

**D
R
U
K**

THEMA

DRUK BIJ GASSEN

10



Waarover gaat dit thema

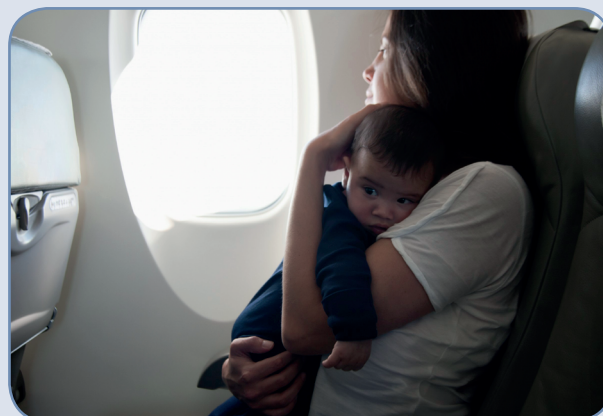
In dit thema wordt de **druk in een gas** bestudeerd. Ook wordt verklaard waarom de druk in de atmosfeer rondom ons niet overal gelijk is.

Inhoud

1	Inleiding	173
2	Deeltjesmodel van een gas	174
3	Atmosferische druk	174
4	Druk van een gas meten	176
	4.1 Druksensor	176
	4.2 Bourdonmanometer	176
	4.3 Metaalmanometer van Vidi	176
5	Over- en onderdruk	177
	5.1 Toepassingen onderdruk	177
	5.2 Toepassingen overdruk	178
	Opgaven	178
	Samenvatting	180

Openingsvraag

In een opstijgend of landend vliegtuig beginnen kleine kinderen dikwijls te wenen. Hoe komt dat?



De oplossing vind je op p. 175.

1

Inleiding

- Op sommige fietspompen staat een drukmeter. Hoe meer je pompt, hoe groter de druk in de band.
- Als je de gaskraan opendraait, kun je het uitstromende gas voelen.
- Als je een opgeblazen ballon afsluit met je mond, voel je dat de lucht in de ballon tegen de binnenzijde van je wangen duwt.



Fig. 10.1 Een gas oefent een druk uit.

Uit bovenstaande voorbeelden blijkt dat gas in een afgesloten volume een druk uitoefent. Dat kunnen we verklaren door het deeltjesmodel voor gassen te bekijken.

- In het weerbericht spreekt men vaak over lage- en hogeluchtdrukgebieden.
- In een snelle hoge lift voel je aan je oren een drukverandering.
- Bij het landen en opstijgen in een vliegtuig voel je ook drukwijzigingen aan je oren.

Ook de lucht rondom ons geeft druk. Wanneer we een hoogteverschil ondergaan, kunnen we een verandering van luchtdruk soms voelen aan onze oren, net zoals we de druk in een vloeistof kunnen gewaarworden.



Fig. 10.2 Bij het opstijgen in een vliegtuig voel je een drukverandering aan je oren.

Gas in een afgesloten ruimte veroorzaakt een druk. Ook de lucht in onze atmosfeer geeft een druk. We spreken van de **luchtdruk** of de **atmosferische druk**.

De lucht rondom ons is een **mengsel van gassen**. Naast de hoofdbestanddelen – ca. 78 % stikstof (N_2) en ca. 21 % zuurstof (O_2) – vinden we ook koolstofdioxide, waterdamp en kleinere hoeveelheden edelgassen terug.

2

Deeltjesmodel van een gas

Wanneer een stof voldoende energie bezit, dan bevindt ze zich in de zogenaamde derde aggregatietoestand: de gasfase. Volgens het deeltjesmodel weten we dat

- de deeltjes ordeloos bewegen.
- de ruimte tussen de deeltjes heel groot is.
- de cohesiekrachten tussen de deeltjes onderling verwaarloosbaar klein zijn.

Op elk ogenblik botsen een groot aantal gasdeeltjes tegen de wand, zodat er een kracht werkt op de wand. Op elke wand is er dus een druk.

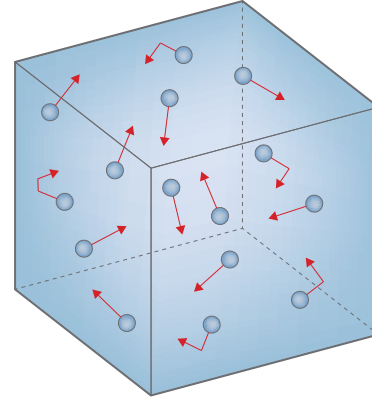


Fig. 10.3 De druk in een gas wordt veroorzaakt door deeltjes die tegen de wand botsen.

Een gas oefent op elk oppervlak een **druk** uit ten gevolge van de **botsingen van de deeltjes** van het gas tegen dat oppervlak.

3

Atmosferische druk



ADS 7

- Een gps-toestel wordt met een zuignap op het autoraam bevestigd. Doordat de druk van de lucht op de buitenkant van de zuignap groter is dan de druk van de lucht binnen de zuignap, blijft die hangen.
- Bij een ongeluk kan een long dichtklappen, doordat de druk van de lucht op de borstkas dan groter is dan de druk in de longen.
- Tijdens een ruimtewandeling heeft een astronaut aangepaste kleding aan. Omdat de luchtdruk in de ruimte kleiner is dan op aarde, moet die kleding ervoor zorgen dat de druk op het lichaam van de astronaut gelijk is aan de druk van de lucht op aarde.
- Als je een doosje of zakje limonade met een rietje leegdrinkt, klappt het dicht, omdat de druk van de lucht op de buitenkant van het doosje groter is dan de druk op de binnenkant.

In de praktijk spreken we van de luchtdruk rondom ons. Deze luchtdruk wordt veroorzaakt door de gasdeeltjes rondom ons in de atmosfeer. We spreken dan ook verder in dit hoofdstuk over atmosferische druk.

Atmosferische druk is de druk die wordt veroorzaakt door de lucht die zich **binnen de atmosfeer van de aarde** bevindt.



Fig. 10.4 De atmosferische druk speelt een grote rol.

Experimenteel kan deze druk op verschillende manieren aange- toond worden.

- Als je een vlies spant over een kant van een ring en die op een vacuümpomp plaatst, zie je dat het vlies naar binnen wordt gedruwd wanneer je de pomp aanzet.
- Een plastic vat waar de lucht uitgepompt wordt, klappt in elkaar.
- Een ballon onder een stolp aangesloten op een vacuümpomp vergroot wanneer de lucht in de stolp weggenomen wordt door de vacuümpomp.

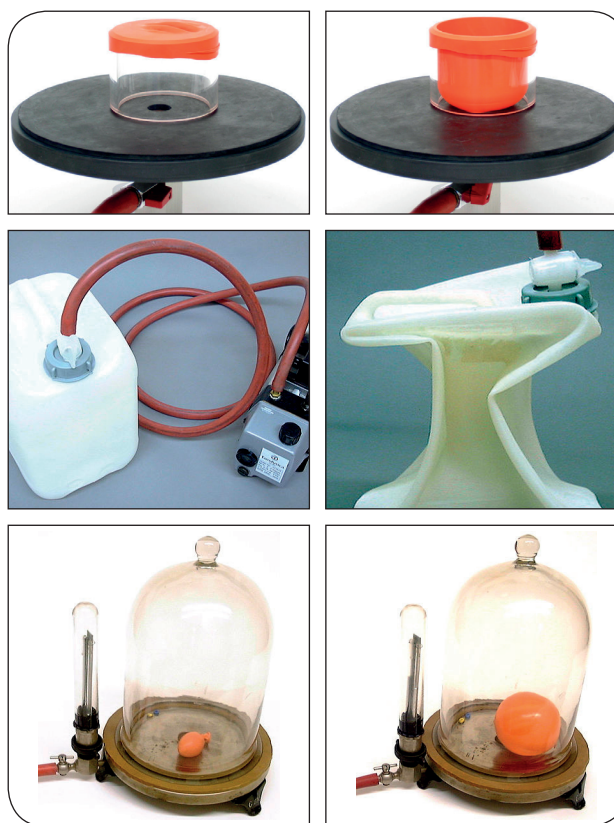


Fig. 10.5 Aantonen van de luchtdruk

De atmosferische druk op een bepaalde plaats verandert voortdurend en hangt af van de plaats waar deze gemeten wordt. De waarde van de atmosferische druk verandert ook met de hoogte. Op de top van de Everest (8848 m) is de luchtdruk ongeveer 300 mbar, dat is 1/3 van de druk op zeeniveau.

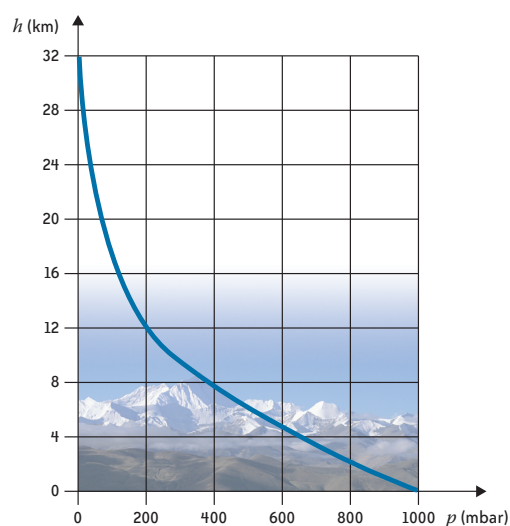


Fig. 10.6 Het verband tussen de atmosferische druk en de hoogte boven het aardoppervlak

De gemiddelde waarde van de atmosferische druk op zeeniveau is:

$$p_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \text{ bar} = 1013 \text{ hPa}$$

Oplossing openingsvraag

In een opstijgend of landend vliegtuig verandert de grootte van de luchtdruk rondom ons. Net zoals bij hydrostatische druk voelen we deze drukveranderingen op onze trommelvlies. Kleine kinderen en baby's zijn nog niet in staat om met deze drukverandering om te gaan en kunnen de pijn op hun trommelvlies niet snel doen verdwijnen. Stewardessen delen vaak snoepjes uit om zo de kinderen te doen kauwen. Dit kauwen kan de buis van Eustachius even open zetten, zodat de druk op het trommelvlies in evenwicht komt.

4

Druk van een gas meten

De druk in een gas meet je door het vat dat het gas bevat rechtstreeks aan te sluiten op een drukmeter.

Een drukmeter om de gasdruk te meten, noemen we een **manometer**. Een drukmeter om de atmosferische druk te meten, noemen we een **barometer**.

4.1 Druksensor

De druk wordt tegenwoordig vaak gemeten met een elektronische drukmeter, een druksensor. Op die manier kunnen gegevens snel digitaal gebruikt worden.



Fig. 10.7 Druksensor

4.2 Bourdonmanometer

De wijzer van een bourdonmanometer is verbonden met een gesloten, gebogen buisje dat vervormbaar is. Hoe hoger de druk in het buisje, hoe meer het ontrolt en hoe hoger de aanduiding van de wijzer. De druk wordt rechtstreeks afgelezen.

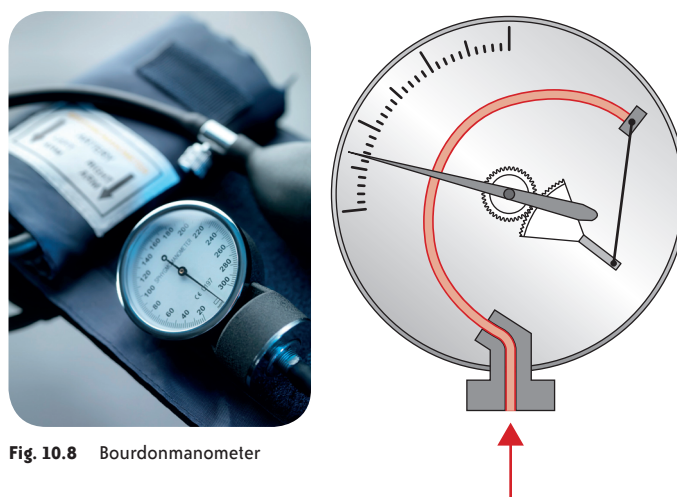


Fig. 10.8 Bourdonmanometer

4.3 Metaalmanometer van Vidi

De metaalmanometer van Vidi is verbonden met een doosje met vervormbare wand. Hoe hoger de druk in het doosje, hoe meer het doosje vervormt en hoe hoger de aanduiding van de wijzer. Soms is het doosje gesloten en wordt het vervormd door de atmosferische druk.



Fig. 10.9 Manometer van Vidi

5

Over- en onderdruk

We leven in een atmosfeer met een luchtdruk van gemiddeld 1,013 bar. Aangezien de atmosferische luchtdruk rondom ons steeds aanwezig is en redelijk constant is, houden we hier soms geen rekening mee bij het meten van druk. Wanneer de luchtdruk kleiner of groter wordt, spreken we van respectievelijk een onder- of overdruk.

Op het schema hieronder wordt links de absolute druk weergegeven; dit is de werkelijke druk die gemeten wordt. Rechts wordt de relatieve druk getoond. De normale atmosferische druk, één bar, wordt dan als referentiepunt aangenomen. De druk hoger dan de atmosferische druk is overdruk en de druk lager dan de atmosferische druk is onderdruk. Er kan uiteraard maximaal 1 bar onderdruk zijn, in dat geval spreken we over een vacuüm.

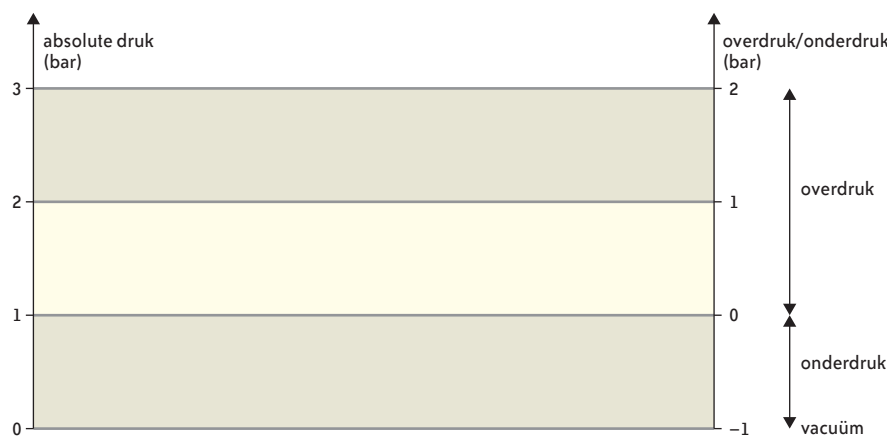


Fig. 10.10 Schema van absolute druk, onderdruk en overdruk

5.1 Toepassingen onderdruk

- In een stofzuiger wordt onderdruk gecreëerd om zo lucht aan te zuigen langs de stofzuigerslang en op die manier stof en vuil mee te zuigen.
- Na het sluiten van een diepvriesdeur zal die kort erna moeilijker open te krijgen zijn. Door het afkoelen van de lucht in de diepvries ontstaat een onderdruk, waardoor je deze moeilijker kan openen. De deur wordt als het ware 'toegezogen'.
- Bij het steriliseren van voedingsmiddelen spant na het afkoelen van de inhoud het deksel van de bokaal goed toe. Ook hier koelt de resterende lucht in de bokaal af en door deze onderdruk wordt het deksel toegezogen.
- Het reactorvat van een kerncentrale wordt in een omgeving met onderdruk geplaatst, zodat er geen schadelijke deeltjes deze ruimte zouden verlaten.



Fig. 10.11 Onderdruk in een stofzuiger



Fig. 10.12 Onderdruk in een diepvries



Fig. 10.13 Onderdruk in een voorraadpot



Fig. 10.14 Reactorkern in een ruimte met onderdruk

5.2 Toepassingen overdruk

- In een snelkookpan wordt een overdruk gecreëerd, waardoor hogere temperaturen mogelijk zijn en voedsel sneller gaar wordt.
- De nieuwste productiebedrijven die stof- of bacterievrij willen werken, zorgen er ook voor dat de hal onder een overdruk geplaatst wordt zodat geen stof, lucht of vuil van buitenaf naar binnen kan stromen.
- In een spuitbus zit er een grotere druk dan de atmosferische luchtdruk, zodat de vloeistof bij het openen, naar buiten geduwd wordt.



Fig. 10.15 Overdruk in een snelkookpan



Fig. 10.16 Overdruk in een spuitbus

De druk lager dan de atmosferische druk noemen we **onderdruk**.

De hoeveelheid druk groter dan de atmosferische druk noemen we **overdruk**.

Opgaven

A-REEKS / B-REEKS



- 1 Tijdens de jaarlijkse kampperiode gebruikt Lesley een gasfles om te koken. Wat is de druk in de fles als die leeg is? Is de fles dan echt leeg?

Als de fles leeg is, wil dat zeggen dat de druk in de fles niet hoger is dan de omgevingsdruk waardoor er geen gasdeeltjes meer uit de fles zullen stromen bij het opendraaien. De fles bevat dus nog steeds een hoeveelheid gas op dezelfde druk als de omgevingsdruk.



- 2 In het micro-elektronicabedrijf IMEC worden chips geproduceerd. Dat moet gebeuren in een stofvrije kamer. Is de druk in zo'n kamer best een onder- of een overdruk? Verklaar je antwoord.

Er is best overdruk; er mag geen stof van buiten naar binnen komen.



- 3 Is er best een onder- of een overdruk in het reactorgebouw van een kerncentrale? Verklaar je antwoord.

Er is best onderdruk; er mag niets naar buiten gaan.



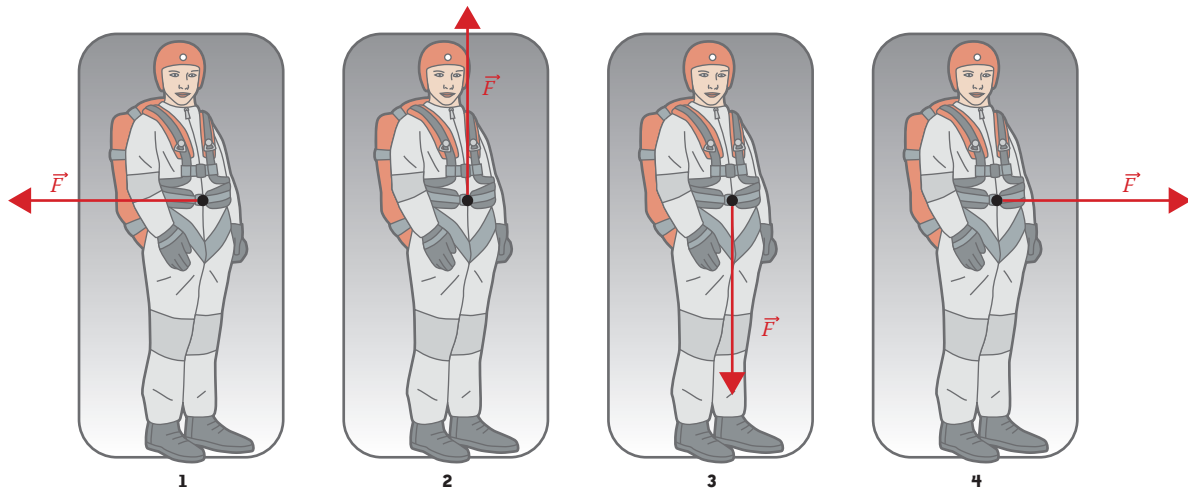
- 4 Voor een parachutesprong stijgt een vliegtuig naar 2 km hoogte. De druk in het vliegtuig is de normdruk. Een parachutist staat klaar in de deuropening om een sprong te maken, met zijn gezicht naar buiten gericht.

- a Hoe groot is de luchtdruk buiten het vliegtuig?

De luchtdruk buiten het vliegtuig is 800 hPa (uit grafiek 6.6).

- b Op welke figuur is de kracht op de parachutist net na het openen van de deur correct weergegeven?

De kracht is correct weergegeven op figuur 4 (van grote naar lage druk).



- 5 Zijn de volgende beweringen juist of fout? Verbeter indien nodig.

- a Tussen gasmoleculen is er lucht.

Fout, tussen gasmoleculen is er vacuüm (niets).

- b Alle gasmoleculen hebben dezelfde snelheid.

Fout, dit hangt af van de massa en de temperatuur.

- c De druk in een opgeblazen ballon is dezelfde als de omgevingsdruk.

Juist.

- d De luchtdruk neemt toe met de hoogte.

Fout, de luchtdruk neemt af met de hoogte.

- e Gasmoleculen hebben geen massa.

Fout, gasmoleculen hebben een kleine massa.



C-REEKS



- 6 De buis van Eustachius regelt de druk in je oor, zodat je trommelvlies ontspannen is.

Verklaar waarom je oorpijn hebt als je een steile berg oprijdt.

De buitendruk neemt snel af, waardoor de binnendruk niet snel genoeg kan worden aangepast en er een kracht (naar buiten) werkt op het trommelvlies.





SAMENVATTING

1 Inleiding

Gas in een afgesloten ruimte veroorzaakt een druk. Ook de lucht in onze atmosfeer geeft een druk. We spreken van de **luchtdruk** of de **atmosferische druk**.

De lucht rondom ons is een **mengsel van gassen**. Naast de hoofdbestanddelen – ca. 78 % stikstof (N_2) en ca. 21 % zuurstof (O_2) – vinden we ook koolstofdioxide, waterdamp en kleinere hoeveelheden edelgassen terug.

2 Deeltjesmodel van een gas

Een gas oefent op elk oppervlak een **druk** uit ten gevolge van de **botsingen van de deeltjes** van het gas tegen dat oppervlak.

3 Atmosferische druk

Atmosferische druk is de druk die wordt veroorzaakt door de lucht die zich **binnen de atmosfeer van de aarde** bevindt.

De gemiddelde waarde van de atmosferische druk **op zeeniveau** is:

$$p_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \text{ bar} = 1013 \text{ hPa}$$

4 Druk van een gas meten

5 Over- en onderdruk

De druk lager dan de atmosferische druk noemen we **onderdruk**.

De hoeveelheid druk groter dan de atmosferische druk noemen we **overdruk**.