

Fysica/Druk

Druk

Met druk wordt aangegeven wat de kracht per oppervlakte-eenheid is. Omgekeerd kunnen we een kracht op een oppervlak bepalen als we de druk en het oppervlak kunnen meten. De kracht op een oppervlak is de druk maal de oppervlakte.

Als een kracht F op een oppervlak met grootte A werkt, dan is de druk p :

$$p = \frac{F}{A}$$

Hierin is:

- p : de druk (Pa)
- F : de kracht (N)
- A : de oppervlakte (m²)

Een druk p op een oppervlak ter grootte A veroorzaakt een kracht $F = p A$ die loodrecht staat op dat oppervlak. Druk wordt gemeten in de eenheid Pascal; 1 Pa = 1 N/m². Een andere eenheid voor druk is de Bar; 1 Bar = 1000 hPa (= 10⁵Pa).

Druk in vloeistoffen

In tegenstelling tot een vaste stof, bestaat een vloeistof uit deeltjes die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. Je kan de beweging van deze deeltjes vergelijken met de beweging van ballen in een ballenbak.

Op een lichaam dat is ondergedompeld in een vloeistof zullen de vloeistofdeeltjes in alle richtingen een druk uitoefenen. Anders dan bij een vaste stof is bij een vloeistof de richting van het oppervlak van het lichaam niet van belang. In een bepaald punt van de vloeistof wordt op elk oppervlak van gelijke grootte dezelfde kracht uitgeoefend. Dit wordt verwoord in de:

Wet van Pascal

- Druk, uitgeoefend op een deel van een vloeistof, plant zich in alle richtingen voort met dezelfde grootte.

De druk in een vloeistof noemen we de hydrostatische druk. De hydrostatische druk is de druk die ontstaat door het gewicht van de hoeveelheid vloeistof boven het meetpunt. Deze druk werkt in alle

richtingen gelijk en wordt ook uitgedrukt in de eenheid Pascal.
 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

Je kan de hydrostatische druk met dezelfde formule berekenen als diegene die gebruikt wordt om de druk bij vaste stoffen te berekenen.

$$p = \frac{F}{A}$$

De kracht F in de vloeistof wordt veroorzaakt door de massa van de vloeistof die zich boven het meetpunt bevindt.

$$F = m \cdot g$$

De massa van de vloeistof die zich boven het meetpunt bevindt hangt af van de dichtheid van de vloeistof boven het meetpunt, en het volume van de vloeistof boven het meetpunt.

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot h$$

Uit de vorige formules volgt:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A} = \rho \cdot h \cdot g$$

We kunnen de hydrostatische druk dus eenvoudig berekenen met volgende formule:

$$p = \rho \cdot h \cdot g$$

Hierin is:

- p : de hydrostatische druk (Pa)
- ρ : de dichtheid van de vloeistof (kg/m^3)
- h : de afstand tussen het meetpunt en de oppervlakte van de vloeistof (m)
- g : de gravitatiekracht (9,81 N/kg)

Met dezelfde formule kan je ook de hydrostatische druk in een gas berekenen.

Vloeistofdruk (http://www.walter-fendt.de/ph14nl/hydrostpr_nl.htm): Applet van Walter Fendt waarmee je kan uitzoeken hoe de vloeistofdruk toeneemt met de diepte.



Een vrijduikster met een monovin.

Druk in gassen

De luchtdruk

De luchtdruk wordt veroorzaakt door het gewicht van de hoger gelegen luchtlagen. De dichtheid van droge lucht op zeeniveau bij een temperatuur van 0°C bedraagt $1,293 \text{ kg/m}^3$. De dichtheid op 32 km hoogte is afgenomen tot minder dan 1% van de dichtheid op zeeniveau. Ter illustratie: de dichtheid van lucht op de top van de Mount Everest (8845m) bedraagt ca. $0,425 \text{ kg/m}^3$.

Het gewicht van de lucht boven 1 m^2 bedraagt ongeveer 101 300 N. De luchtdruk is daarom ongeveer 1013 hPa.

De eigenschappen van een gas

De gasvormige toestand is een van de drie aggregatietoestanden van de materie. Deze toestand heeft een aantal unieke kenmerken.

Een stof in gasvormige toestand neemt de vorm en het volume aan van de ruimte waar het in opgesloten zit. Van de drie aggregatietoestanden heeft de gasvormige toestand de kleinste dichtheid. Gassen zijn ook beter samendrukbaar dan vaste stoffen en vloeistoffen. De deeltjes waaruit een gas bestaat bewegen zeer snel. Indien deze deeltjes opgesloten zitten in een afgesloten ruimte, dan zullen deze deeltjes botsen met de wanden van deze afgesloten ruimte. Er ontstaat een kracht op de afgesloten ruimte. Deze kracht wordt de druk van het gas genoemd.

Ideale gassen

Een ideaal gas bevat de volgende eigenschappen:

- De grootte van de gasdeeltjes is verwaarloosbaar. (ze hebben wel een massa!)
- De gasdeeltjes bewegen volledig willekeurig en botsen vaak met andere deeltjes. Deze botsingen zijn volkomen elastisch. (de snelheid is voor de botsing even groot als na de botsing)
- De gasdeeltjes beïnvloeden elkaar niet. (geen cohesie, ze bewegen zeggezegd in rechte banen)
- De gemiddelde bewegingsenergie van de gasdeeltjes is recht evenredig met de temperatuur van het gas.



De luchtdruk wordt gemeten met een barometer

Er zijn drie gaswetten die gelden voor ideale gassen.

Wet van Boyle

Wanneer we een bepaalde hoeveelheid gas in een afgesloten ruimte stoppen (bijvoorbeeld een cilinder) en het volume verkleinen (door middel van bijvoorbeeld een zuiger) gaat de dichtheid omhoog. Een hogere dichtheid betekent meer deeltjes per oppervlakte-eenheid dus meer botsingen. Hierdoor zal de kracht op de wanden van de afgesloten ruimte groter worden. De druk neemt toe.

Uit metingen blijkt:

$$p \sim \frac{1}{V}$$

Hierin is:

- p : de druk van het gas
- V : het volume van het gas

Wet van Boyle

- Voor een welbepaalde massa gas is bij constante temperatuur de druk omgekeerd evenredig met het volume.

De wet van Boyle kan ook geschreven worden als:

bij constante temperatuur is:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Wet van Boyle

- Het product van de druk (p) en het volume (v) is constant! Op voorwaarde dat de temperatuur en de aard en massa van het gas constant blijft.

Drukwet van Gay-Lussac

Als het volume van een gas gelijk gehouden wordt maar het gas verwarmd wordt, verhoogt de druk. Bij een hogere temperatuur zullen de deeltjes sneller bewegen. De botsingen zullen dus heviger

zijn. De kracht op de afgesloten ruimte zal groter zijn. De druk neemt toe.

Uit metingen blijkt:

$$p \sim T$$

Hierin is:

- p : de druk van het gas (Pa)
- T : de temperatuur van het gas (**Kelvin**)

Drukwet van Gay-Lussac

- Voor een welbepaalde massa gas is bij constant volume de druk recht evenredig met de temperatuur.

Volumewet van Gay-Lussac

Volumewet van Gay-Lussac

- Voor een welbepaalde massa gas is bij constante druk het volume recht evenredig met de temperatuur.

Algemene ideale gaswet

Samengevat geeft dit de algemene ideale gaswet

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Hierin is:

- R : de gasconstante. R heeft een waarde van 8,31 J/(K.mol)
- n : de hoeveelheid gas in de cilinder (mol)
- p : de druk in Pa

- V : het volume in m^3
- T : de temperatuur in K.

Toepassingen: vloeistofmanometer

Een manometer is een U-vormige buis, de ene kant is in contact met de atmosfeer (en dus op atmosfeerdruk); de andere helft verbonden met de te meten druk. De buis is gevuld met een vloeistof (kwik, alcohol, water). Wanneer de twee drukken gelijk zijn, bevinden de twee vloeistofoppervlakken zich op hetzelfde niveau. Stijgt de te meten druk dan daalt de vloeistof in die kant van de manometer.

Volgens de hydrostatische wet kunnen we het drukverschil berekenen:

$$\Delta p = \rho_{vl} \cdot g \cdot \Delta h$$

Voor kleine drukverschillen gebruikt men alcohol, voor grotere kwik, het verschil ligt hem in de dichtheden van de vloeistoffen.

...

Opgaven:

- Bereken de druk op de bodem van het diepste punt in de oceaan (11 000 m). Bereken ook de kracht die inwerkt op een vis met een oppervlakte van 600 cm^2 .
- Een auto rijdt in een rivier en zinkt tot op 3 m diepte. Bereken de kracht die nodig is om een deur te openen met een oppervlakte van $1,3 \text{ m}^2$.
- Bereken het drukverschil tussen de bovenkant en de onderkant van een vat van 76 cm hoog indien het zich in water van 25°C bevindt. De dichtheid van het water is $0,997 \text{ g/cm}^3$.
- Welke hoogte moet een luchtlaag hebben, om kwik in een barometer een kwikkolom van 76 cm te veroorzaken? Neem voor de dichtheid van kwik $13,6 \text{ g/cm}^3$ en voor de dichtheid van lucht een gemiddelde van $0,0012 \text{ g/cm}^3$.
- Bij een druk van $100\,000 \text{ Pa}$ heeft een gas een volume van 200 ml . Bereken het volume van hetzelfde gas bij een druk van $90\,000 \text{ Pa}$.
- Een hoeveelheid zuurstof neemt 40 m^3 in bij een druk van 1 bar. Bereken het volume bij 0,8 bar. De temperatuur blijft constant.
- Een hoeveelheid Neon neemt 200 ml in bij een temperatuur van 100°C . Bereken het volume bij 0°C . De druk blijft constant.
- Een hoeveelheid Helium heeft bij 12°C een volume van 10 ml . Welk volume heeft dezelfde hoeveelheid gas bij 36°C ?
- Een hoeveelheid zuurstof neemt 5 l ruimte in bij een druk van 0,5 bar en een temperatuur van 0°C . Bereken hoeveel volume de zuurstof inneemt in de normtoestand.
- 1 mol gas neemt 1 kubieke meter ruimte in bij 0°C . Bereken de druk van het gas.
- In een gasfles van 8 l zit 750 g CO_2 . Hoeveel bedraagt de gasdruk bij 20°C . De molaire

massa van C is 12 g/mol en de molaire massa van O is 16 g/mol.

Oplossingen

Informatie afkomstig van <http://nl.wikibooks.org> Wikibooks NL.
Wikibooks NL is onderdeel van de wikimediafoundation.

Deze pagina is voor het laatst bewerkt op 24 mrt 2020 om 14:38.

De tekst is beschikbaar onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen licentie. Er kunnen aanvullende voorwaarden van toepassing zijn. Zie de Gebruiksvoorwaarden voor meer informatie.