

# 5 Atomen

2 vwo

## 5.1 De bouw van een atoom

- 1\*
- a Hoeveel protonen bevat een koolstof-14 atoom?
- koolstof heeft atoomnummer 6
  - atoomnummer is gelijk aan het aantal protonen
  - koolstof heeft 6 protonen in de kern
- b Hoeveel neutronen bevat een koolstof-14 atoom?
- C-14 heeft 14 kerndeeltjes
  - er zijn 6 protonen
  - C-14 heeft  $14 - 6 = 8$  neutronen
- c Hoeveel elektronen bevat een koolstof-14 atoom?
- het aantal elektronen is gelijk aan het aantal protonen
  - er zijn 6 protonen dus ook 6 elektronen

- 2\* Vul de tabel in.

atoom-nummer	aantal protonen	aantal neutronen	aantal elektronen	massagetal
2	2	2	2	4
6	6	7	6	$6 + 7 = 13$
8	8	$18 - 8 = 10$	8	18
11	11	$23 - 11 = 12$	11	23
18	18	22	18	40
26	26	$56 - 26 = 30$	26	56
92	92	$238 - 92 = 146$	92	238

**3\*** a Zoek de naam en het symbool van dit atoom op.

- naam: zuurstof
- symbool: O

b Noteer dit atoom op drie verschillende manieren.

- ${}^{16}_8\text{O}$  |  ${}^{16}\text{O}$  | O-16

**4\*** a Zoek de naam en het symbool van dit atoom op.

- naam: zwavel
- symbool: S

b Noteer dit atoom op drie verschillende manieren.

- ${}^{34}_{16}\text{S}$  |  ${}^{34}\text{S}$  | S-34

**5\*\*** a Zoek de naam en het symbool van dit atoom op.

- aantal protonen is  $23 - 12 = 11$
- naam: natrium
- symbool: Na

b Noteer dit atoom op drie verschillende manieren.

- ${}^{23}_{11}\text{Na}$  |  ${}^{23}\text{Na}$  | Na-23

**6\*\*** a Wanneer zijn twee atomen isotopen van elkaar?

- atomen zijn isotopen van elkaar als ze tot hetzelfde element behoren

b Leg uit of Sofie gelijk heeft.

- isotopen hebben hetzelfde aantal protonen, maar er kunnen meer of minder neutronen dan protonen zijn
- Sofie heeft geen gelijk

c Leg uit of Tim gelijk heeft.

- N-16 en O-16 horen niet bij hetzelfde element en zijn dus geen isotopen
- Tim heeft geen gelijk

**7\*\*** a Bereken de massa van een C-12 atoom in kilogram. Verwaarloos de massa van de elektronen.

- $1\text{u} = 1,66054 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$
- C-12 heeft een massa van 12 u
- $12\text{ u} = 12 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 1,9926 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$

**b** Bereken hoeveel C-12 atomen er in één kilo koolstof zitten.

- één C-12 atoom heeft een massa van  $1,9926 \cdot 10^{-26}$  kg

- in 1 kg zitten  $\frac{1}{1,9926 \cdot 10^{-26}} = 5,0 \cdot 10^{25}$  C-12 atomen

**8\*\*** **a** Welke conclusie verbind je aan bovenstaande gegevens over de stabiliteit?

- als er te weinig of te veel neutronen in de kern zitten is de kern niet stabiel

**b** Leg uit waarom kernen met minder neutronen dan protonen soms spontaan uit elkaar vallen.

- protonen hebben een positieve lading en stoten elkaar af
- als er te weinig neutronen zijn dan is deze afstotende kracht groot genoeg om de kern uit elkaar te laten vallen

**9\*\*** **a** Hoeveel elektronen heeft een zuurstof atoom?

- zuurstof heeft atoomnummer 8
- er zijn 8 protonen in de kern
- er zijn ook 8 elektronen

**b** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de eerste schil?

- in de eerste schil zitten 2 elektronen

**c** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de tweede schil?

- in de tweede schil zitten 6 elektronen

**10\*\*** **a** Hoeveel elektronen heeft een helium atoom?

- helium heeft atoomnummer 2
- er zijn 2 protonen in de kern
- er zijn ook 2 elektronen

**b** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de eerste schil?

- in de eerste schil zitten 2 elektronen

**c** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de tweede schil?

- in de tweede schil zitten 0 elektronen

**11\*\*** **a** Hoeveel elektronen heeft een neon atoom?

- neon heeft atoomnummer 10
- er zijn 10 protonen in de kern
- er zijn ook 10 elektronen

**b** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de eerste schil?  
• in de eerste schil zitten 2 elektronen

**c** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de tweede schil?  
• in de tweede schil zitten 8 elektronen

**d** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de derde schil?  
• in de derde schil zitten 0 elektronen

**12\*\*\*** **a** Wat valt je op bij de verdeling van de elektronen over de schillen?  
• de buitenste schil is helemaal gevuld met elektronen  
• de eerstvolgende schil is helemaal leeg

**13\*\*\*** **a** Wat valt je op bij de verdeling van de elektronen over de schillen?  
• er is steeds 1 elektron in de buitenste schil

**14\*\*** **a** Hoeveel elektronen heeft een  $O^{2-}$  ion?  
• een zuurstofatoom heeft 8 elektronen  
• een  $O^{2-}$  ion heeft twee elektronen extra, dus 10 elektronen

**b** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de eerste schil?  
• 2 elektronen in de eerste schil

**c** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de tweede schil?  
• 8 elektronen in de tweede schil

**d** Hoeveel van deze elektronen zitten er in de derde schil?  
• 0 elektronen in de derde schil

**e** Vergelijk de verdeling van de elektronen over de schillen van een  $O^{2-}$  ion en een neon atoom. Wat valt je op?  
• het  $O^{2-}$  ion heeft dezelfde elektronenverdeling als het neon atoom

**15+** **a** Bereken het aantal neutronen in het Cu-65 isotoop.  
• opzoeken: koper heeft atoomnummer 29 en heeft dus 29 protonen  
• het Cu-65 isotoop heeft  $65 - 29 = 36$  neutronen

**b** Stel je neemt 100 willekeurig gekozen koperatomen, hoeveel hiervan zijn Cu-63 en hoeveel Cu-65?  
• 70 van de 100 zijn Cu-63  
• 30 van de 100 zijn Cu-65

- c Bereken de massa van deze 100 willekeurig gekozen koperatomen uitgedrukt in u.
- 70 Cu-63 atomen hebben een massa van  $70 \cdot 63 = 4410$  u
  - 30 Cu-65 atomen hebben een massa van  $30 \cdot 65 = 1950$  u
  - totaal:  $4410 + 1950 = 6360$  u
- d Bereken de gemiddelde massa van een koperatoom op aarde.
- 100 willekeurig gekozen koperatomen hebben een massa van 6360
  - de gemiddelde massa is  $\frac{6360}{100} = 63,6$  u
- e Leg uit waarom je de massa van de elektronen mag verwaarlozen in de berekening van de atoommassa.
- een elektron heeft een massa van  $\frac{1}{1823}$  u
  - 65 elektronen hebben een massa van  $\frac{65}{1823} = 0,036$  u
  - dit is te verwaarlozen ten opzichte van 63,6 u

---

## 5.2 Vast, vloeibaar, gas en plasma

### Fase overgangen

- 1\*\***
- a** Leg uit wanneer er sneeuw kristallen worden gevormd.
- sneeuw kristallen ontstaan als waterdamp rechtstreeks overgaat in de vaste fase, zonder eerst vloeibaar te worden
- b** Hoe heet de overgang van de gasvormige fase naar de vaste fase?
- dat heet "rijpen"
- 2\*\***
- a** Leg uit wanneer er regen uit een wolk komt.
- regen valt als de temperatuur in de lucht hoger is dan 0 °C
- b** Leg uit wanneer er hagel uit een wolk komt.
- hagel komt uit de wolk als er eerst waterdruppels ontstaan die later bevriezen
- c** Leg uit wanneer er sneeuw uit een wolk komt.
- sneeuw ontstaat als water eerst verdampt en de waterdamp daarna snel wordt afgekoeld tot onder 0 °C
- 3\*\***
- a** Leg uit waar het water is gebleven.
- het water is verdampt (vloeibaar → gas)
- b** Geef twee manieren om het proces van drogen te versnellen.
- de temperatuur verhogen
  - de lucht laten stromen door te ventileren, zodat de gevormde waterdamp snel wordt afgevoerd en niet terug kan condenseren tot water
- 4\*\***
- a** Leg uit waardoor dit wordt veroorzaakt.
- waterdamp koelt af tot waterdruppels
- b** Hoe heet dit proces?
- dit proces heet condenseren
- 5\*\***
- a** Leg uit hoe deze strepen ontstaan.
- waterdamp uit de vliegtuigmotor condenseert eerst en stolt daarna tot ijs
  - er ontstaan kleine ijskristallen die zichtbaar zijn als witte strepen

- b** Leg uit waarom deze strepen na een poosje weer verdwijnen.
- de ijskristallen verspreiden zich in de lucht
  - als er niet veel ijskristallen bij elkaar zijn is het niet meer te zien

- 6\*\***
- a** Leg uit of het smeltpunt hoger of lager wordt door het oplossen van zout.
- het kost meer moeite om van de vloeibare naar de vaste fase te gaan
  - het smeltpunt wordt lager
- b** Noem een toepassing van dit verschijnsel in het dagelijkse leven.
- in de winter wordt er zout op de weg gestrooid zodat het water bij een lagere temperatuur bevroest
  - bij een licht vorst blijft het water vloeibaar en ontstaat er geen ijs

### Dichtheid zonder context

- 7\*\***
- a** Bereken de massa van het blokje.
- $\rho = 2,70 \text{ g/cm}^3 \quad | \quad V = 16 \text{ cm}^3 \quad | \quad m = \dots \text{ g}$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $m = 2,7 \cdot 16 = 43,2 \text{ gram}$
- b** Leg uit wie er gelijk heeft, Tera, Thijn of geen van beide?
- de dichtheid is een eigenschap van een stof
  - het maakt niet uit hoe groot het volume is
  - geen van beide hebben gelijk
- 8\*\***
- a** Welke van de blokjes weegt het zwaarst?
- opzoeken dichtheid: tin:  $\rho = 7,31 \text{ g/cm}^3$  en zink:  $\rho = 7,2 \text{ g/cm}^3$
  - zelfde volume (stel  $1 \text{ cm}^3$ )
  - blokje tin weegt het zwaarst
- b** Bereken de massa van de blokjes.
- tin:  $\rho = 7,31 \text{ g/cm}^3 \quad | \quad V = 12 \text{ cm}^3 \quad | \quad m = \dots \text{ g}$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $m = 7,31 \cdot 12 = 87,7 \text{ gram}$
  - zink:  $\rho = 7,2 \text{ g/cm}^3 \quad | \quad V = 12 \text{ cm}^3 \quad | \quad m = \dots \text{ g}$
  - $m = \rho \cdot V \rightarrow m = 7,2 \cdot 12 = 86,4 \text{ gram}$

- 9\*\*\*** a Welke van de blokjes weegt het zwaarst?
- opzoeken dichtheid goud:  $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$  | ijzer:  $\rho = 7,87 \text{ g/cm}^3$
  - stel volume goud is  $1 \text{ cm}^3 \rightarrow m = 19,3 \text{ gram}$
  - volume ijzer is  $2 \cdot 1 = 2 \text{ cm}^3 \rightarrow m = \rho \cdot V \rightarrow m = 7,87 \cdot 2 = 15,74 \text{ gram}$
  - het blokje goud weegt het zwaarst
- b Bereken de massa van blokje 2.
- volume ijzer is  $2 \cdot 3 = 6 \text{ cm}^3$
  - $m = \rho \cdot V \rightarrow m = 7,87 \cdot 6 = 47,22 \text{ gram}$

- 10\*\*\*\*** a Hoeveel blokjes ijzer moet je minstens in het rechter bakje doen om de weegschaal naar rechts te laten doorslaan?
- opzoeken dichtheid
    - lood:  $\rho = 11,3 \text{ g/cm}^3$
    - ijzer:  $\rho = 7,87 \text{ g/cm}^3$
    - aluminium:  $\rho = 2,70 \text{ g/cm}^3$
  - stel volume van blokjes is  $1 \text{ cm}^3 \rightarrow$  één blokje weegt:
    - lood:  $m = 11,3 \text{ gram}$
    - ijzer:  $m = 7,87 \text{ gram}$
    - aluminium:  $m = 2,70 \text{ gram}$
  - 3 loodblokjes links wegen samen  $3 \cdot 11,3 = 33,9 \text{ gram}$
  - massa links en rechts moeten gelijk zijn
  - aantal ijzerblokjes  $\rightarrow \frac{33,9}{7,87} = 4,3$
  - je moet minstens 5 ijzerblokjes in het rechterbakje doen
- b Hoeveel blokjes aluminium moet je minstens in het rechter bakje doen om de weegschaal naar rechts te laten doorslaan?
- 3 loodblokjes links wegen samen  $3 \cdot 11,3 = 33,9 \text{ gram}$
  - massa links en rechts moeten gelijk zijn
  - aantal aluminiumblokjes  $= \frac{33,9}{2,70} = 12,6$
  - je moet minstens 13 ijzerblokjes in het rechterbakje doen
- c Hoeveel aluminiumblokjes moet je minstens in het rechter bakje toevoegen om de weegschaal naar rechts te laten doorslaan?
- stel volume van blokjes is  $1 \text{ cm}^3$
  - massa links =  $33,9 \text{ gram}$
  - massa ijzerblokje =  $7,87 \text{ gram}$
  - er moet  $33,9 - 7,87 = 26,03 \text{ gram}$  worden toegevoegd
  - aantal aluminiumblokjes  $= \frac{26,03}{2,70} = 9,64$
  - je moet minstens 10 aluminiumblokjes in het rechterbakje doen



- 11\*\*** a Bereken de massa van de staaf in gram.
- $V = 1000 \text{ cm}^3$  |  $\rho = 7,87 \text{ g/cm}^3$  |  $m = \dots \text{ gram}$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $m = 7,87 \cdot 200 = 1574 \text{ gram}$
- b Hoeveel kg is deze staaf?
- er zitten 1000 gram in 1 kg
  - $1574 \text{ gram} = 1,574 \text{ kg}$
- c Bereken het volume van deze staaf.
- $\rho = 7,87 \text{ g/cm}^3$  |  $m = 5,0 \text{ kg} = 5000 \text{ g}$  |  $V = \dots \text{ cm}^3$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho}$
  - $V = \frac{5000}{7,87} = 635 \text{ cm}^3$

- 12\*\*** a Hoe lang is het balkje?
- $b = 1,5 \text{ cm}$  |  $h = 3 \text{ cm}$  |  $V = 27 \text{ cm}^3$  |  $\ell = \dots \text{ cm}$
  - $V = \text{breedte} \times \text{hoogte} \times \text{lengte}$
  - $27 = 1,5 \cdot 3 \cdot \ell$
  - $27 = 4,5 \cdot \ell \rightarrow \ell = \frac{27}{4,5} = 6 \text{ cm}$
- b Hoeveel massa heeft het balkje?
- $\rho = 8,96 \text{ g/cm}^3$  |  $V = 27 \text{ cm}^3$  |  $m = \dots \text{ gram}$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $m = 8,96 \cdot 27 = 242 \text{ gram}$

- 13\*\*\*** a Bereken de lengte van deze plank.
- alles omrekenen naar centimeter
  - $7 \text{ mm} = 0,7 \text{ cm}$
  - $1,5 \text{ dm}^3 = 1500 \text{ cm}^3$  (vermenigvuldig met 1000)
  - $\text{volume} = \text{lengte} \times \text{breedte} \times \text{dikte}$
  - $1500 = \ell \cdot 12 \cdot 0,7 \rightarrow \ell = 179 \text{ cm}$
- b Bereken de massa van deze plank.
- opzoeken:  $\rho_{\text{peukenhout}} = 0,78 \text{ g/cm}^3$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $V = 1,5 \text{ dm}^3 = 1500 \text{ cm}^3$

- $m = 0,78 \cdot 1500 = 1170 \text{ gram} \rightarrow m = \frac{1170}{1000} = 1,17 \text{ kg}$

c Bereken het volume van deze andere plank.

- twee keer zo dik en twee keer zo breed  $\rightarrow$  het volume wordt 4 keer zo groot
- $4 \cdot 1,5 \text{ dm}^3 = 6 \text{ dm}^3 = 6000 \text{ cm}^3$

d Bereken de massa van deze andere plank.

- het volume is 4 keer zo groot dus de massa is ook 4 keer zo groot
- $m = 4 \cdot 1,17 = 4,68 \text{ kg}$

**14\*\*\*** a Bereken de massa van deze draad.

- alle maten in centimeter:  $r = 0,15 \text{ cm} \mid \ell = 1500 \text{ cm} \mid V = \dots \text{ cm}^3$
- inhoud cilinder:  $V = \pi r^2 \cdot \ell$
- $V = \pi \cdot 0,15^2 \cdot 1500 = 106,029 \text{ cm}^3$
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
- $m = 8,96 \cdot 106,029 = 950,018 \text{ gram} = 0,950 \text{ kg}$

b Bereken de dichtheid van deze draad.

- de dichtheid is een stofeigenschap
- de dichtheid hangt niet af van de vorm of van het volume
- de dichtheid blijft  $8,96 \text{ g/cm}^3$

c Bereken de massa van deze draad.

- twee keer zo dik  $\rightarrow r = 0,30 \text{ cm}$
- twee keer zo lang  $\rightarrow \ell = 3000 \text{ cm}$
- $V = \pi r^2 \cdot \ell \rightarrow V = \pi \cdot 0,3^2 \cdot 3000 = 848,23 \text{ cm}^3$
- $m = \rho \cdot V \rightarrow m = 8,96 \cdot 848,23 = 7600,14 \text{ gram} = 7,6 \text{ kg}$

MERK OP: de draad wordt precies 8 keert zo zwaar

**15\*\*\*** a Bereken de straal van deze cilinder.

- $m = 1000 \text{ g} \mid \rho = 2,70 \text{ g/cm}^3 \mid V = \dots \text{ cm}^3$
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho}$
- $V = \frac{1000}{2,70} = 370,37 \text{ cm}^3$
- $V = \pi r^2 \cdot \ell$
- $370,37 = \pi r^2 \cdot 0,1 \rightarrow r^2 = \frac{370,37}{\pi \cdot 10} = 11,79 \rightarrow r = 3,434 \text{ cm}$

- 16\*\***
- a** Leg uit of Harry gelijk heeft.
- er zijn houtsoorten met een groter dichtheid dan water (ebbenhout)
  - Harry heeft dus geen gelijk
- b** Leg uit of Max gelijk heeft.
- als beton hol is van binnen kan het op water drijven (zoals een droogdok)
  - Max heeft dus ongelijk

### Dichtheid met context

- 17\*\*** **Verse eieren?**
- a** Leg uit welk van de twee eieren het meest vers is. Gebruik in je antwoord het begrip dichtheid.
- het drijvende ei heeft een kleinere dichtheid dan water
  - het ei op de bodem heeft een grotere dichtheid dan water
  - het ei op de bodem heeft de grootste dichtheid
  - het ei op de bodem is het meest vers
- b** Leg uit hoe ze hierbij te werk moeten gaan.
- ze moeten de massa en het volume van het ei bepalen
  - bepaal de massa met een weegschaal
  - vul een maatcilinder gedeeltelijk met water en lees het volume af
  - doe het ei in de maatcilinder en zorg dat het ei helemaal onder water komt
  - meet opnieuw het volume
  - volume van het ei is:  $V_{ei} = V_{nieuw} - V_{oud}$
  - dichtheid:  $\rho = \frac{m}{V}$

- 18\*\*** **Aanrecht**
- a** Bereken de massa van een granieten aanrechtblad met de bovenstaande afmetingen.
- $\ell = 310 \text{ cm}$  |  $b = 60 \text{ cm}$  |  $d = 4,5 \text{ cm}$  |  $V = \dots \text{ cm}^3$
  - $V = \ell \cdot b \cdot d$  (alle maten in cm)
  - $V = 310 \cdot 60 \cdot 4,5 \rightarrow V = 83700 \text{ cm}^3$
  - $V = 83700 \text{ cm}^3$  |  $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$  |  $m = \dots \text{ g}$
  - $\rho = \frac{m}{V}$
  - $2,7 = \frac{m}{83700} \rightarrow m = 2,7 \cdot 83700 = 225990 \text{ gram}$
  - $m = \frac{225990}{1000} = 225,99 = 226 \text{ kg}$

### 19\*\* Perspex

a Welke invloed heeft dat op de dichtheid van het overblijvende perspexblokje?

- de dichtheid van het blokje perspex verandert niet als je er een stukje afzaagt
- de dichtheid blijft gelijk
- antwoord B is goed

b Bereken de massa van het stukje perspex.

- $\ell = 3 \text{ cm}$  |  $b = 5 \text{ cm}$  |  $d = 0,4 \text{ cm}$  |  $V = \dots \text{ cm}^3$
- $V = \ell \cdot b \cdot d$  (alle maten in cm)
- $V = 3 \cdot 5 \cdot 0,4 \rightarrow V = 6,0 \text{ cm}^3$
- $V = 6 \text{ cm}^3$  |  $\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$  |  $m = \dots \text{ g}$
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1,2 = \frac{m}{6} \rightarrow m = 7,2 \text{ g}$

### 20\*\*\* Muurtje metselen

a Hoeveel stenen mag Jan maximaal in de aanhangwagen vervoeren?

- $d = 5 \text{ cm}$  |  $b = 10 \text{ cm}$  |  $\ell = 20 \text{ cm}$  |  $V = \dots \text{ cm}^3$
- $V = \ell \cdot b \cdot d$  (alle maten in cm)
- $V = 20 \cdot 10 \cdot 5 \rightarrow V = 1000 \text{ cm}^3$
- $V = 1000 \text{ cm}^3$  |  $\rho = 1,8 \text{ g/cm}^3$  |  $m = \dots \text{ g}$
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1,8 = \frac{m}{1000} \rightarrow m = 1800 \text{ g} \rightarrow m = \frac{1800}{1000} = 1,8 \text{ kg}$
- 500 kg maximaal:  $\frac{500}{1,8} = 277,778$
- maximaal 277 stenen (naar beneden afronden)

### 21\*\*\* Schilderen

a Bereken het volume van de hoeveelheid verf.

- $m = 6,0 \text{ kg} = 6000 \text{ g}$  |  $\rho = 2,4 \text{ g/cm}^3$  |  $V = \dots \text{ cm}^3$
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 2,4 = \frac{6000}{V} \rightarrow V = \frac{6000}{2,4} = 2500 \text{ cm}^3$

b Bereken de dikte van de aangebrachte verflaag in millimeter.

- $V = 2500 \text{ cm}^3$  |  $A = 5 \text{ m}^2 = 50000 \text{ cm}^2$  |  $d = \dots \text{ cm}$
- volume is oppervlakte keer dikte  $V = A \cdot d$
- $2500 = 50000 \cdot d \rightarrow d = 0,05 \text{ cm} \rightarrow d = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ mm}$

## 5.3 Druk

### Druk bij voorwerpen

- 1\*\***
- a** Bereken het volume van de steen.
- volume = breedte × hoogte × lengte
  - $V = b \cdot h \cdot l$
  - $V = 15 \cdot 10 \cdot 30 = 4500 \text{ cm}^3$
- b** Bereken de massa van de steen in kilogram.
- $\rho = 1,8 \text{ g/cm}^3 \quad | \quad V = 4500 \text{ cm}^3 \quad | \quad m = \dots \text{ gram}$
  - $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$
  - $m = 1,8 \cdot 4500 = 8100 \text{ gram} = 8,1 \text{ kg}$
- c** Bereken de zwaartekracht op de steen.
- $m = 8,1 \text{ kg} \quad | \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$
  - $F_z = m \cdot g$
  - $F_z = 8,1 \cdot 9,81 = 79,461 = 79,5 \text{ N}$
- d** Je legt de steen met zijn platte kant (zijden b en l) op de vloer. Bereken de druk op de vloer.
- $b = 15 \text{ cm} \quad | \quad l = 30 \text{ cm} \quad | \quad F_z = 79,5 \text{ N}$
  - oppervlak:  $A = 15 \cdot 30 = 450 \text{ cm}^2 = \frac{450}{10000} = 0,045 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{79,5}{0,045} = 1767 \text{ N/m}^2 \quad (= 1767 \text{ Pa})$
- e** Je legt de steen met zijn zijkant (zijden h en l) op de vloer. Bereken de druk op de vloer.
- $h = 10 \text{ cm} \quad | \quad l = 30 \text{ cm} \quad | \quad F_z = 79,5 \text{ N}$
  - $A = 10 \cdot 30 = 300 \text{ cm}^2 = \frac{300}{10000} = 0,030 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{79,5}{0,030} = 2650 \text{ N/m}^2 \quad (= 2650 \text{ Pa})$
- f** Je zet de steen rechtop (zijden h en b) op de vloer. Bereken de druk op de vloer.
- $h = 10 \text{ cm} \quad | \quad b = 15 \text{ cm} \quad | \quad F_z = 79,5 \text{ N}$

- $A = 10 \cdot 15 = 150 \text{ cm}^2 = \frac{150}{10000} = 0,015 \text{ m}^2$
- $p = \frac{F}{A}$
- $p = \frac{79,5}{0,015} = 5300 \text{ N/m}^2 \quad (= 5300 \text{ Pa})$

**2\*\***

- a** Bereken de druk van de sumoworstelaar op de vloer.
- zwaartekracht:  $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 140 \cdot 9,81 = 1373,4 \text{ N}$
  - oppervlakte:  $A = b \cdot l \rightarrow A = 8 \cdot 15 = 120 \text{ cm}^2 = \frac{120}{10000} = 0,012 \text{ m}^2$
  - twee voeten  $\rightarrow A = 2 \cdot 0,012 = 0,024 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{1373,4}{0,024} = 57225 \text{ N/m}^2 \quad (= 5,7 \cdot 10^4 \text{ Pa})$
- b** Bereken de druk van de sumoworstelaar op de vloer als hij op één been staat.
- één voet  $\rightarrow A = 0,012 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{1373,4}{0,012} = 114450 \text{ N/m}^2 \quad (= 1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa})$

**3\*\***

- a** Bereken de druk die één voet van een olifant op de grond uitoefent.
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 6000 \cdot 9,81 = 58860 \text{ N}$
  - oppervlakte:  $A = b \cdot l \rightarrow A = 40 \cdot 50 = 2000 \text{ cm}^2 = \frac{2000}{10000} = 0,20 \text{ m}^2$
  - vier voeten  $\rightarrow A = 4 \cdot 0,20 = 0,80 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{58860}{0,80} = 73575 \text{ N/m}^2 \quad (= 7,4 \cdot 10^4 \text{ Pa})$
- b** Bereken de druk die een voet van een olifant op de grond uitoefent.
- twee voeten  $\rightarrow A = 2 \cdot 0,20 = 0,40 \text{ m}^2$
  - $p = \frac{F}{A}$
  - $p = \frac{58860}{0,40} = 147150 \text{ N/m}^2 \quad (= 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa})$

**4\*\*\*** a Bereken de kracht die haar schoen op de vloer uitoefent.

- $A = 5,0 \text{ cm}^2 \quad | \quad p = 1,0 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad | \quad F = \dots \text{ N}$

- $A = 5,0 \text{ cm}^2 = \frac{5}{10000} = 0,0005 \text{ m}^2$

- $p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A$

- $F = 1,0 \cdot 10^6 \cdot 0,0005 = 500 \text{ N}$

b Bereken de massa van de ballerina.

- de kracht van haar schoen op de vloer is gelijk aan de zwaartekracht

- $F_z = m \cdot g$

- $500 = m \cdot 9,81 \rightarrow m = \frac{500}{9,81} = 50,97 = 51 \text{ kg}$

c Bereken de druk op de vloer.

- het oppervlak wordt 10 keer zo groot dus de druk wordt 10 keer zo klein

- druk als ze op de punt van haar schoen staat:  $p = 1,0 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

- druk wordt:  $p = \frac{1,0 \cdot 10^6}{10} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

**5\*\*\*** Twee blokken

a Welk blok heeft de grootste dichtheid? Geef uitleg bij je antwoord.

- dichtheid:  $\rho = \frac{m}{V}$

- de massa van beide blokken is gelijk

- volume V van blok 2 is groter

- blok 2 heeft de kleinste dichtheid

- blok 1 heeft de grootste dichtheid  $\rightarrow$  antwoord A is goed

b Van welk blok is de druk op het tafelblad het grootst?

Geef uitleg bij je antwoord.

- druk:  $p = \frac{F}{A}$

- de massa is van beide blokken gelijk

- de zwaartekracht  $F_z = m \cdot g$  is voor beide blokken gelijk

- oppervlak A is van beide blokken gelijk

- de druk op het tafelblad is bij beide blokken gelijk  $\rightarrow$  antwoord C is goed

## 6\*\*\*\* Piramide bouwen

a Bereken hoeveel kalksteenblokken op een onderste blok kunnen worden gestapeld zonder dat het onderste blok wordt vermorzeld.

- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 2500 \cdot 9,81 = 24525 \text{ N}$
- $A = 1,0 \text{ m}^2$
- $p = \frac{F}{A}$
- $p = \frac{24525}{1} \rightarrow p = 24525 \text{ N/m}^2$
- druk per  $\text{cm}^2$  door één steen:  $p = \frac{24525}{10000} = 2,4525 \text{ N/cm}^2$
- maximaal  $5000 \text{ N/cm}^2$
- $\frac{5000}{2,4525} = 2039$
- je kunt maximaal 2039 blokken op elkaar stapelen

## Druk bij gassen

## 7\*\*\*\*

a Leg uit waarom er overdruk nodig is om de hovercraft te laten zweven.

- de buitenlucht oefent overal op het oppervlak een kracht uit
- om de hovercraft te laten zweven moet er een extra kracht omhoog worden uitgeoefend
- de gasdruk onder de hovercraft moet dus groter zijn dan de gasdruk boven de hovercraft

b Bereken de kracht die de lucht onder de hovercraft uitoefent, de normaalkracht.

- de kracht die de lucht onder de hovercraft uitoefent moet gelijk zijn aan de zwaartekracht
- $F_z = m \cdot g$
- $F_z = F_N = 5000 \cdot 9,81 = 49050 \text{ N}$

c Bereken de overdruk die nodig is om de Hovercraft te laten zweven.

- $A = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ m}^2$
- $p = \frac{F}{A}$
- $p = \frac{49050}{12,5} = 3924 \text{ N/m}^2 \quad (3924 \text{ Pa})$

## 8\*\*\*\*

a Bereken de kracht die één band op de weg uitoefent.

- kracht van de banden is de zwaartekracht
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 60 \cdot 9,81 = 588,6 \text{ N}$
- één band:  $F = 0,5 \cdot F_z = 294,3 \text{ N}$



**b** Bereken de oppervlakte waarmee één fietsband in contact staat met de weg in  $\text{cm}^2$ .

•  $p = 3,2 \text{ bar} = 320000 \text{ N/m}^2$  |  $F = 294,3 \text{ N}$  |  $A = \dots \text{cm}^2$

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

•  $A = \frac{294,3}{320000} = 0,00091969 \text{ m}^2$  ( $= 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ )

• oppervlak in  $\text{cm}^2 \rightarrow$  vermenigvuldig met 10000

•  $A = 0,00091969 \cdot 10000 = 9,2 \text{ cm}^2$

**9\*\*\***

**a** Leg uit of er in het vliegtuig onderdruk of overdruk heerst.

- in het vliegtuig is de druk groter dan buiten
- in het vliegtuig heerst overdruk

**b** Beredeneer welke richting de resulterende kracht op het ruitje heeft.

- in het vliegtuig is de druk groter dan buiten
- de kracht naar buiten gericht is groter dan de kracht naar binnen gericht
- de nettokracht is naar buiten gericht

**c** Bereken de resulterende kracht op een raampje van 25 cm bij 30 cm.

• overdruk:  $p = 75000 - 27000 = 48000 \text{ N/m}^2$

•  $A = 25 \cdot 30 = 750 \text{ cm}^2 = 0,075 \text{ m}^2$  (delen door 10000)

•  $p = 48000 \text{ N/m}^2$  |  $A = 0,075 \text{ m}^2$  |  $F = \dots \text{N}$

•  $p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A$

•  $F = 48000 \cdot 0,075 = 3600 \text{ N}$

**10\*\*\*\***

**a** Leg door middel van een tekening uit hoe er onderdruk kan ontstaan bij het omhalen van de hendel.

- bij het omhalen van de hendel wordt het rubber van de zuignap naar achteren getrokken
- in de holte die ontstaat zit bijna geen lucht
- in de holte heerst er onderdruk

**b** Bereken het volume van de ruit.

• volume = inhoud = breedte  $\times$  hoogte  $\times$  dikte

•  $V = 100 \cdot 200 \cdot 0,6 = 12000 \text{ cm}^3$

**c** Bereken de massa van de ruit in kilogram.

•  $\rho = 2,6 \text{ g/cm}^3$  |  $V = 12000 \text{ cm}^3$  |  $m = \dots \text{kg}$

•  $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$

- $m = 2,6 \cdot 12000 = 31200 \text{ gram} = 31,2 \text{ kg}$  (delen door 1000)

**d** Bereken hoe groot één zuignap minstens moet zijn.

- kracht door de zuignappen is de zwaartekracht
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 31,2 \cdot 9,81 = 306 \text{ N}$
- één zuignap:  $F = 0,5 \cdot 306 = 153 \text{ N}$
- $p = 90000 \text{ N/m}^2 \mid F = 153 \text{ N} \mid A = \dots \text{m}^2$
- $p = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{p}$
- $A = \frac{153}{90000} = 0,0017 \text{ m}^2$
- oppervlak in  $\text{cm}^2 \rightarrow$  vermenigvuldig met 10000
- $A = 17 \text{ cm}^2$

**11\*\*\*\* a** Bereken deze oppervlakte in  $\text{m}^2$ .

- oppervlakte cirkel:  $A = \pi \cdot r^2$
- $r = 0,5 \cdot d \rightarrow r = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$
- $A = \pi \cdot 0,25^2 = 0,19635 \text{ m}^2$

**b** Bereken de kracht die nodig is om de vacuüm gezogen bol los te trekken.

- $p = 100.000 \text{ N/m}^2 \mid A = 0,19635 \text{ m}^2 \mid F = \dots \text{N}$
- $p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A$
- $F = 100000 \cdot 0,19635 = 19635 \text{ N}$

**c** Bereken met hoeveel kracht ieder paard moet uitoefenen.

- aan één kant trekken 4 paarden
- ieder paard moet  $\frac{19635}{4} = 4908,75 \text{ N}$  uitoefenen

**d** Beredeneer of hierdoor de kans van slagen toeneemt.

- de 8 paarden trekken nu samen aan één kant
- de muur oefent een tegengestelde kracht uit
- de benodigde kracht is nu verdeeld over 8 paarden
- de kans van slagen neemt toe

**12\*\*\*\* a** Leg uit of er in de fles onderdruk of overdruk heerst.

- in de fles is de druk lager dan buiten
- in de fles heerst onderdruk

**b** Bereken hoeveel kracht er minstens nodig is om de rubberen stop los te trekken van de fles.

- verschil in druk:  $p = 1,0 - 0,25 = 0,75 \text{ bar} = 75000 \text{ N/m}^2$
  - straal =  $0,5 \cdot \text{diameter} = 9 \text{ mm} = 0,009 \text{ meter}$
  - $A = \pi \cdot r^2 \rightarrow A = \pi \cdot 0,009^2 = 0,00025447 \text{ m}^2 \quad (= 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$
  - $p = 75000 \text{ N/m}^2 \quad | \quad A = 0,00025447 \text{ m}^2 \quad | \quad F = \dots \text{N}$
  - $p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A$
  - $F = 75000 \cdot 0,00025447 = 19,085 = 19 \text{ N}$
- c Leg uit waarom dit het geval is.
- om de stop los te trekken moet je ook de wrijvingskracht overwinnen
  - de benodigde kracht is  $19 \text{ N} +$  de wrijvingskracht
  - je hebt meer dan  $19 \text{ N}$  nodig

## Verdieping

### 13+ Groot viaduct

a Bereken hoeveel volle vrachten van de betonwagens dit zijn.

- dichtheid:  $\rho = \frac{m}{V}$  ;  $\rho_{\text{beton}} = 2,3 \text{ g/cm}^3$
- $V = 12 \text{ m}^3 \rightarrow V = 12.000.000 \text{ cm}^3$
- $2,3 = \frac{m}{12.000.000} \rightarrow m = 2,3 \cdot 12.000.000 = 27.600.000 \text{ gram}$
- $m = \frac{27.600.000}{1000} = 27.600 \text{ kg}$
- massa viaduct =  $3450 \text{ ton} = 3.450.000 \text{ kg}$
- $\frac{3.450.000}{27.600} = 125$
- er zijn  $125$  betonwagens nodig

b Controleer door een berekening of hieraan voldaan wordt.

- totale massa is  $3450 + 70 = 3520 \text{ ton}$
- aantal assen =  $134$
- $\frac{3520}{134} = 26,2686567$
- er is  $26,3 \text{ ton}$  per as
- dit is minder dan  $30 \text{ ton}$ , dus het voldoet

c Bereken de druk op de ondergrond.

- $26,2686567 \text{ ton}$  per as is  $26.268,6567 \text{ kg}$  per as
- vier banden:  $26.268,6567 / 4 = 6567,164 \text{ kg}$  per band

- druk:  $p = \frac{F}{A}$
- $F = F_z = m \cdot g$
- $F = 6567,164 \cdot 9,81 = 64423,88 \text{ N}$
- $A = 0,4 \cdot 0,3 = 0,12 \text{ m}^2$
- $p = \frac{64423,88}{0,12} = 536.866 \text{ Pa}$

#### 14+ Ijsplaat

- a** Laat met een berekening zien dat deze drie gegevens met elkaar overeenstemmen.  
HINT: gebruik de eerste twee gegevens om de massa uit te rekenen en kijk of de uitkomst overeenkomt met het derde gegeven.

- dichtheid:  $\rho = \frac{m}{V}$
- $m = 6,58 \cdot 10^{14} \text{ kg}$
- $V = 220 \cdot 3,25 \cdot 10^9 = 7,15 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$
- $\rho = \frac{6,58 \cdot 10^{14}}{7,17 \cdot 10^{11}} \rightarrow \rho = 920 \text{ kg/m}^3$

- b** Omcirkel in onderstaande zin op de juiste mogelijkheden.
- Juiste zin: De ijsschots drijft omdat de dichtheid van ijs kleiner is dan de dichtheid van water.
- c** Welke tekening is juist? Geef uitleg bij je antwoord.
- drijven  $\rightarrow$  de resulterende kracht is nul
  - $F_z = F_{opw}$
  - tekening B is juist

#### 15+ a Bereken wat de weegschaal nu aangeeft.

- dichtheid:  $\rho = \frac{m}{V}$
- zoek op in het boek:  $\rho_{\text{olijsolie}} = 0,92 \text{ g/cm}^3$
- cilinder:  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
- $V = \pi \cdot 3,5^2 \cdot 15 \rightarrow V = 577,27 \text{ cm}^3$
- $0,92 = \frac{m}{577,27} \rightarrow m = 0,92 \cdot 577,27 = 531 \text{ gram}$
- massa totaal =  $120 + 531 = 651 \text{ gram} \rightarrow$  de weegschaal geeft 651 gram aan

- b** Bereken de druk die het glas op de weegschaal uitoefent.

- druk:  $p = \frac{F}{A}$
- $F = F_z = m \cdot g$
- $F = 0,651 \cdot 9,81 = 6,3863 \text{ N}$
- $A = \text{oppervlak cirkel met straal van } 3,5 \text{ cm}$
- $A = \pi \cdot r^2 \rightarrow A = \pi \cdot 3,5^2 = 38,485 \text{ cm}^2$
- omrekenen naar  $\text{m}^2 \rightarrow A = \frac{38,485}{10000} = 0,0038485 \text{ m}^2$
- $p = \frac{6,3863}{0,0038485} = 1659 \text{ N/m}^2$

### 16+ Airbus

a Bereken de massa van deze hoeveelheid kerosine.

- 1 liter = 1  $\text{dm}^3$
- 1  $\text{m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$
- de tanks bevatten 310  $\text{m}^3$  kerosine
- 310  $\text{m}^3 = 310.000 \text{ dm}^3$
- de massa is  $0,80 \cdot 310000 = 248.000 \text{ kg}$

b Geef in met een kruisje aan hoe de lage temperatuur de genoemde grootheden beïnvloedt.

grootheid	Blijft gelijk	Wordt groter	Wordt kleiner
Massa	✓		
volume			✓
dichtheid		✓	

c Leg uit hoe het komt dat er ijsafzetting plaatsvindt.

- de buitentemperatuur is lager dan  $0 \text{ }^\circ\text{C}$
- waterdamp bevriest en wordt ijs

---

## 5.4 Ideale gassen

- 1\*\***
- a** Beredeneer op de ballon als je na de landing uitstapt groter wordt, kleiner wordt, of hetzelfde volume houdt.
- na de landing is de druk van de buitenlucht groter dan de druk in de ballon
  - de ballon wordt kleiner waardoor de druk in de ballon toeneemt
  - het volume van de ballon neemt af totdat de druk in de ballon gelijk is aan de buitendruk
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Boyle: het volume wordt kleiner → de druk wordt groter
- 2\*\***
- a** Geef hiervoor een verklaring.
- door de zuigen haal je moleculen weg uit het rietje
  - hierdoor wordt de druk in het rietje kleiner dan de buitendruk
  - de buitenlucht oefent kracht uit en perst de vloeistof in het rietje
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Avogadro: het aantal moleculen neemt af → de druk neemt af
- 3\*\***
- a** Leg met je eigen woorden uit hoe het werkt.
- je knijpt in de rubberen ballon en zet de pipet daarna in een vloeistof
  - als je de rubberen ballon loslaat neemt het volume toe
  - hierdoor wordt de druk in de pipet kleiner dan de buitendruk
  - de buitenlucht oefent kracht uit en perst de vloeistof in het rietje
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Boyle: het volume wordt groter → de druk wordt kleiner
- 4\*\***
- a** Geef hiervoor een verklaring.
- als je reservoir omkeert ontstaat boven het reservoir een luchtbel
  - de druk in de luchtbel is lager dan de buitendruk
  - de buitenlucht oefent kracht uit en zorgt ervoor de vloeistof niet kan wegstromen
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Boyle: het volume wordt groter → de druk wordt kleiner

- 5\*\***
- a** Leg uit waarom dat nodig is.
- door de brandende lucifer wordt de lucht opgewarmd
  - hierdoor neemt de luchtdruk in de fles toe waardoor er lucht uit de fles stroomt
- b** Leg dit uit.
- de warme lucht in de fles koelt af waardoor de luchtdruk afneemt
  - de fles is nu afgesloten door het ei
  - de druk in de fles is kleiner dan de druk van de buitenlucht
  - de buitenlucht oefent kracht uit en perst het ei in de fles
- c** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Gay-Lussac: de temperatuur wordt hoger → de druk wordt hoger

- 6\*\***
- a** Leg uit waarom je eerst een aantal keer moet pompen om een sterke waterstraal te krijgen.
- bij het pompen pers je lucht in het waterreservoir
  - de luchtdruk in het reservoir is groter dan de buitendruk
  - de lucht in het reservoir oefent kracht uit perst het water naar buiten
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Avogadro: het aantal moleculen neemt toe → de druk neemt toe

- 7\*\***
- a** Leg uit waarom de ballon gaat stijgen als de lucht warm genoeg is.
- door te verwarmen neemt de druk van de lucht in de ballon toe
  - de lucht stroomt naar buiten
  - de dichtheid van de lucht in de ballon is kleiner dan de dichtheid van de buitenlucht
  - de opwaartse kracht duwt de ballon omhoog
- b** Welke van de drie gaswetten gebruik je in je verklaring?
- de wet van Gay-Lussac: de temperatuur wordt hoger → de druk wordt hoger

### Gasdruk en aantal moleculen: de wet van Avogadro

- 8\*\***
- a** Bereken de nieuwe druk in de fietsband.
- nieuw aantal deeltjes:  $n_2 = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ mol}$
  - $n_1 = 1 \text{ mol}$  |  $p_1 = 2 \text{ bar}$  |  $n_2 = 1,5 \text{ mol}$  |  $p_2 = \dots \text{ bar}$
  - $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$
  - $\frac{2}{1} = \frac{p_2}{1,5}$  → kruislings vermenigvuldigen:  $1 \cdot p_2 = 2 \cdot 1,5$  →  $p_2 = 3 \text{ bar}$

**b** Hoeveel mol lucht moet je toevoegen?

•  $n_1 = 1,5 \text{ mol}$  |  $p_1 = 3 \text{ bar}$  |  $p_2 = 4,5 \text{ bar}$  |  $n_2 = \dots \text{ mol}$

•  $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$

•  $\frac{3}{1,5} = \frac{4,5}{n_2} \rightarrow$  kruislings vermenigvuldigen:  $3 \cdot n_2 = 1,5 \cdot 4,5 \rightarrow n_2 = 2,25 \text{ mol}$

• je moet  $2,25 - 1,5 = 0,75 \text{ mol}$  toevoegen

**c** Beredeneer of hierdoor de druk in de band groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

• de wet van Gay-Lussac: de temperatuur wordt hoger  $\rightarrow$  de druk wordt hoger

**9\*\***

**a** Leg met molecuultheorie uit waarom het een rechte lijn is

- aantal moleculen x keer zo groot
- aantal botsingen per seconde wordt x keer zo groot
- druk wordt x keer zo groot

**b** Leg met molecuultheorie uit waarom de lijn door de oorsprong gaat.

- geen moleculen in het vat
- geen botsingen  $\rightarrow$  geen druk

**10\*\*\***

**a** Beredeneer dat door het toevoegen van 300 mol  $\text{H}_2$  gas de druk in het vat 20 bar wordt.

- 4 keer zoveel gas in hetzelfde volume bij dezelfde temperatuur
- 4 keer zoveel druk

BEREKENING

•  $p_1 = 5,0 \text{ bar}$  |  $n_1 = 100 \text{ mol}$  |  $n_2 = 100 + 300 = 400 \text{ mol}$  |  $p_2 = \dots \text{ bar}$

•  $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$

•  $\frac{5,0}{100} = \frac{p_2}{400} \rightarrow p_2 = \frac{5,0 \cdot 400}{100} = 20 \text{ bar}$

**b** Hoe groot is de druk die het  $\text{N}_2$  gas uitoefent?

• druk  $\text{N}_2 = 5,0 \text{ bar}$

**c** Hoe groot is de druk die het  $\text{H}_2$  gas uitoefent?

• druk  $\text{O}_2 = 20 - 5 = 15 \text{ bar}$



- 11\*\*\*\***
- a** Bereken het aantal moleculen in 35 mol lucht.
- $1 \text{ mol} = 6,0 \cdot 10^{23} \rightarrow 35 \text{ mol} = 35 \cdot 6,0 \cdot 10^{23} = 2,1 \cdot 10^{25}$  moleculen
- b** Bereken de druk van het  $\text{N}_2$  gas en van het  $\text{O}_2$  gas.
- druk  $\text{N}_2$  gas:  $0,80 \cdot 1,75 = 1,40$  bar
  - druk  $\text{O}_2$  gas:  $0,20 \cdot 1,75 = 0,35$  bar
- c** Bereken de nieuwe druk.
- $p_1 = 1,75 \text{ bar} \mid n_1 = 35 \text{ mol} \mid n_2 = 50 \text{ mol} \mid p_2 = \dots \text{ bar}$
  - $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$
  - $\frac{1,75}{35} = \frac{p_2}{50} \rightarrow p_2 = \frac{1,75 \cdot 50}{35} = 2,5 \text{ bar}$

### Gasdruk en volume: de wet van Boyle

- 12\*\***
- a** Verklaar dit met behulp van atoomtheorie. Gebruik hierbij een tekening.
- als het gas wordt samengeperst zijn er evenveel moleculen in een kleiner volume
  - per vierkante meter oppervlak zijn er meer botsingen van de moleculen
  - per vierkante meter wordt de kracht door deze botsingen groter
  - hierdoor wordt de druk groter
- b** Verklaar dit met behulp van atoomtheorie. Gebruik hierbij een tekening.
- als er evenveel moleculen zijn in de helft van het volume wordt het aantal botsingen per vierkante meter twee keer zo groot
  - hierdoor wordt de kracht per vierkante meter (de druk) ook twee keer zo groot
- 13\***
- a** Wat wordt er bedoeld met het  $\sim$  teken?
- $\sim$  staat voor recht-evenredig
  - als de druk  $x$  keer zo groot wordt dan wordt  $1/V$  ook  $x$  keer zo groot
- b** Wat wordt er bedoeld met  $p_1$ ,  $V_1$ ,  $p_2$  en  $V_2$ ?
- $p_1$  en  $V_1$  zijn de druk en het volume in situatie 1
  - $p_2$  en  $V_2$  zijn de druk en het volume in situatie 2
- 14\*\***
- a** Leg uit waarom de stang minimaal 30 cm naar beneden moet drukken om lucht in de band te pompen.
- de druk in de fietsband is 2 keer zo groot als de buitendruk
  - om deze druk in de fietspomp te maken moet het volume twee keer zo klein worden gemaakt

- als de zuigerstang van 60 naar 30 cm gaat wordt de druk in de pomp 2 keer zo groot

OOK GOED

- $p_1 = 1 \text{ bar} \quad | \quad V_1 = 60 \cdot A \text{ cm}^3 \quad | \quad p_2 = 2 \text{ bar} \quad | \quad V_2 = \dots \cdot A \text{ cm}^3$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $1 \cdot 60 \cdot A = 2 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = 30 \cdot A$
- de zuigerstang moet 30 cm zijn verplaatst

**15\*\*** a Bereken de druk van het gas in stand 2.

- $p_1 = 1,5 \text{ bar} \quad | \quad V_1 = 4 \text{ liter} \quad | \quad V_2 = 1 \text{ liter} \quad | \quad p_2 = \dots \text{ bar}$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $1,5 \cdot 4 = p_2 \cdot 1 \rightarrow p_2 = 1,5 \cdot 4 = 6,0 \text{ bar}$

b Bereken de druk van het gas in stand 3.

- $p_1 = 1,5 \text{ bar} \quad | \quad V_1 = 4 \text{ liter} \quad | \quad V_2 = 2,5 \text{ liter} \quad | \quad p_2 = \dots \text{ bar}$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $1,5 \cdot 4 = p_2 \cdot 2,5 \rightarrow p_2 = \frac{1,5 \cdot 4}{2,5} = 2,4 \text{ bar}$

c Bereken de druk van het gas in stand 4.

- $p_1 = 1,5 \text{ bar} \quad | \quad V_1 = 4 \text{ liter} \quad | \quad V_2 = 5,5 \text{ liter} \quad | \quad p_2 = \dots \text{ bar}$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $1,5 \cdot 4 = p_2 \cdot 5,5 \rightarrow p_2 = \frac{1,5 \cdot 4}{5,5} = 1,09 \text{ bar}$

**16\*\*\*\*** a Waaruit blijkt dat de wet van Boyle:  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$  geldt voor het gas?

- bij een massa van 4 kg is de (zwaarte-)kracht en dus de druk twee keer zo groot als bij een massa van 2 kg
- aflezen: het volume bij 4 kg is de helft van het volume bij 2 kg
- de wet van Boyle geldt
- bij 6 kg wordt de druk 3x zo groot en het volume 3x zo klein  $\rightarrow$  klopt

b Op welke stand komt de zuiger als je er een gewicht van 1,5 kg op zet?

- zwaartekracht oefent druk uit  $\rightarrow p = \frac{F_z}{A} = \frac{m \cdot g}{A}$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \rightarrow \frac{m_1 \cdot g}{A} \cdot V_1 = \frac{m_2 \cdot g}{A} \cdot V_2$
- g en A komen links en rechts van het = teken voor  $\rightarrow$  wegstrepen
- $m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$
- $2 \cdot 6 = 1,5 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = \frac{2 \cdot 6}{1,5} = 8,0$
- de zuiger komt op streepje 8,0

c Hoeveel gewicht moet je op de zuiger zetten?

- gebruik:  $m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$
- $m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$
- $2 \cdot 6 = m_2 \cdot 5 \rightarrow m_2 = \frac{2 \cdot 6}{5} = 2,4 \text{ kg}$

**17\*\*\*** a Leg uit waarom het voor een duiker levensgevaarlijk is om zijn adem in te houden als hij omhoog zwemt.

- wet van Boyle:  $p \sim \frac{1}{V}$
- als de duiker zijn adem inhoudt en omhoog zwemt wordt de druk in zijn longen lager
- hierdoor neemt het volume toe

b Leg uit hoeveel het volume van de longen groter wordt als de duiker van 10 meter diepte naar de oppervlakte zwemt.

- de druk verandert van 2,0 bar naar 1,0 bar
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $2 \cdot V_1 = 1 \cdot V_2 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$
- het volume  $V_2$  van de longen wordt 2 keer zo groot

**18\*\*\*** a Bereken de druk van de band nadat de zuiger van de fietspomp één keer helemaal naar beneden is gedrukt.

- zuiger van de fietspomp één keer helemaal naar beneden is gedrukt is het aantal moleculen in de band 1,5 keer zo groot geworden (er is de helft bijgekomen)
- wet van Avogadro:  $p \sim n$
- $n$  wordt 1,5 keer zo groot  $\rightarrow p$  wordt ook 1,5 keer zo groot
- $p$  wordt 1,5 bar

b Leg uit waarom.

- het ventiel gaat pas open als de druk in de fietspomp meer dan 1,5 bar is
- in het begin is dat nog niet het geval

c Bereken de stand van de zuiger waarbij het ventiel open gaat.

- $p_1 = 1,0 \text{ bar} \mid V_1 = 3 \text{ liter} \mid p_2 = 1,5 \text{ bar} \mid V_2 = \dots \text{ liter}$
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
- $1 \cdot 3 = 1,5 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = \frac{1 \cdot 3}{1,5} = 2 \text{ liter}$
- $V_2$  is 2 liter wordt bereikt als de zuiger op streepje 1 staat

- d** Bereken de druk in de band voor de tweede keer helemaal naar beneden is gedrukt.
- zuiger van de fietspomp twee keer helemaal naar beneden is gedrukt is het aantal moleculen in de band 2 keer zo groot geworden (het aantal moleculen is verdubbeld)
  - wet van Avogadro:  $p \sim n$
  - $n$  wordt 2 keer zo groot  $\rightarrow$   $p$  wordt ook 2 keer zo groot
  - $p$  wordt 2,0 bar

- 19\*\*\***
- a** Leg met de wet van Boyle uit waarom er lucht en benzine naar binnen wordt gezogen als de zuiger naar beneden gaat.
- als de zuiger naar beneden beweegt wordt de druk in de cilinder kleiner dan de buitendruk
  - er ontstaat onderdruk in de zuiger
  - hierdoor stroomt er lucht en benzine naar binnen
- b** Leg met de wet van Boyle uit waarom de gasdruk toeneemt als de zuiger naar boven gaat.
- als de zuiger naar boven beweegt en de kleppen gesloten zijn wordt de lucht en benzine samengeperst in een kleiner volume
  - omdat  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$  wordt de druk groter
- c** Leg uit welke gaswetten een rol spelen in stap C.
- het aantal moleculen neemt toe  $\rightarrow$  wet van Avogadro:  $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$
  - de temperatuur neemt toe  $\rightarrow$  wet van Gay-Lussac:  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$
- d** Leg met de wet van Boyle uit waarom de verbrandingsgassen naar buiten worden geperst als de zuiger naar boven gaat.
- als de zuiger naar boven beweegt wordt de druk in de cilinder groter dan de buitendruk
  - er ontstaat overdruk in de zuiger
  - hierdoor stroomt er lucht en benzine naar buiten

- 20\*\*\***
- a** Hoe groot is de druk in vat 2 ?
- vat 2 bevat geen gas
  - geen botsingen met de wand
  - de druk is nul bar
- b** Leg dit uit.
- het gas verdeelt zich
  - zolang er overdruk heerst in vat 1 stroomt er gas van vat 1 naar vat 2
  - het stromen van gas stopt als de druk overal even groot is

- c Bereken de druk in de vaten als je de kraan hebt opengedraaid.
- kraan open: volume is  $5 + 15 = 20$  liter
  - $p_1 = 4,0$  bar |  $V_1 = 5$  liter |  $V_2 = 5 + 15 = 20$  liter |  $p_2 = \dots$  bar
  - $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
  - $4 \cdot 5 = p_2 \cdot 20 \rightarrow p_2 = \frac{4 \cdot 5}{20} = 1,0$  bar

- 21\*\*\*** a Bereken de druk in de vaten nadat je de kraan hebt opengedraaid.
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
  - gas in vat 1: volume wordt 2x zo groot  $\rightarrow$  druk wordt 2x zo klein = 1,0 bar
  - gas in vat 2: volume wordt 2x zo groot  $\rightarrow$  druk wordt 2x zo klein = 2,0 bar
  - totale druk:  $1,0 + 2,0 = 3,0$  bar
- b Bereken de druk van het  $O_2$  gas nadat je de kraan hebt opengedraaid.
- zie vraag a: druk  $O_2$  gas wordt 1,0 bar
  - zie vraag a: druk  $H_2$  gas wordt 2,0 bar

### Gasdruk en temperatuur: de wet van Gay-Lussac

- 22\*\*\*** a Bereken de diameter van de zuiger.
- oppervlakte cirkel  $\rightarrow A = \pi \cdot r^2$
  - $20 = \pi \cdot r^2 \rightarrow r^2 = \frac{20}{\pi} = 6,3662 \rightarrow r = \sqrt{6,3662} = 2,52313$  cm
  - $d = 2 \cdot r \rightarrow d = 2 \cdot 2,52313 = 5,0463 = 5,0$  cm
- b Bereken het volume van het afgesloten gas.
- inhoud cilinder  $\rightarrow V = A \cdot \ell$
  - $V = 20 \cdot 5 = 100$  cm<sup>3</sup>
- c Bereken de nieuwe zuigerstand  $\ell$ .
- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
  - $2,0 \cdot 100 = 0,50 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = 400$  cm<sup>3</sup>
  - $V = A \cdot \ell \rightarrow 400 = 20 \cdot \ell \rightarrow \ell = 20$  cm
- d Bereken de druk bij deze temperatuur.
- $p_1 = 0,50$  bar |  $T_1 = 300$  K |  $T_2 = 273 + 200 = 473$  K |  $p_2 = \dots$  bar
  - $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$
  - $\frac{0,50}{300} = \frac{p_2}{473} \rightarrow p_2 = \frac{0,50 \cdot 473}{300} = 0,7883 = 0,79$  bar

- 23\*\*\*** a Bereken de nieuwe druk van het gas.
- $p_1 = 1,0 \text{ bar}$  |  $T_1 = 12 + 273 = 285 \text{ K}$  |  $T_2 = 112 + 273 = 385 \text{ K}$  |  $p_2 = \dots \text{ bar}$
  - $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$
  - $\frac{1}{285,15} = \frac{p_2}{385,15} \rightarrow p_2 = \frac{1 \cdot 385,15}{285,15} = 1,35069 = 1,35 \text{ bar}$

b Bereken de kracht die nodig is om de zuiger op zijn plaats te houden.

- $A = 2,0 \text{ cm}^2 = \frac{2,0}{10000} = 0,0002 \text{ m}^2$
- overdruk  $\rightarrow p = 1,35 - 1 = 0,35 \text{ bar} = 35000 \text{ N/m}^2$
- $p = \frac{F}{A} \rightarrow 35000 = \frac{F}{0,0002} \rightarrow F = 7,0 \text{ N}$

**24\*\*\*** a Leg met molecuultheorie uit waarom bij gelijkblijvend volume de druk van een gas afneemt als de temperatuur lager wordt.

- als de temperatuur stijgt botsen de moleculen vaker en harder tegen de wand
- hierdoor stijgt de druk

b Bereken de temperatuur waarbij de druk in het vat 5000 Pa is.

- $p_1 = 3000 \text{ Pa}$  |  $T_1 = 500 \text{ K}$  |  $p_2 = 5000 \text{ Pa}$  |  $T_2 = \dots \text{ K}$
- $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$
- $\frac{3000}{500} = \frac{5000}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{500 \cdot 5000}{3000} = 833,33 = 833 \text{ K}$

c Teken in het (p, T)-diagram de grafieklijn voor dezelfde hoeveelheid gas in een vat van  $0,50 \text{ m}^3$ .

- vat heeft de helft van het volume
- de druk is steeds twee keer zo groot
- de grafiek is een rechte lijn door de oorsprong met twee keer zo veel druk

**25\*\*\*** a Leg uit of de druk in de bal hierdoor toeneemt, afneemt of gelijk blijft.

- het aantal moleculen neemt toe
- het volume blijft gelijk  $\rightarrow$  de druk neemt toe

b Bereken de nieuwe druk in de bal.

- $p_1 = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  |  $n_1 = 5 \text{ mol}$  |  $n_2 = 6 \text{ mol}$  |  $p_2 = \dots \text{ bar}$
- $\frac{p_1}{n_1} = \frac{p_2}{n_2}$

- $\frac{2,3 \cdot 10^5}{5} = \frac{p_2}{6} \rightarrow p_2 = \frac{6 \cdot 2,3 \cdot 10^5}{5} = 2,76 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

c Leg met molecuultheorie uit of de druk in de bal toeneemt of afneemt als de temperatuur lager wordt.

- als de temperatuur lager wordt is de snelheid van de moleculen lager
- moleculen botsen minder vaak en minder hard met de wanden
- de druk wordt lager

d Bereken de nieuwe druk in de bal.

- $p_1 = 2,76 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad | \quad T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K} \quad | \quad T_2 = -5 + 273 = 268 \text{ K}$

- $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

- $\frac{2,76 \cdot 10^5}{293,15} = \frac{p_2}{268,15} \rightarrow p_2 = \frac{268,15 \cdot 2,76 \cdot 10^5}{293,15} = 2,38 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

**26\*\*\*** a Teken in dit diagram de grafiek bij een temperatuur van 600 K als het volume van het vat niet is veranderd.

- $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

- $T_2$  is twee keer zo groot als  $T_1 \rightarrow p_2$  is twee keer zo groot als  $p_1$
- de grafiek voor  $p_2$  ligt boven de gegeven grafiek voor  $p_1$

b Teken in het diagram de grafiek bij een temperatuur van 600 K als het volume van het vat is gehalveerd.

- $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

- $V_2$  is de helft van  $V_1 \rightarrow p_2$  is twee keer zo groot als  $p_1$
- de grafiek voor  $p_2$  ligt boven de bij vraag a getekende grafiek voor  $p_1$

**27\*\*\*\*** a Leg uit wie er gelijk heeft, Tjerk, Alex of geen van beide.

- lucht zet uit als het warmer wordt
- warme lucht neemt meer volume in dan koude lucht  $\rightarrow$  Tjerk heeft gelijk

b Leg uit hoeveel kg lucht er uit de ballon moet stromen voordat de ballon opstijgt.

- opstijgen  $\rightarrow F_{\text{opwaarts}} = F_z \rightarrow F_{\text{opwaarts}} = m \cdot g \rightarrow F_{\text{opwaarts}} = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$

- Archimedes  $\rightarrow$  opwaartse kracht is gewicht van verplaatste gas

- $F_{z, \text{verplaatst}} = F_{\text{opw}} = 2943 \text{ N}$

- $2943 = m_{\text{verplaatst}} \cdot 9,81 \rightarrow m_{\text{verplaatst}} = \frac{2943}{9,81} = 300 \text{ kg}$