaam werd het weer lichter en tenslotte was de zon weer rond. Zo zie je maar: kennis is macht.

Om ons een beeld te vormen van wat we nu eigenlijk waarnemen bij een zonsverduistering kun je onderstaande tekening gebruiken.

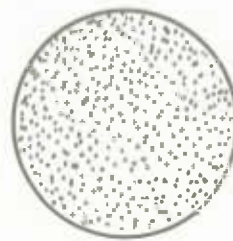
Figuur 1



Bij een zonsverduistering schuift de maan tussen aarde en zon. Een gedeelte van de aarde zit dan in de schaduw van de maan. Op aarde zie je achtereenvolgens:



Figuur 2  
Vlak na het begin van de zonsverduistering

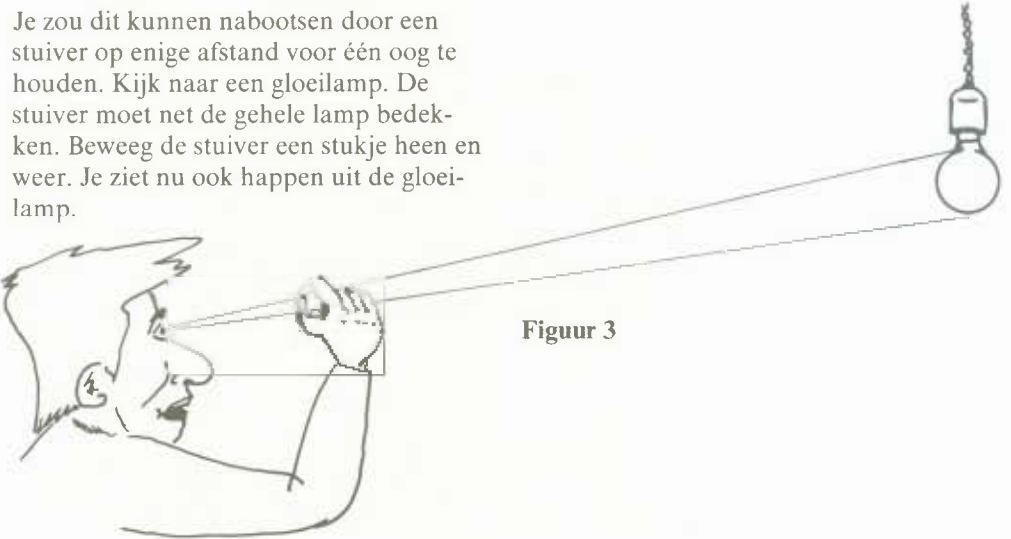


Totale verduistering



Het einde van de verduistering nadert

Je zou dit kunnen nabootsen door een stuiver op enige afstand voor één oog te houden. Kijk naar een gloeilamp. De stuiver moet net de gehele lamp bedekken. Beweeg de stuiver een stukje heen en weer. Je ziet nu ook happen uit de gloeilamp.



Figuur 3

We kunnen met ons model aardig begrijpen wat wij zien op aarde bij een zonsverduistering. Totale zonsverduisteringen komen ongeveer één keer in de drie jaar voor.

### 1

Hoeveel keer zal volgens ons model (fig. 1) er een totale zonsverduistering optreden?

### 2

Is ons model volledig?

### Samenvatting:

Met een model kun je:

- 1 Je voorstellen hoe iets in elkaar zit.
- 2 Verklaren wat er gebeurt.
- 3 Voorspellen wat er zal gebeuren.

Een model maak je:

- 1 Zo eenvoudig mogelijk.
- 2 Ingewikkelder als je nieuwe verschijnselen ontdekt die je niet kunt verklaren met het eenvoudige model.

## Proeven verklaren met het gasmodel

Dit herhaalblad laat je nog eens zien hoe je met het gasmodel kunt werken. Zoek in je theorievellen maar eens op waar het gasmodel beschreven staat.

Vul in:

1

2

3

4

De tekening van het gasmodel is:

Het is erg prettig om zo'n model van een gas te hebben. Natuurkundigen hebben er vele eeuwen aan gewerkt om dit samen te stellen. Het gasmodel vind je door zeer veel proeven te doen. Het gasmodel is een voorstelling van hoe een gas eruit ziet. Als je het gasmodel eenmaal samengesteld hebt, moet je de vele proeven over gassen er mee kunnen verklaren.

1

Als je een glas water op zijn kop in een bak water duwt, loopt het glas niet vol met water.

Lucht neemt \_\_\_\_\_ in.

2

Hieronder zie je een glazen buis, waarvan de bodem kan trillen als het trilapparaat aanstaat. Op de bodem van deze buis liggen kleine glazen knikkertjes.

Op deze knikkertjes ligt een kartonnetje.

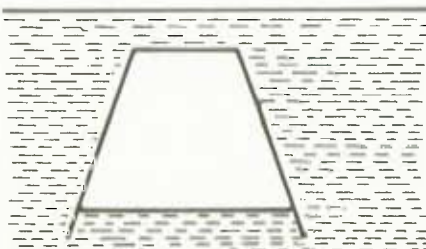


Nu zetten we het trilapparaat aan. De knikkertjes gaan bewegen. Teken nu de stand van het kartonnetje en teken ook de bewegende knikkertjes. Teken pijltjes voor bewegingen.



3

Lucht molekulen bewegen ook. Teken schematisch enkele lucht molekulen in het glas en geef de beweging aan met pijlen.



4

Uit welke kenmerken van ons gasmodel volgt:

een gas neemt **veel** ruimte in.

Kies je antwoord uit a, b, c of d.

a Een gas bestaat uit deeltjes.

b Een gas bestaat uit deeltjes en de deeltjes zitten niet tegen elkaar aan, maar er is veel ruimte tussen.

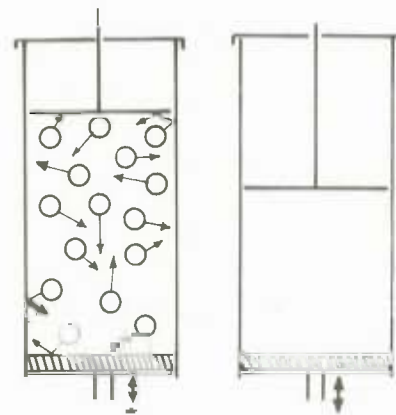
c Een gas bestaat uit deeltjes en de deeltjes bewegen voortdurend en botsen tegen elkaar en tegen de wanden.

d Een gas bestaat uit deeltjes en deeltjes hebben massa.

Op dit moment moet je kunnen verklaren met het gasmodel, waarom een gas ruimte inneemt. Kun je dat niet dan moet je nog eens opnieuw beginnen of je leraar raadplegen. Kun je dat wel ga dan verder met vraag 5.

5

We kijken weer naar onze buis met bewegende glazen knikkertjes. Duw het staaftje met het kartonnetje naar beneden.

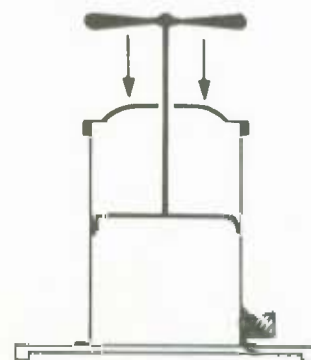


Wat voel je?

Teken de situatie eens.

6

We doen nu net alsof de knikkertjes in vraag 5 molekulen zijn. Hiernaast zie je een fietspomp, waarvan we de onderkant hebben dichtgemaakt. Als we op de zuiger drukken, drukken we de lucht iets samen. Teken de lucht molekulen (als knikkertjes) in de fietspomp.

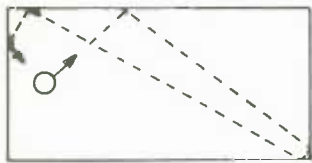


7

Met welk kenmerk uit ons gasmodel kunnen we verklaren, dat we een gas kunnen samendrukken. Kies het goede antwoord: a Een gas bestaat uit zeer kleine deeltjes. b De molekulen van een gas zitten niet tegen elkaar aan, maar er is veel ruimte tussen.

c De molekulen bewegen voortdurend en botsen tegen elkaar en tegen de wanden.

Op dit moment moet je met het gasmodel kunnen verklaren waarom een gas samendrukbaar is.



Baan van één molecuul



Tekenen de baan van het molecuul in deze grotere ruimte



Meerdere molekulen



Meerdere molekulen in grote ruimte

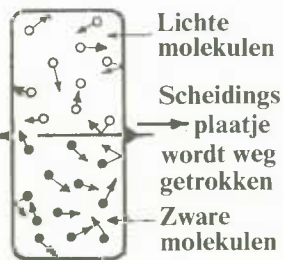
Begrijp je nu waarom gasmolekulen zich over de ruimte verspreiden, als ze daar de kans voor krijgen?

9

Zoek op wat diffusie is.

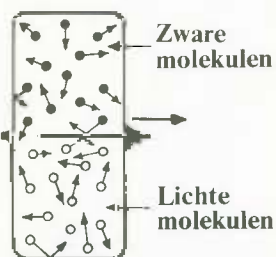
10

We nemen twee bekgelazen. Eén gevuld met gas, dat uit lichte molekulen bestaat en de ander gevuld met een gas dat uit zware molekulen bestaat. We zetten deze bekgelazen op elkaar. Tekenen de situatie een tijd later.



11

We herhalen proef 10, alleen nu zettén we het bekgelaz met lichte molekulen onder. Tekenen weer de situatie een tijd later.



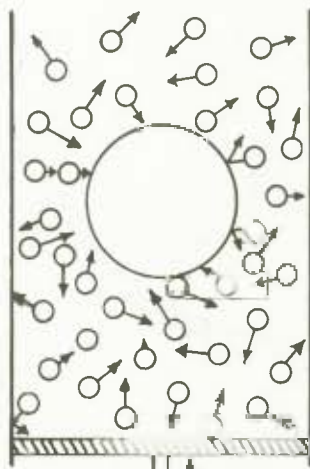
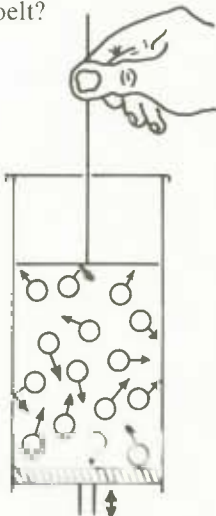
Kun je nu diffusie verklaren met het gas-model?

12

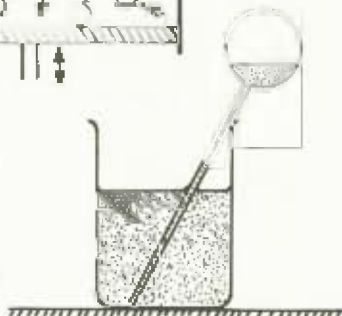
Een molecuul heeft massa. Een gas bestaat uit molekulen dus een gas heeft

13

Weer even ons apparaat met de glazen knikkertjes. Druk het kartonnetje een stukje naar beneden. Hoe komt het dat je druk op het kartonnetje voelt?



Vraag 3



Vraag 4

## De brownbeweging en het glazen bolletje

1

Weet je nog hoe we de brownbeweging hebben gezien?

Zo ja, schrijf dan in enkele zinnen op wat er bij deze proef allemaal te doen en te zien was.

Zo nee, vraag je leraar.

2

Het is goed om de brownbeweging nog eens in de theorie te lezen. Als je dat gedaan hebt, moet je de volgende vragen beantwoorden.

a Zie je door de mikroskoop molekulen?

b Wat voor deeltjes zie je dan wel?

c Beweegt een rookdeeltje uit zichzelf?

d Waardoor beweegt het rookdeeltje eigenlijk?

e Waarom is de beweging van het rookdeeltje een bibber-beweging?

3

Je ziet hiernaast een buis getekend. In deze buis zitten een aantal glazen knikkertjes. Deze knikkertjes kunnen bewegen, omdat de bodem van de buis trilt. Temidden van de rond schietende knikkertjes bevindt zich een grote bol, gemaakt van styropor, een zeer licht materiaal. Schrijf op wat je waarneemt als de bodem trilt. Denk je eens in dat de glazen knikkertjes gasmolekulen zijn en dat de grote bol een rookdeeltje is. Probeer dan aan de hand van dit model de brownbeweging te verklaren.

4

Proef met het glazen bolletje.

Kun je je deze proef herinneren?

Schrijf in enkele zinnen op wat er gebeurde.

5

Lees de proef met het glazen bolletje nog eens in je theorie door.

Beantwoord de volgende vragen.

a Waarom stijgt het water in het glazen buisje?

b Wat zou je verwachten dat er gebeurde, als we nu het glazen bolletje zouden verwarmen?

c Welke extra eigenschap voor gassen volgde uit deze proef?

d Kun je deze eigenschap met ons gas-model verklaren?



## Herhaalblad 1

### Wat zegt een proef?

1

Ik vind van niet, omdat je er niets nieuws mee te weten komt.

2

Het water buiten het rietje gaat naar beneden.

3

1e het water in het rietje gaat niet omhoog, 2e je voelt dat je tong tegen het rietje blijft zitten als je gezogen hebt.

4

De lucht in het rietje wordt weggezogen. Er drukt dan minder lucht op het water. Bij proef a blijft de lucht buiten het rietje even hard drukken. Daardoor wordt er water in het rietje gedrukt. Bij proef b gebeurt dat niet, omdat de lucht buiten het rietje niet op het water in het rietje drukt (het rietje is met je vinger afgesloten).

5

De lucht oefent druk uit.

6

Nee, je zou met die gassen proeven moeten doen om er wat van te kunnen zeggen.

## Herhaalblad 2

### Model van de zonsverduistering

1

Elke maand.

2

Met het model is niet alles te begrijpen. Uit de tekening zou je op kunnen maken, dat er elke maand ergens op aarde een zonsverduistering moet optreden, want in het model draait de maan één keer per maand tussen de zon en de aarde door. In werkelijkheid is er maar heel zelden een zonsverduistering te zien! Sterrenkundigen hebben er dan een lange reis voor over om waarnemingen te doen met allerlei instrumenten. Om te begrijpen dat zonsverduisteringen zo zeldzaam zijn moet het model iets ingewikkelder worden gemaakt. In dit geval, dat de baan van de maan om de aarde een beetje schuin ligt ten opzichte van de baan van de aarde om de zon. Als je dan meer gegevens hebt over zonsverduisteringen in het verleden, kun je met het nieuwe model ook **voorspellen** wanneer de zon weer verduisterd zal worden.



## Herhaalblad 3

### Proeven verklaren met het gasmodel

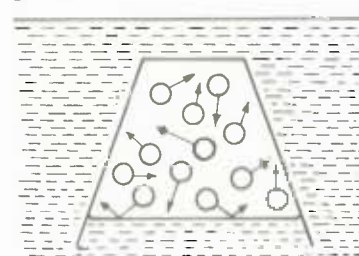
1

Lucht neemt ruimte in.

2



3



4

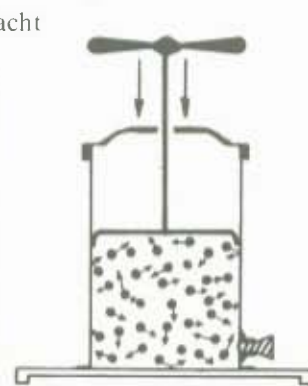
Het juiste antwoord is b.

5

Je moet een kracht uitoefenen



6



7

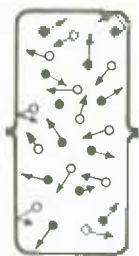
Het juiste antwoord is b.

8





10



11



12

Een gas heeft massa.

13

Je voelt druk, omdat de knikkertjes tegen het karton botsen.

Verklaring: Zolang je het kartonnetje nog niet naar beneden duwt blijft het kartonnetje op zijn plaats, doordat de glazen knikkertjes er tegenaan botsen. Die glazen knikkertjes oefenen dus een druk uit die je voelt als je het kartonnetje een beetje naar beneden duwt.

## Herhaalblad 4

### De brownbeweging en het glazen bolletje

2

a Nee.

b Rookdeeltjes.

c Nee.

d Door de luchtmolekulen die er tegenaan botsen.

e Er botsen niet steeds evenveel molekulen tegen elke kant van het rookdeeltje, zodat het rookdeeltje nu eens de ene kant wordt opgedrukt, dan weer de andere kant. Dat is de bibberbeweging.

3

Zie verklaring 2e. De kleine knikkertjes stellen de molekulen voor, terwijl het styropor een rookdeeltje voorstelt.

5

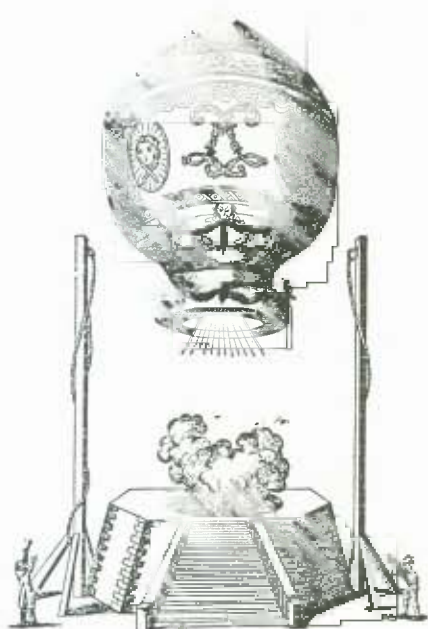
a Blijkbaar neemt koudere lucht minder ruimte in. Waarom koudere lucht minder ruimte inneemt kunnen we niet verklaren.

b Lucht zal dan weer meer ruimte innemen. Het water zal dan naar beneden gedrukt worden.

c Als een gas kouder wordt, wil het gas minder ruimte innemen.

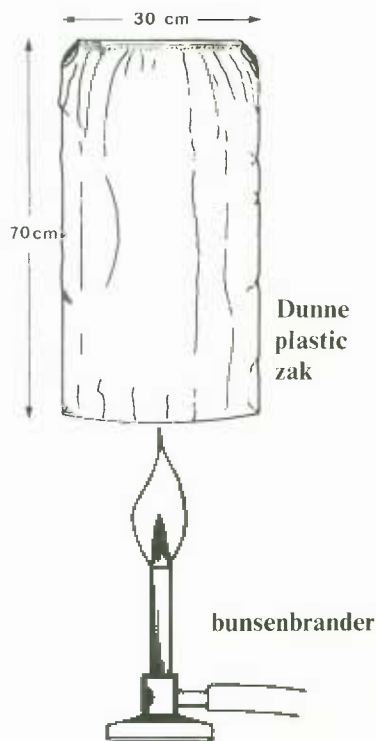
d Nee.

## De heteluchtballon



**Gebr. Montgolfier-heteluchtballon.**

Zo'n 130.000 toeschouwers wisten niet wat ze zagen.  
Daar lanceerden de gebroeders Montgolfier  
op 19 september 1783 recht voor het paleis te Versailles een  
luchtballon met een ram, een haan en een eend aan boord.  
Het hele gevaarte zwierde statig over de paleistuinen met de  
wind mee en landde na acht minuten 1700 vadem verderop,  
zonder schade, als eerste „bemande” luchtvaartuig.



Ooit wel eens aan gedacht, een ballon te maken die door warme lucht omhoog gaat? Waarschijnlijk heb je wel eens meegedaan aan een luchtballonnenwedstrijd. Van de feestvierende vereniging kreeg je dan een ballon met een kaartje eraan. Doordat zo'n ballon gevuld was met waterstofgas, wat lichter is dan lucht, steeg de ballon. De wind nam de ballon dan mee en wiens ballon het verst kwam had gewonnen.

Er bestaan ook zeer grote luchtballonnen. Het zou gevaarlijk zijn deze ballonnen met waterstofgas te vullen. Waterstofgas is erg brandgevaarlijk. Daarom vult men tegenwoordig deze luchtballonnen met helium. Helium is ook lichter dan lucht, maar niet brandbaar. Vroeger was helium ontzettend duur. Tegenwoordig vindt men nogal wat helium bij aardgasbellen, maar toch, goedkoop is het niet.

De eerste luchtballonnen waren niet gevuld met waterstofgas of met helium, maar met hete lucht. Als je lucht verhit zet het uit, dus hetzelfde aantal molekulen neemt meer ruimte in. Daarom is hete lucht lichter dan koude. Een ballon gevuld met hete lucht zal dus net zoals een luchtballon gevuld met waterstofgas of met helium opstijgen. De kunst is nu er voor te zorgen dat de lucht heet blijft.

Deze moeilijkheid heb je met waterstofgas of helium niet, als deze eenmaal gevuld zijn hoeft je er verder niets meer mee te doen. Vandaar, dat als je tegenwoordig een luchtballon ziet, het vast geen hete luchtballon is.

Als je precies wilt weten hoe hoog de temperatuur binnen de heteluchtballon moet zijn, doe dan het extrastofblad: Archimedes en de heteluchtballon.

Zullen we nu zelf eens een heteluchtballon maken?

### Maak zelf een heteluchtballon

Als ballon gebruiken we een dunne plastic zak van ongeveer 30 bij 70 cm.

Vraag aan je leraar een plastic zak en vraag hem een bunsenbrander te plaatsen. Houd de zak nu rechtop boven een bunsenbrander totdat hij opstijgt.

**DENK EROM: HOUD DE PLASTIC ZAK NIET TE DICHT BIJ DE VLAM.  
DENK AAN WEGSMELTEN EN BRANDEN VAN DE ZAK.  
WEES VOORZICHTIG!!!**

### Vragen

1

Waarom denk je, dat een ballon gevuld met helium ook luchtballon heet?

2

Schrijf de nadelen en voordelen van de heteluchtballon eens op als je hem vergelijkt met een luchtballon die met waterstof of helium is gevuld.

3

Tegenwoordig gaan er stemmen op, om luchtballonnen te gaan gebruiken als transportmiddel voor goederen. Leg eens uit waarom dat niet zo vreemd is.

## Hoeveel lucht heb je nodig om te ademen?

### Inleiding

Als je ergens mee bezig bent, heb je nauwelijks in de gaten dat je ademt. Maar haal eens diep adem. Je merkt dan dat er meer lucht in je longen kan dan er gewoonlijk in komt. Je merkt ook dat diep ademhalen niet vanzelf gaat, tenzij je een tijdje hard gelopen hebt. Dan gaat het hijgen wel vanzelf. Het is niet zo moeilijk om het volume van de lucht te meten.

**Vragen** (die misschien al gesteld zijn bij biologie).

1

Waarom heb je meer lucht nodig als je hard loopt?

2

Wat is het verschil tussen ingeademde en uitgedemde lucht?

3

Denk je dat er steeds evenveel lucht uitkomt als er ingaat?

4

Hoe werkt je ademhaling eigenlijk? Hoe komt het dat er lucht naar binnen gaat bij inademing?

5

Maak eens een schatting van de inhoud van je longen:  $10 \text{ cm}^3$ ,  $100 \text{ cm}^3$ ,  $1000 \text{ cm}^3$ , of nog meer?

6

Als je rustig zit en gewoon ademhaalt, welk gedeelte van de lucht in je longen wordt dan per keer ververs, denk je? De helft? Of een tiende?

**Proeven** (kunnen ook thuis).

Je hebt nodig:

Een grote fles of een jerry-can; een teil, emmer of afwasbak met water; een stuk plastic of rubber slang; een maatbeker of een liniaal.

### Proef 1

Vul de fles geheel met water, doe je hand op de opening en zet hem omgekeerd in de bak met water. Blijf hem vasthouden met je andere hand of laat iemand anders de fles vasthouden. Adem vervolgens zo diep mogelijk in en blaas je adem door het slangetje in de fles. Sluit dan de opening van de fles weer af met je hand en keer hem om. Bepaal nu met behulp van de maatbeker of de liniaal hoeveel  $\text{cm}^3$  water je weggeblazen hebt.

### Resultaat:

de ruimte die je adem innam had een volume van \_\_\_\_\_

Vergelijk dit eens met je antwoord op vraag 5.

### Proef 2

Vul de fles nu gedeeltelijk met water. Zet hem weer omgekeerd in de bak met water en adem nu een paar keer gewoon door het slangetje. Houd hierbij je neus goed dicht. Zet streepjes bij de hoogste en de laagste stand van het water in de fles of laat dit door iemand anders doen.

Eventueel kun je er nummertjes bij zetten voor eerste en tweede keer. Met de maatbeker of liniaal kun je weer nagaan hoe groot het volume tussen de streepjes is.

### Resultaat:

Het volume van de ingeademde lucht is wel/niet gelijk aan dat van de uitgedemde lucht.

Bij inademen kreeg je \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$  lucht naar binnen.

Vergelijk dit met je antwoord op vraag 6.

### Proef 3

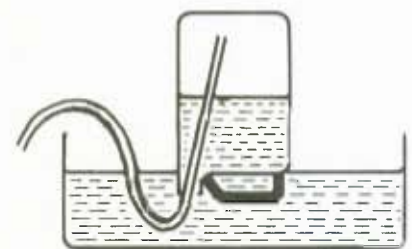
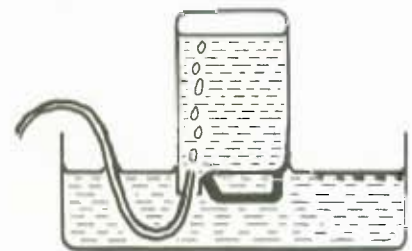
Eventueel kun je proef 2 nog eens doen als je eerst hardgelopen hebt.

### Resultaat:

Schat eens hoeveel maal zo veel je verbruikt bij hardlopen. Daartoe moet je ook nagaan hoe vaak je ademhaalt!



... haal eens diep adem ...





**Vragen** (vertel het antwoord ook eens aan je biologieleraar).

7

Kun je berekenen hoeveel gram lucht je per keer naar binnen krijgt bij proef 2?

1 dm<sup>3</sup> lucht heeft een massa van 1,3 gram.

8

Schat hoeveel keer je per dag ademhaalt. Bereken hoeveel gram lucht je dan per dag inademt en hoeveel gram zuurstof je per dag verbruikt. Lucht bevat 20%.

Vergelijk dit eens met de massa van wat je eet en drinkt per dag.

9

Maak een schatting van de hoeveelheid lucht die jouw klas nodig heeft in één lesuur. Bevat het lokaal zoveel liter lucht?

10

Neem aan, dat lucht die je inademt tenminste 15% zuurstof moet bevatten, omdat het anders ongezond wordt.

Reken nu eens uit hoe lang je met je klas in een hermetisch afgesloten lokaal kunt zitten.

11

Leg nu eens uit waarom luchtverversing zo belangrijk is.

## Blok 4 | Extra blad 25

### Hoe hoog is de lucht?

#### Inleiding

Je hebt je vast wel eens afgevraagd hoe hoog de wolken zijn. Misschien kun je wel een schatting maken van de hoogte van wolken. Denk maar eens aan bergen, die met de top in de wolken steken of een vliegtuig dat achter de wolken verdwijnt.

Het blijkt dat er verschillende soorten wolken zijn, waarvan sommige een hoogte bereiken van meer dan 10 kilometer.

Maar nu de vraag: hoe hoog is de lucht? Of: hoe dik is de laag lucht rond de aarde?

Deze laag lucht noemen we de dampkring of atmosfeer. We gaan eens proberen de dikte van de atmosfeer van de aarde te berekenen met de resultaten van twee proeven, die we gedaan hebben in P 1.

#### Gegevens (uit de proeven).

1

1 dm<sup>3</sup> lucht heeft een massa van 1,3 gram dus een gewicht van \_\_\_\_\_ N.

2

Een zuignap kan op een gladde tafel vastgedrukt worden. Je hebt dan een behoorlijke kracht nodig om hem van de tafel af te trekken. Als je de kracht meet, dan blijkt hij ongeveer 10 N te zijn voor elke cm<sup>2</sup> oppervlakte van de zuignap.

Dus: \_\_\_\_\_ N bij een zuignap van 1 dm<sup>2</sup>(!)

Wat hebben deze twee metingen te maken met de dikte van de atmosfeer?

Denk daar maar eens goed over na, voordat je verder leest.

#### Opdracht:

Vergelijk de atmosfeer maar eens met de zee: het water oefent een druk uit, net zoals de lucht. Hoe dieper je duikt, hoe groter de druk wordt die je voelt. Bij stijgen neemt die druk af. Hoe kun je merken dat de luchtdruk minder wordt, als je een toren beklimt? Zou een zuignap minder goed houden als je hoog in de bergen bent?

#### Berekening

Op elke vierkante decimeter van de grond drukt de lucht met een kracht van \_\_\_\_\_ N.

Dit is dus het gewicht van alle lucht die boven 1 dm<sup>2</sup> grond zit.

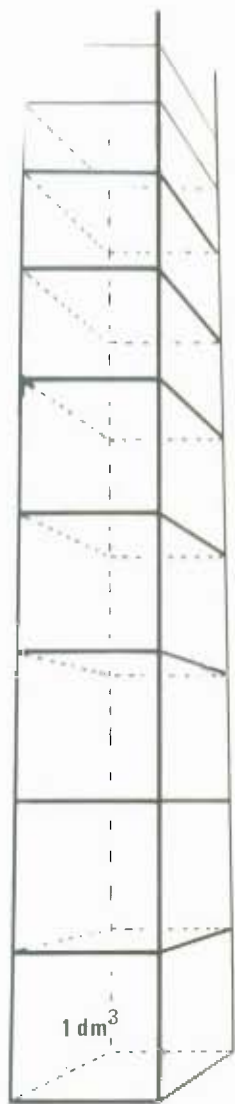
1 dm<sup>3</sup> lucht weegt (zie eerste gegeven). \_\_\_\_\_ N.

Dus boven 1 dm<sup>2</sup> grond zit \_\_\_\_\_ dm<sup>3</sup>.

En hoe hoog is die luchtkolom dan?

\_\_\_\_\_ dm = \_\_\_\_\_ m = \_\_\_\_\_ km.

Zou dit de dikte van de atmosfeer van de aarde zijn?



Hoeveel dm<sup>3</sup> op elkaar?



### Kan dit kloppen?

De berekening geeft wel een vreemd resultaat, want we vinden een hoogte van ongeveer 8 kilometer. Dus we vinden een hoogte die kleiner is dan de hoogte van de Mount Everest (bijna 9 km). We weten dat de top van de berg niet tot in het luchtledige reikt. Er klopt dus iets niet. Wat hebben we eigenlijk gedaan? Waar zit de fout?

Het is geen rekenfout, want iedereen die het zorgvuldig narekent komt op 8 km uit. Er moet dus een fout in de redenering zitten.

### Opdracht:

Probeer die fout zelf op te sporen en wacht daarom even met verder lezen.

### Fout model

We hebben in het voorafgaande aangenomen dat de lucht een soort zee is.

We zitten op de bodem van die zee en wanneer we omhoog 'zwemmen' (beter vliegen) komen we op een gegeven moment met ons hoofd boven 'water' (lucht).

Wanneer je op de bodem van de zee het gewicht weet van een kolom water met een doorsnede van  $1 \text{ dm}^2$  en je weet het gewicht van  $1 \text{ dm}^3$  water, dan kun je de hoogte bepalen en die hoogte blijkt te kloppen met de werkelijke hoogte. Dat laatste komt omdat een  $\text{dm}^3$  water bij elke diepte even zwaar weegt. Bij lucht is dat echter niet zo. Hoe hoger je komt, hoe ijler de lucht wordt en hoe lichter dus  $1 \text{ dm}^3$  lucht wordt. De fout in onze redenering was dus, dat wij aannamen dat de dichtheid van de lucht op elke hoogte gelijk zou zijn.

Kortom: We hebben een model voor de atmosfeer gebruikt dat niet een **juiste** voorstelling is van de werkelijkheid. Het model was te eenvoudig. Het hield namelijk geen rekening met de samendrukbaarheid van de lucht. Hier beneden (op het aardoppervlak) is de lucht samengedrukt door het gewicht van de lucht, die er boven zit. Er zitten hier beneden dus meer molekulen per  $\text{dm}^3$  dan op enkele kilometers hoogte.

### Opdracht:

Ga nu zelf na, dat uit de voorafgaande redenering volgt dat er op grotere hoogtes dan 8 kilometer nog lucht moet zijn.

### Hoe hoog dan wel?

Met ballonnen is gemeten, dat de dichtheid van lucht op 8 km hoogte ongeveer 3 maal zo klein is als de dichtheid van lucht op zeenivo.

Op 20 kilometer hoogte is die dichtheid ongeveer 10 maal zo klein als de dichtheid op zeenivo. Het blijkt, dat er op honderden kilometers hoogte nog lucht aanwezig is. Er is geen scherpe grens tussen lucht en het niets.

Dat er op grote hoogte nog lucht is blijkt uit het feit, dat kunstmanen op grote hoogte afgeremd worden door de weerstand van de lucht. Een kunstmaan heeft geen motor. Hij cirkelt in een baan om de aarde. Wanneer de kunstmaan afgeremd wordt, valt hij naar de aarde toe. Hij blijft nog wel een baan om de aarde beschrijven, maar de weerstand van de lucht is op die kleinere hoogte groter. Hij zal dus sterker afgeremd worden en opnieuw dichterbij de aarde komen. Dit zal zo doorgaan, totdat de luchtwrijving zo groot geworden is, dat de kunstmaan verbrandt.

### Vragen

1

Kun je met het model van een gas verklaren, dat er geen scherpe grens is tussen lucht en luchtledig?

2

Waarom moet je een zuurstofmasker meenemen als je de Mount Everest gaat beklimmen? Ook piloten in 'oude' open vliegtuigen moesten daarop letten als ze een hoogte-rekord wilden verbeteren.

3

Waarom vliegen straalvliegtuigen economischer (minder brandstof nodig) als ze hoog vliegen (tot op 10 km hoogte in de stratosfeer)?

4

Sommige rekords kunnen in een hooggelegen land (bijvoorbeeld Mexico) gemakkelijker gevestigd worden dan in laaggelegen landen. Hoe zou dat kunnen? Waarom moeten de atleten dan na afloop extra zuurstof toegediend krijgen? (Denk bij die rekords maar eens aan wielrennen (wereldurrekord Mexico), atletiek (wereldrekord verspringen in Mexico) en schaatsen (Inzell)).

5

Welke ballon kan hoger stijgen: ballon 1 of ballon 2? Waarom?

6

Waarom is de wrijving die een kunstmaan ondervindt kleiner als hij hoger boven het aardoppervlak beweegt?



Nu zwem ik al een half uur omhoog maar het helpt niet in de lucht!



Ballon 1  
Hard opgepompt

Ballon 2  
Niet hard opgepompt

