

### Opgave 1

---

Tja. Vraag het aan google en verschillende programmaatjes voor het omrekenen van eenheden duiken op. Wij gebruiken hier nog even de tabel met omrekenings-factoren (Binas).

a  $1 \text{ cm Hg} = 1,33322 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  dus  $7,5 \text{ cm Hg} = 7,5 \times 1,33322 \cdot 10^3 = \mathbf{1,00 \cdot 10^3 \text{ Pa}}$

b  $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  dus  $2,63 \text{ atm} = 2,63 \times 1,013 \cdot 10^5 = \mathbf{2,66 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

c  $1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  dus  $1,04 \text{ bar} = 1,04 \times 1 \cdot 10^5 = \mathbf{1,04 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

d  $1 \text{ mb} = 0,001 \text{ bar}$  dus  $978 \text{ mbar} = 978 \times 0,001 = \mathbf{0,978 \text{ bar}}$

$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  dus  $0,978 \text{ bar} = 0,978 \times 1 \cdot 10^5 = \mathbf{9,78 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$

e  $1 \text{ torr} = 1,33322 \cdot 10^2 \text{ Pa}$  dus  $758 \text{ torr} = 758 \times 1,33322 \cdot 10^2 = \mathbf{1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

Bij opgaven f en g moeten we zelf nadenken.

f  $4,5 \text{ N/cm}^2 = \dots \text{ Pa}$

We moeten hier bedenken dat  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Hier staat eigenlijk: 4,5 Newton per  $1 \text{ cm}^2$

Dat moet worden: Newton per  $1 \text{ m}^2$  Terwijl  $1 \text{ cm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$

Dus:  $4,5 \text{ N}/0,0001 \text{ m}^2 = 4,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = \mathbf{4,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$

g  $0,16 \text{ N/mm}^2 = \dots \text{ Pa}$ .

Nu moeten we  $\text{mm}^2$  omzetten naar  $\text{m}^2$

$1 \text{ mm}^2 = 0,000001 \text{ m}^2$  maar wel weer onder de deelstreep:

$$\frac{0,16 \text{ N}}{1 \text{ mm}^2} = \frac{0,16 \text{ N}}{0,000001 \text{ m}^2}$$

Dus:  $0,16 \text{ N}/0,000001 \text{ m}^2 = 0,16 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 = \mathbf{1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

---

### Opgave 2

---

Een vrachtwagen heeft een veel grotere massa en dus groter gewicht.

Door deze kracht te verdelen over een groter oppervlak (wielen) kan men de druk op het wegdek toch beperken. Hoe meer wielen des te lager de druk.

Opgave 3

---

Voor de persoon die staat is de druk op het ijs groter dan voor de persoon die ligt. Deze verdeelt zijn gewicht over een groter oppervlak.

---

Opgave 4

---

Gegeven:  $m = 456 \text{ g}$ ,  $A = 26 \text{ cm}^2$ .

Gevraagd:  $p$ .

Oplissing:  $p = F/A$   $F$  in Newton:  $F = 0,456 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 4,47 \text{ N}$

$A$  in  $\text{m}^2$ :  $26 \text{ cm}^2 / 10000 = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$$\frac{4,47 \text{ N}}{0,0026 \text{ m}^2} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

---

Opgave 5

---

Gegeven:  $p = 13,6 \text{ Pa}$ ,  $F = 57 \text{ N}$ .

Gevraagd:  $A$ .

Oplissing:  $A = F/p \rightarrow A = \frac{57 \text{ N}}{13,6 \text{ N/m}^2} = 4,2 \text{ m}^2$

---

Opgave 6

---

Gegeven:  $p = 335 \text{ Pa}$ ,  $A = 38 \text{ dm}^2$ .

Gevraagd:  $F$

Oplissing:  $F = p \cdot A$  met  $A$  in  $\text{m}^2 \rightarrow A = 38 / 100 = 0,38 \text{ m}^2$

$$F = 335 \text{ N/m}^2 \times 0,38 \text{ m}^2 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ N} \quad (0,13 \text{ kN})$$

---

Opgave 7

---

Schaatser

Gegeven:  $m = 75 \text{ kg}$ ,  $A = 0,40 \text{ cm}^2$ .

Gevraagd:  $p$

Oplissing:  $p = F/A$  met  $A$  in  $\text{m}^2$  en  $F$  is het gewicht van de schaatser in N.

$$F = G = 75 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 736 \text{ N}$$
$$A = 0,40 / 10000 = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$p = \frac{736 \text{ N}}{4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = 1,8 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

Opgave 8

De rails ligt op bielzen. Dat zijn dwarsliggers. Deze bielzen liggen op een zandbed. Het enorme gewicht van een trein wordt zo over een groot oppervlak verdeeld. De *druk* op de ondergrond is daardoor niet zo groot.

Opgave 9

Zwemvliezen hebben een groter oppervlak dan tenen zonder zwemvliezen. De *druk* die de vogelpoten op de drassige ondergrond uitoefent is daardoor gering.

Opgave 10

Een blok koper.

*Gegeven:* Blokje Cu van 12,3 × 7,8 × 4,2 cm.

*Gevraagd:* a Grootste druk op de tafel.  
b Kleinste druk.

*Oplossing:*  $p = G / A$  met  $A$  in  $m^2$ .

$G$  kunnen we berekenen met:  $G = m \cdot g$

$m$  kunnen we bereken met:  $m = V \cdot \rho$

Voor de grootste druk delen we  $G$  door het kleinste oppervlak ( $A_1$ ) waarop het blokje kan liggen.

Voor de kleinste druk delen we  $G$  door het grootste oppervlak ( $A_2$ )

De gevonden dichtheid van koper  $8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

$$A_1 = 0,078 \text{ m} \times 0,042 \text{ m} = 0,00328 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,078 \text{ m} \times 0,123 \text{ m} = 0,00959 \text{ m}^2$$

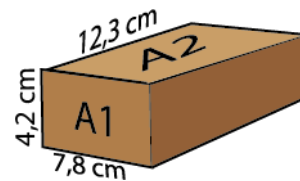
$$V = 0,078 \text{ m} \times 0,123 \text{ m} \times 0,042 \text{ m} = 4,029 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m = 4,029 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = 3,61 \text{ kg}$$

$$G = 3,61 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 35,4 \text{ N}$$

$$\text{a Grootste druk: } \frac{35,4 \text{ N}}{0,00328 \text{ m}^2} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{b Kleinste druk: } \frac{35,4 \text{ N}}{0,00959 \text{ m}^2} = 3,7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$



Opgave 11

*Gegeven:*  $p = 62,4 \text{ Pa}$ ,  $A = 23,4 \text{ cm}^2$ .

*Gevraagd:*  $F$

*Oplossing:*  $F = p \cdot A$  met  $A$  in  $m^2$   $A = 23,4 / 10000 = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$$\rightarrow F = 62,4 \text{ N/m}^2 \times 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 0,146 \text{ N}$$

Opgave 12

Bekerglas met water.

*Gegeven:* 240 mL water in een bekeerglas.

*Gevraagd:*  $F$  op de bodem.

*Oplossing:*  $F = G = m \cdot g$ .

De massa in kg van 240 mL water:  $240 \cdot 10^{-6} \text{ L} \times 998 \text{ kg/m}^3 = 0,240 \text{ kg}$ .

$F = G = 0,240 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,35 \text{ N}}$

Opgave 13

Conservenblik (vruchtensap)

*Gegeven:* vloeistof  $h = 11,0 \text{ cm}$ ,  $\rho = 1,25 \text{ g/cm}^3$ .

*Gevraagd:*  $p$  op de bodem.

*Oplossing:*  $p = h \cdot \rho \cdot g$ .

$h = 0,11 \text{ m}$ ;  $\rho = 1,25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$   $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$p = 0,11 \text{ m} \times 1,25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,35 \cdot 10^3 \text{ Pa}}$

Opgave 14

Conservenblik (water)

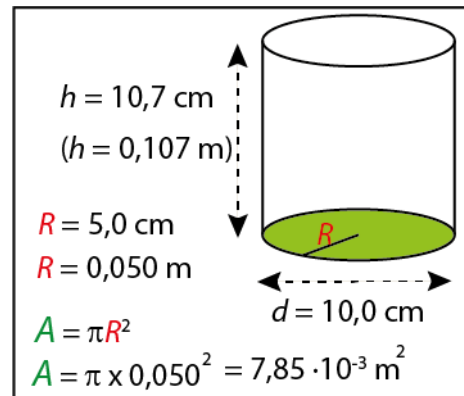
*Gegeven:* waterhoogte  $h = 10,7 \text{ cm}$ ,  $\rho = 0,998 \text{ g/cm}^3$ ,  
diameter bodem:  $10,0 \text{ cm}$ .

*Gevraagd:* a  $F$  op de bodem  
b  $p$  op de bodem  
c  $m$ (water).

*Oplossing:*  $F = G = m \cdot g$  en dus:  $F = h \cdot A \cdot \rho \cdot g$

$p = h \cdot \rho \cdot g$  of:  $p = F/A$

$m = V \cdot \rho$  en dus:  $h \cdot A \cdot \rho$



a  $F = h \cdot A \cdot \rho \cdot g \rightarrow F = 0,107 \text{ m} \times 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{8,23 \text{ N}}$

b  $p = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow p = 0,107 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,05 \cdot 10^3 \text{ Pa}}$

c  $m = h \cdot A \cdot \rho \rightarrow m = 0,107 \text{ m} \times 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{0,838 \text{ kg}}$

Opgave 15

Bekerglas

*Gegeven:* watervolume  $V = 200 \text{ mL}$ ,  $\rho = 0,998 \text{ g/cm}^3$ , diameter bodem:  $6,0 \text{ cm}$ .

*Gevraagd:* a  $F$  op de bodem  
b  $p$  op de bodem

c hoogte water

Oplossing:  $F = G = m \cdot g$  en dus:  $F = V \cdot \rho \cdot g$

$p = h \cdot \rho \cdot g$  of:  $p = F/A$

$V = h \cdot A$ , dus  $h = V/A$

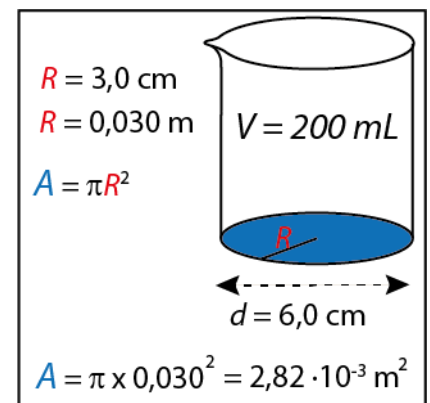
a  $F = V \cdot \rho \cdot g$

$$\rightarrow F = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,96 \text{ N}}$$

b  $p = F/A \rightarrow p = 1,96 \text{ N} / 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = \mathbf{6,9 \cdot 10^2 \text{ Pa}}$

c  $h = V/A \rightarrow h = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 =$

$$\mathbf{7,1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \text{ (7,1 cm)}}$$




---

### Opgave 16

---

Zwembad

Gegeven: zwembad:  $L = 25 \text{ m}$ ;  $b = 12 \text{ m}$ ;  $h = 3,0 \text{ m}$ .

Gevraagd: a  $F$  op de bodem, b  $F$  op de zijvlakken,  $p$  op de bodem,  $p$  halve hoogte.

Oplossing:  $F = h \cdot A \cdot \rho \cdot g$  en  $p = h \cdot \rho \cdot g$

$$\rho = 998 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Het bodemoppervlak is:  $25 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 300 \text{ m}^2$

a  $F = 3,0 \text{ m} \times 300 \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{8,8 \cdot 10^6 \text{ N}}$

Voor de kracht op de zijvlakken rekenen we met de **gemiddelde hoogte**, dat is de halve hoogte. De oppervlakken zijn:

$$A_1 = 3,0 \times 12 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 3,0 \times 25 = 75 \text{ m}^2$$

b  $F_1 = 1,5 \text{ m} \times 36 \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{5,3 \cdot 10^5 \text{ N}}$

$$F_2 = 1,5 \text{ m} \times 75 \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,1 \cdot 10^6 \text{ N}}$$

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

$$p = 3,0 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$$

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

$$p = \mathbf{1,5 \text{ m}} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$$

---

### Opgave 17

---

In een horizontaal oppervlak in de vloeistof is overal de druk even groot. Anders zou er vloeistof verplaatsen tot er geen drukverschillen meer zijn.

De vloeistofkolom moet dan ook in elk punt even groot zijn, zolang het dezelfde vloeistof is tenminste.

---

### Opgave 18

---

Nee.

Dat de druk in alle richtingen gelijk is komt doordat de vloeistofdeeltjes vrij kunnen bewegen.

In een vaste stof is dat niet mogelijk. Maar weer wel in een gas.

---

### Opgave 19

---

#### U-buis

- a Volgens de wet van Pascal zal de druk in alle richtingen met dezelfde waarde toenemen. Op een zuiger in het rechterbeen is daardoor de druk even groot als op een zuiger in het linkerbeen. Dus  $p = \mathbf{20 \text{ kPa}}$ .
- b  $F = p \cdot A$   
 $F = 2,0 \cdot 10^4 \text{ Pa} \times 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = \mathbf{20 \text{ N}}$
- 

### Opgave 20

---

#### Injectiespuit

*Gegeven:* injectiespuit, naaldopening:  $0,014 \text{ cm}^2$ ; zuiger:  $A = 0,95 \text{ cm}^2$ ;  $16 \text{ kPa}$  druk nodig in de opening.

*Gevraagd:*  $F$  op de zuiger

*Oplossing:*  $F = p \cdot A$ , de uitgeoefende druk is overal even groot

$$F = 1,6 \cdot 10^4 \text{ Pa} \times 0,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = \mathbf{1,5 \text{ N}}$$

---

### Opgave 21

---

#### U-buis

- a Nee. De U-buis moet open einden hebben.
- b Ja. De hydrostatische druk wordt alleen veroorzaakt door de vloeistof.
- c Nee, dat hoeft niet. Vloeistofoppervlakken zullen niet even hoog staan als er geen open einden zijn aan de buizen, of als de soort vloeistof niet gelijk is in de verschillende buizen.
- 

### Opgave 22

---

#### Koffieketel.

- a Een peilglas staat in verbinding met het hoofdvat. De vloeistof staat in het peilglas even hoog als in het hoofdvat.
- b De luchtdruk boven de vloeistof moet gelijk zijn in het peilglas en in het hoofdvat. Dus moet er een open verbinding zijn.
- 

### Opgave 23

---

Hout dat op het water drijft.

*Gegeven:*  $150 \text{ cm}^3$  hout bevindt zich onder water.

- a Hoe groot is het gewicht van de verplaatste vloeistof?

Er wordt  $150 \text{ cm}^3$  water verplaatst.  $G = m \cdot g$ . Waarbij  $m = V \cdot \rho$

$$m = V \cdot \rho \rightarrow m = 150 \text{ mL} \times 1,00 \text{ g/mL} = 150 \text{ g} \rightarrow 0,150 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g \rightarrow G = 0,150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,47 \text{ N}}$$

- b Hoe groot is het gewicht van het hout. Het stuk hout is rustig aan het drijven: alle krachten heffen elkaar op. De opwaartse kracht moet daarom even groot zijn als het gewicht van het hout.

Het hout weegt daarom **1,47 N**

---

### Opgave 24

---

IJzeren voorwerp in het water.

*Gegeven:* 200 cm<sup>3</sup> ijzer bevindt zich onder water.

*Gevraagd:* opwaartse kracht.

*Oplossing:*  $F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g$

De opwaartse kracht wordt veroorzaakt door het verplaatste water.

Er is geen temperatuur gegeven, we gebruiken voor de dichtheid van water 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Het volume is 0,200 L is  $2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$$F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,96 \text{ N}}$$

Misschien vind je het gemakkelijker om te redeneren: er wordt 200 g water opzij geduwd.

Dat is 0,200 kg. De opwaartse kracht is dan:  $0,200 \times 9,81 = 1,96 \text{ N}$ .

---

### Opgave 25

---

Voorwerp in siliconenolie.

*Gegeven:* voorwerp van 59 dm<sup>3</sup> ondergedompeld in siliconenolie.

$$\rho_{\text{siliconenolie}} = 0,76 \text{ g/cm}^3.$$

*Gevraagd:* opwaartse kracht.

*Oplossing:* Elke vloeistof (trouwens: ook elk gas) levert een opwaartse kracht aan ondergedompelde lichamen.

$$\text{En de berekening is steeds: } F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g$$

$$\text{In dit geval dan: } V = 59 \text{ dm}^3 \rightarrow 59 \cdot 10^{-3} = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{siliconenolie}} = 0,76 \text{ g/cm}^3 \rightarrow 760 \text{ kg/m}^3$$

$$F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \times 760 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{4,4 \cdot 10^2 \text{ N}}$$

---

### Opgave 26

---

Voorwerp in alcohol krijgt een opwaartse kracht.

*Gegeven:* Voorwerp ondergedompeld in alcohol

$$F_{opw} = 3,67 \text{ N}$$

*Gevraagd:* Volume

*Oplossing:* Dichtheid alcohol (opzoeken, bijv. Binas):  $8,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

Berekening:  $F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g$

$$F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow V \text{ m}^3 \times 8,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 3,67 \text{ N} \rightarrow V = \mathbf{4,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}$$

---

### Opgave 27

---

*Gegeven:* Voorwerp met  $V = 93 \text{ cm}^3$  heeft een vloeistof een opwaartse kracht van: 0,96 N

*Gevraagd:*  $\rho_{\text{vloeistof}}$

*Oplossing:*  $F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow \rho$  is de enige onbekende.

$$V = 93 \text{ cm}^3 = 93 \cdot 10^{-6} = 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{opw} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \times \rho \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,96 \text{ N}$$

$$\rho_{\text{vloeistof}} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \mathbf{1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$$

---

### Opgave 28

---

- a In een nauwere buis is de capillaire stijging *groter*.  
Het gaat dan wel over water in een glazen buis. Als de vloeistof en vaste stof elkaar afstoten dan hoeft dit niet het geval te zijn.
- b *Cohesie*.  
En de aantrekking tussen moleculen van verschillende soort: *adhesie*.

---

### Opgave 29

---

Bij een bolle meniscus is de *cohesie* sterker dan de *adhesie*. De moleculen van dezelfde soort houden elkaar steviger vast dan dat ze de vaste stof vasthouden.

---

### Opgave 30

---

Water heeft een holle meniscus in glas doordat de watermoleculen sterk worden aangetrokken door het glas. Glas is een zeer polair materiaal. Moleculen water zijn ook erg polair.

---

### Opgave 31

---

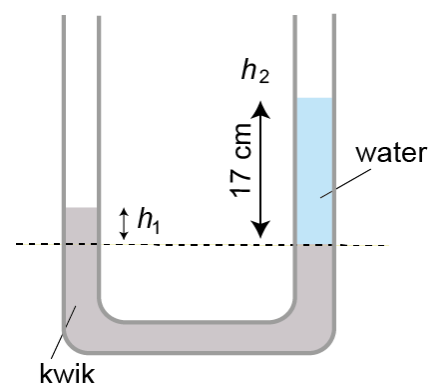
Communicerende vaten (U-buis) met kwik.

*Gegeven:* In het rechterbeen wordt 17,0 cm water op het kwik gegoten.

*Gevraagd:* Hoogteverschil tussen de kwik-niveaus?

*Oplossing:*

In het linkerbeen zal het kwik iets stijgen totdat de hydrostatische druk van het kwik links, gelijk is aan de druk van het water rechts.





Gevraagd wordt dus  $h_1$  in de afbeelding.

In ieder horizontaal vlak is de druk hetzelfde. In het vlak van de zwarte stippellijn is dus ook links en rechts de hydrostatische druk gelijk.

Links:  $p = h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} \cdot g$                       Rechts:  $p = h_2 \cdot \rho_{\text{water}} \cdot g$

Stel beide drukken aan elkaar gelijk en streep g weg:

$$h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} \cdot \cancel{g} = h_2 \cdot \rho_{\text{water}} \cdot \cancel{g} \rightarrow h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} = h_2 \cdot \rho_{\text{water}}$$

Aan beide kanten dezelfde eenheden, dichtheid water: 0,998 g/mL:

$$h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} = h_2 \cdot \rho_{\text{water}} \rightarrow h_1 \times 13,5 = 17,0 \times 0,998 \rightarrow \mathbf{h_1 = 1,26 \text{ cm}}$$

### Opgave 32

U-buis met kwik.

*Gegeven:* Rechts wordt 32,4 cm water op het kwik gegoten,  
 links wordt 15,6 cm olie opgegoten ( $\rho_{\text{olie}} = 0,806 \text{ g/cm}^3$ ).

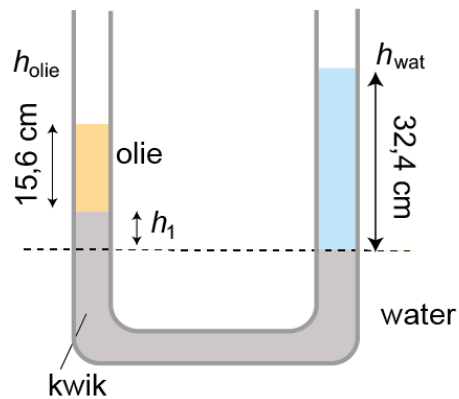
*Gevraagd:* hoogteverschil tussen de kwik-niveaus?

*Oplossing:*

De waterkolom is zwaarder dan de oliekolom. Rechts daalt het kwik en links gaat het kwik omhoog.

In ieder horizontaal vlak is de druk hetzelfde. In het vlak van de zwarte stippellijn is dus ook links en rechts de hydrostatische druk gelijk.

Gevraagd wordt dus  $h_1$  in de afbeelding.



Links:  $p = h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} \cdot g + h_{\text{olie}} \cdot \rho_{\text{olie}} \cdot g$

Rechts:  $p = h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot g$

Stel beide drukken aan elkaar gelijk en streep g weg:

$$h_1 \cdot \rho_{\text{kwik}} + h_{\text{olie}} \cdot \rho_{\text{olie}} = h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{water}}$$

Aan beide kanten dezelfde eenheden, dichtheid water: 0,998 g/mL:

$$h_1 \times 13,5 + 15,6 \times 0,806 = 32,4 \times 0,998$$

$$h_1 \times 13,5 + 12,6 = 32,3 \rightarrow \mathbf{h_1 = 1,46 \text{ cm}}$$

### Opgave 33

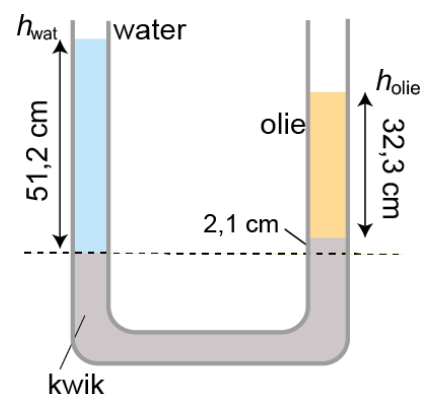
U-buis met kwik, water en olie.

*Gegeven:* Rechts wordt 32,3 cm olie op het kwik gegoten,  
 links staat 51,2 cm water.  
 Het verschil tussen de kwikniveaus wordt: 2,1 cm.

*Gevraagd:* Dichtheid van de olie?

*Oplossing:*

De waterkolom is zwaarder dan de oliekolom. Links daalt het kwik en rechts gaat het kwik iets omhoog.



We kiezen de onderkant van de waterkolom als horizontaal vlak. Links en rechts is weer de hydrostatische druk gelijk.

Stel weer beide drukken aan elkaar gelijk en streep g weg:

$$h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{water}} = h_{\text{kwik}} \cdot \rho_{\text{kwik}} + h_{\text{olie}} \cdot \rho_{\text{olie}}$$

$$51,2 \times 0,998 = 2,1 \times 13,5 + 32,4 \times \rho_{\text{olie}}$$

$$51,1 = 26,4 + 32,4 \times \rho_{\text{olie}} \rightarrow \rho_{\text{olie}} = \mathbf{0,70 \text{ g/cm}^3}$$

### Opgave 34

U-buis met glycerol.

*Gegeven:* Rechts wordt 5,7 cm water op de glycerol gegoten.

*Gevraagd:* Wat wordt het hoogteverschil tussen de glycerolniveaus?

*Oplossing:* Het water duwt de glycerol links iets omhoog.

We kiezen de onderkant van de waterkolom als horizontaal vlak. Links en rechts is weer de hydrostatische druk gelijk.

Stel weer beide drukken aan elkaar gelijk en streep g weg.

De dichtheid van glycerol zoeken we op:  $\rho_{\text{glycerol}} = 1,26 \text{ g/cm}^3$

$$h_{\text{glycerol}} \cdot \rho_{\text{glycerol}} = h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{water}}$$

$$h_{\text{glycerol}} \times 1,26 = 5,7 \times 0,998 \rightarrow h_{\text{glycerol}} = \mathbf{4,5 \text{ cm}}$$

### Opgave 35

U-buis met kwik, water en glycerol.

*Gegeven:* rechts wordt 14,3 cm water op het kwik gegoten

links wordt 17,4 cm glycerol op het kwik gegoten

het verschil tussen de kwikniveaus wordt: 2,1 cm.

*Gevraagd:* a hoogteverschil kwikniveaus?

*Oplossing:*

De glycerol is zwaarder dan het water.

Dichtheid glycerol (opzoeken): 1,26 g/mL,  $h$ : 17,4 cm

Water: 0,998 g/mL en  $h$  = 14,3 cm.

Dus links daalt het kwik en rechts gaat het kwik iets omhoog.

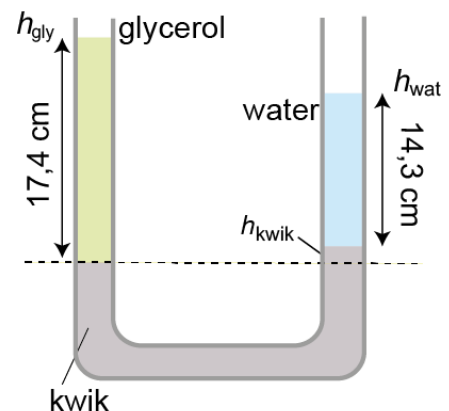
We kiezen de onderkant van de glycerolkolom als horizontaal vlak. Links en rechts is weer de hydrostatische druk gelijk.

Stel weer beide drukken aan elkaar gelijk en streep g weg:

$$h_{\text{gy}} \cdot \rho_{\text{gly}} = h_{\text{kwik}} \cdot \rho_{\text{kwik}} + h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{water}}$$

$$17,4 \times 1,26 = h_{\text{kwik}} \times 13,5 + 14,3 \times 0,998$$

$$21,9 = h_{\text{kwik}} \times 13,5 + 14,27 \rightarrow h_{\text{kwik}} = \mathbf{0,567 \text{ cm}}$$



**Gevraagd:** b hoogteverschil water- glycerol?

**Oplossing:** Vanaf het horizontale vlak (stippellijn in de afbeelding) meten we:

glycerol: 17,4 cm

water: 0,565 cm + 14,3 cm = 14,9 cm

hoogteverschil water- glycerol dus: 17,4 – 14,9 = **2,5 cm**

### Opgave 36

Omgekeerde U-buis.

**Gegeven:**

Linker buis staat in een bekglas met water. Rechter buis in een bekglas met vloeistof X.

We zuigen de vloeistoffen op en meten de stijghoogten: 26,8 cm voor water en 33,2 cm voor X.

**Gevraagd:** dichtheid van X?

**Oplossing:**

Onderaan elke vloeistofkolom is de druk gelijk aan de luchtdruk:

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

$p_b$  luchtdruk (Pa)

$p$  druk boven de vloeistoffen (Pa)

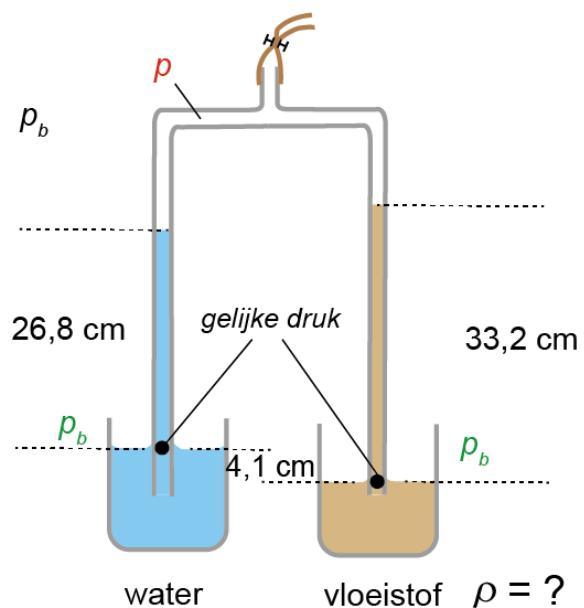
We mogen dus de druk aan de onderzijden van de kolommen gelijkstellen:

$$h_{\text{water}} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot g + p = h_X \cdot \rho_X \cdot g + p$$

We kunnen  $p$  aan elke kant van het = teken weghalen en daarna  $g$  wegdelen:

$h_{\text{water}} \cdot \rho_{\text{water}} = h_X \cdot \rho_X$  *aan beide zijden dezelfde eenheden gebruiken:*

$$26,8 \text{ cm} \times 0,998 \text{ g/cm}^3 = 33,2 \text{ cm} \cdot \rho_X \text{ g/cm}^3 \rightarrow \rho_X = 26,8 \times 0,998 / 33,2 = \mathbf{0,806 \text{ g/cm}^3}$$



### Opgave 37

Kubus onder water

**Gegeven:** ribbe: 10,0 cm,  $h$  bovenkant tot wateroppervlak: 8,0 cm

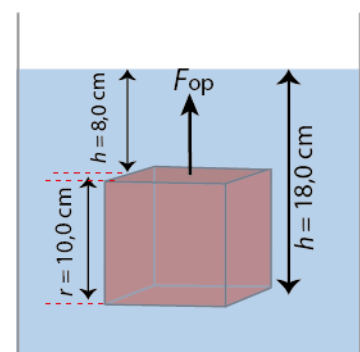
**Gevraagd:** a  $F_{\text{hydrostat}}$  op bovenkant

b  $F_{\text{hydrostat}}$  op onderkant

c  $F_{\text{op}}$  volgens Archimedes

d Vergelijk  $F_{\text{hydrostat}}$  onder -  $F_{\text{hydrostat}}$  boven met  $F_{\text{op}}$  volgens Archimedes

**Oplossing:**



- a  $A = 0,10 \text{ m} \cdot 0,10 \text{ m} = 0,010 \text{ m}^2$   
 $F_{\text{hydrostat onder}} = h \cdot A \cdot \rho \cdot g$   
 $0,080 \text{ m} \times 0,010 \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{7,8 \text{ N}}$
- b  $F_{\text{hydrostat boven}} = h \cdot A \cdot \rho \cdot g$   
 $0,180 \text{ m} \times 0,010 \text{ m}^2 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{17,6 \text{ N}}$
- c  $F_{\text{op}}$  volgens Archimedes:  $F_{\text{opw}} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow$   
 $0,0010 \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{9,8 \text{ N}}$
- d Hydrostatisch verschil in kracht omlaag (boven) en omhoog (onder):  
 $17,6 \text{ N} - 7,8 \text{ N} = 9,8 \text{ N}$

*Opwaartse kracht hydrostatisch even groot als  $F_{\text{op}}$  volgens Archimedes.*

---

### Opgave 38

---

*Gegeven:* auto 970 kg, contactoppervlak elk wiel: 12 cm<sup>2</sup>.

*Gevraagd:* druk van een wiel op het wegdek.

*Oplossing:*

We nemen aan dat elk wiel gelijk belast wordt.

$$G = m \cdot g \rightarrow G = 970 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,52 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Dat is per wiel:  $9,52 \cdot 10^3 \text{ N} / 4 = 2,38 \cdot 10^3 \text{ N}$

$$\text{De druk is dan: } p = F/A \rightarrow p = 2,38 \cdot 10^3 \text{ N} / 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = \mathbf{2,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}}$$

---

### Opgave 39

---

*Gegeven:* Werkbank van 1400 kg, vier poten met elk een contactoppervlak van contactoppervlak van 45 cm<sup>2</sup>.

*Gevraagd:* a Druk van elke poot op de vloer.

b Hoe groot moeten 4 verdeelplaten zijn om de belasting per poot maximaal 50 N/cm<sup>2</sup> te laten zijn?

*Oplossing:*

a  $p = F/A$  en  $F = m \cdot g$

$$F = m \cdot g \rightarrow F = 1400 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,37 \cdot 10^4 \text{ N per poot: } \mathbf{3,43 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

$$p = F/A \rightarrow p = 3,43 \cdot 10^3 \text{ N} / 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = \mathbf{7,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

b 50 N/cm<sup>2</sup>  $\rightarrow 5,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  dit is de maximale druk per poot

$$p = F/A \rightarrow 5,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = \mathbf{3,43 \cdot 10^3 \text{ N}} / A \text{ m}^2 \rightarrow A = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \rightarrow \mathbf{69 \text{ cm}^2}$$

---

### Opgave 40

---

*Gegeven:* Horizontaal raam van 1,0 m<sup>2</sup>, hierop staat een laagje water van 1,0 cm hoog.

*Gevraagd:* Waterdruk?

*Oplossing:*  $p = F/A$  en  $F = m \cdot g$  en  $m = V \cdot \rho$

$$V = 1,0 \text{ m}^2 \times 0,010 \text{ m} = 0,010 \text{ m}^3$$

$$m = 0,010 \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 = 9,98 \text{ kg}$$

$$F = G = m \cdot g \rightarrow G = 9,98 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 97,9 \text{ N}$$

$$p = F/A \rightarrow p = 97,9 \text{ N} / 1,0 \text{ m}^2 = \mathbf{98 \text{ Pa}}$$

---

### Opgave 41

---

In een groot vat staat water 5,0 m hoog. Van de bodem van het vat gaat een luchtbel opstijgen. De druk van de buitenlucht bedraagt 1013 mbar.

a *Hoe groot is op de bodem de hydrostatische druk op de luchtbel?*

$$p = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow p = 5,0 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{4,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$$

b *Hoe groot is op de bodem de totale druk op de luchtbel?*

$$p = p_{\text{hydro}} + p_{\text{lucht}} \quad 1013 \text{ mbar} = 1013 \times 100 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p = 4,9 \cdot 10^4 + 1,013 \cdot 10^5 = \mathbf{1,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

c *Hoe groot is halverwege het vloeistofoppervlak de hydrostatische druk op de luchtbel?*

$$p = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow p = 2,5 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,4 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$$

d *Hoe groot is halverwege het vloeistofoppervlak de totale druk op de luchtbel?*

$$p = p_{\text{hydro}} + p_{\text{lucht}} \rightarrow p = 2,4 \cdot 10^4 + 1,013 \cdot 10^5 = \mathbf{1,26 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

e *Hoe groot is aan het vloeistofoppervlak de totale druk op de luchtbel?*

Gelijk aan de luchtdruk dus:  $\mathbf{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

f *Hoe verandert het volume van de luchtbel tijdens het stijgen?*

Steeds groter. (En wel: omgekeerd evenredig met de druk)

---

### Opgave 42

---

*Gegeven:* Buis met 20 cm water + 40 cm olie ( $\rho_{\text{olie}} = 0,810 \text{ g/cm}^3$ ).

*Gevraagd:* Totale hydrostatische druk?

*Oplossing:*  $p = h_{\text{wat}} \cdot \rho_{\text{wat}} \cdot g + h_{\text{olie}} \cdot \rho_{\text{olie}} \cdot g$

$$p = 1,20 \times 998 \times 9,81 + 0,40 \times 810 \times 9,81 = \mathbf{1,49 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$$

---

### Opgave 43

---

*Gegeven:* Sluisdeur met aan één kant zoet water en de andere kant zout water, zoet water ( $\rho = 0,99 \text{ g/cm}^3$ ) staat 2,5 m hoog, zoutwater ( $\rho = 1,03 \text{ g/cm}^3$ ) staat 3,0 m hoog. De sluisdeuren zijn 8,0 m breed en 4,0 m hoog.

*Gevraagd:* resulterende hydrostatische kracht?

*Oplossing:*  $F = h \cdot A \cdot \rho \cdot g$   $A_{\text{zoet}} = 8,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$

$$F_{\text{zoet}} = 1,25 \text{ m} \times 20 \text{ m}^2 \times 990 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{zoet}} = 1,25 \times 20 \times 990 \times 9,81 = 2,43 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$A_{\text{zout}} = 8,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{zout}} = 1,5 \text{ m} \times 24 \text{ m}^2 \times 1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{zout}} = 1,5 \times 24 \times 1,03 \cdot 10^3 \times 9,81 = 3,64 \cdot 10^5 \text{ N}$$

De krachten werken tegen elkaar in. De resultante is het verschil:

$$3,64 \cdot 10^5 \text{ N} - 2,43 \cdot 10^5 \text{ N} = \mathbf{1,2 \cdot 10^5 \text{ N}}$$

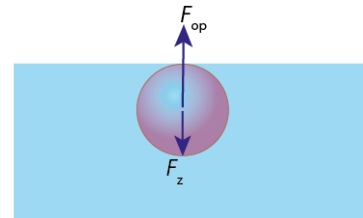
---

### Opgave 44

---

*Gegeven:* Strandbal 500 g, volume: 12,0 L.

*Gevraagd:* Kracht nodig om de bal onder water te houden?



*Oplossing:*  $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,50 \times 9,81 = 4,91 \text{ N}$

$F_{\text{op}} = V \cdot \rho \cdot g$  met dichtheid zeewater:  $1024 \text{ kg/m}^3$  en  $V = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$

$$F_{\text{op}} = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \times 1024 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 121 \text{ N}$$

$$R = 121 \text{ N} - 4,9 \text{ N} = 116 \text{ N omhoog.}$$

We moeten dus met tenminste een kracht van **116 N** omlaag duwen.

---

### Opgave 45

---

*Gegeven:* Voorwerp 280 g, volume:  $200 \text{ cm}^3$  ondergedompeld in water.

*Gevraagd:* a  $F_z$

b  $F_{\text{op}}$

c Zinken, zweven of drijven?

*Oplossing:* a  $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,280 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,75 \text{ N}}$

b  $F_{\text{op}} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow F_{\text{op}} = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$

$$F_{\text{op}} = 2,00 \cdot 10^{-4} \times 998 \times 9,81 = \mathbf{1,96 \text{ N}}$$

c  $F_z > F_{\text{op}}$  dus: zinken

---

### Opgave 46

---

Zwevend ei

*Gegeven:* Ei,  $m = 24 \text{ g}$ , zweeft in zout water ( $\rho = 1,02 \text{ g/cm}^3$ )

*Gevraagd:*  $V_{\text{ei}}$ ?

*Oplossing:*  $F_z = F_{\text{op}}$

$$F_z = m_{ei} \cdot g \text{ en } F_{op} = V_{ei} \cdot \rho_{zoutwater} \cdot g \rightarrow m_{ei} \cdot g = V_{ei} \cdot \rho_{zoutwater} \cdot g \rightarrow$$

$$m_{ei} = V_{ei} \cdot \rho_{zoutwater} \rightarrow 0,024 \text{ kg} = V_{ei} \times 1,02 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \rightarrow V_{ei} = 2,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{ei} = \mathbf{23,5 \text{ cm}^3}$$

Een heel verhaal als je de formele weg bewandelt. Maar je kunt ook inzien dat het *schijnbaar massaverlies* door de onderdempeling bij zweven precies even groot is als de massa verplaatste vloeistof.

Het ei verplaatst 24 g zout water.  $V_{ei} = 24 \text{ g} / 1,02 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{23,5 \text{ cm}^3}$ .

### Opgave 47

Een schip.

*Gegeven:*  $m = 17 \text{ ton}$ , drijft op zeewater ( $\rho_{zee} = 1,024 \text{ g/cm}^3$ )

*Gevraagd:* a Waterverplaatsing op zee?

b Waterverplaatsing op zoet water ( $\rho_{zoet} = 0,998 \text{ g/cm}^3$ )?

*Oplossing:*  $m = 17 \text{ ton}$ , dat is:  $1,7 \cdot 10^4 \text{ kg}$

a  $F_z = F_{op}$

$$F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 1,7 \cdot 10^4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,67 \cdot 10^5 \text{ N}}$$

$$F_{op} = V \cdot \rho_{zee} \cdot g \rightarrow F_{op} = V \times 1,024 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,005 \cdot 10^4 \cdot V \text{ (N)}}$$

$$\mathbf{1,67 \cdot 10^5 = 1,005 \cdot 10^4 \cdot V \rightarrow V = \mathbf{16,6 \text{ m}^3}$$

Door eerst  $g$  weg te delen kan het iets beknopter:

$$m \cdot g = V \cdot \rho_{zee} \cdot g \rightarrow m = V \cdot \rho_{zee} \rightarrow V = 1,7 \cdot 10^4 / 1,024 \cdot 10^3 = 16,6 \text{ m}^3$$

b Voor zoet water geldt dan:  $V = 1,7 \cdot 10^4 / 998 = \mathbf{17,0 \text{ m}^3}$

Boten liefhebbers weten natuurlijk: een schip verplaatst **ongeveer** evenveel liter water als het schip weegt in kg. Immers: de dichtheid van water is (ongeveer) 1 kg/L.

### Opgave 48

Een drijvend stuk hout.

*Gegeven:*  $m = 12,3 \text{ g}$  en  $V = 20,4 \text{ cm}^3$  drijft op water

*Gevraagd:* Hoeveel  $\text{cm}^3$  steekt boven water uit?

*Oplossing:*  $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 0,0123 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,1207 \text{ N}$

$$F_{op} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow F_{op} = V \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,79 \cdot 10^3 \cdot V \text{ (N)}$$

$$F_z = F_{op}$$

$$0,1207 = 9,79 \cdot 10^3 \times V \rightarrow V = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = \mathbf{12,3 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Boven water steekt uit: } 20,4 \text{ cm}^3 - 12,3 \text{ cm}^3 = \mathbf{8,1 \text{ cm}^3}$$

OF: het hout duwt met zijn massa een gelijke massa water weg.

$$\text{Voor dit water geldt dan: } V = 12,3 \text{ g} / 0,998 \text{ g/mL} = 12,3 \text{ cm}^3$$

---

### Opgave 49

---

IJs

*Gegeven:* Stuk ijs drijft in water van 0 °C. Dichtheid ijs: 0,92 g/cm<sup>3</sup>.  $\rho_{\text{ijs}} = 0,9999 \text{ g/cm}^3$

*Gevraagd:* Hoeveel procent van het ijs steekt boven water uit?

*Oplossing:*  $F_z = F_{\text{op}} \rightarrow V_{\text{ijs}} \cdot \rho_{\text{ijs}} \cdot g = V_{\text{onder}} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot g \rightarrow V_{\text{ijs}} \cdot \rho_{\text{ijs}} = V_{\text{onder}} \cdot \rho_{\text{water}}$

Hieruit volgt:

$$\frac{V_{\text{onder}}}{V_{\text{ijs}}} = \frac{\rho_{\text{ijs}}}{\rho_{\text{water}}} \rightarrow 0,92 / 0,9999$$

Het deel onder water is dus 0,92

Het deel boven water is dan 0,080, dus  $0,080 \times 100\% = \mathbf{8,0\%}$

---

### Opgave 50

---

Kurk

*Gegeven:* Stuk kurk drijft in een vloeistof. 70% steekt boven de vloeistof uit.

$$\rho_{\text{kurk}} = 0,20 \text{ g/cm}^3.$$

*Gevraagd:* Hoe groot is de dichtheid van de kurk?

*Oplossing:*  $F_z = F_{\text{op}} \rightarrow V \cdot \rho_{\text{kurk}} \cdot g = 0,3 \cdot V \cdot \rho_{\text{vloeistof}} \cdot g$  Na wegdelen  $V$  en  $g$ :

$$\rho_{\text{kurk}} = 0,3 \times \rho_{\text{vloeistof}} \rightarrow \rho_{\text{vloeistof}} = 0,20 / 0,3 = \mathbf{0,67 \text{ g/cm}^3}$$

---

### Opgave 51

---

Onderzeeboot

*Gegeven:*  $m = 9,5 \cdot 10^4 \text{ kg}$  en  $V = 120 \text{ m}^3$

*Gevraagd:* a Drijven?

b Hoeveel kg zeewater in nemen om te dalen?

*Oplossing:*

a  $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 9,5 \cdot 10^4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,3 \cdot 10^5 \text{ N}$

$F_{\text{op}}$  bij onderdompeling:  $120 \text{ m}^3 \times 1024 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,21 \cdot 10^6 \text{ N}$

$F_{\text{op}}$  bij onderdompeling is groter dan  $F_z$  dus de boot **drijft**.

b Om te dalen moet  $F_z$  ten minste gelijk zijn aan  $F_{\text{op}}$ .



$$\text{Verschil: } 1,21 \cdot 10^6 \text{ N} - 9,3 \cdot 10^5 \text{ N} = 2,78 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$F_z = m \cdot g \rightarrow 2,78 \cdot 10^5 \text{ N} = m \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \rightarrow \mathbf{m = 2,8 \cdot 10^4 \text{ kg}}$$

---

### Opgave 52

---

Vlot van balsahout

*Gegeven:*  $V = 5,12 \text{ m}^3$  en  $\rho = 0,12 \text{ g/cm}^3$

*Gevraagd:* Hoeveel personen van 70 kg kunnen op het vlot voor het zinkt?

*Oplossing:*

$$m_{\text{vlot}} = 5,12 \text{ m}^3 \times 1,2 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3 = 6,14 \cdot 10^2 \text{ kg}$$

Met  $n$  personen erbij wordt de totale massa:  $(6,14 \cdot 10^2 + 70 \cdot n) \text{ kg}$

$$F_z = (6,14 \cdot 10^2 + 70 \cdot n) \times 9,81 \text{ N}$$

$$F_{\text{op}} \text{ is maximaal: } 5,12 \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 5,01 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$F_z = F_{\text{op}}$ ; wordt  $F_z$  groter dan krijgt men natte voeten.

$$(6,14 \cdot 10^2 + 70 \times n) \times 9,81 = 5,01 \cdot 10^4 \text{ hier } n \text{ uit berekenen levert: } \mathbf{n = 64}$$

---

### Opgave 53

---

*Gegeven:* Veerbalans waar voorwerp aan hangt, aflezing: 0,432 N

Voorwerp onderdompelen in water (20 °C) geeft: 0,373 N

Onderdompelen in vloeistof X geeft: 0,385 N

*Gevraagd:*  $\rho_X$ ?

*Oplossing:*  $F_{\text{op}} = V \cdot \rho \cdot g$

Uit de meting met water berekenen we  $V$ . Uit de meting met de vloeistof X berekenen we  $\rho_X$ .

*Water:*  $F_{\text{op}} = 0,432 \text{ N} - 0,373 \text{ N} = 5,90 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

$$F_{\text{op}} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow 5,90 \cdot 10^{-2} \text{ N} = V \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \rightarrow V = 6,03 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

*Vloeistof X*  $F_{\text{op}} = 0,432 \text{ N} - 0,385 \text{ N} = 4,70 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

$$F_{\text{op}} = V \cdot \rho \cdot g \rightarrow 4,70 \cdot 10^{-2} = 6,03 \cdot 10^{-6} \times \rho_X \times 9,81 \rightarrow \rho_X = \mathbf{8,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3}$$

---

### Opgave 54

---

*Gegeven:* Veerbalans waar een ijzeren voorwerp aan hangt, aflezing: 240 g.

*Gevraagd:* a  $G$

b  $V$

c  $F_{\text{op}}$  in water.

d Aflezing veerbalans met het voorwerp in water?

*Oplossing:*

a  $G = m \cdot g \rightarrow G = 0,24 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,35 \text{ N}}$

b  $\rho_{\text{Fe}} = 7,87 \text{ g/cm}^3$  (tabel)  $\rightarrow V = m / \rho_{\text{Fe}} \rightarrow V = 240 \text{ g} / 7,87 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{30,5 \text{ cm}^3}$

- c  $F_{op} = V \cdot \rho_{water} \cdot g \rightarrow F_{op} = 3,05 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{0,299 \text{ N}}$
- d In het water is er een schijnbaar massaverlies van:  $V \cdot \rho_{water} \rightarrow$   
 $30,5 \text{ cm}^3 \times 0,998 \text{ g/cm}^3 = 30,4 \text{ g}$ . Dus de veerbalans geeft aan:  $240 \text{ g} - 30,4 \text{ g} = \mathbf{210 \text{ g}}$

Opgave 55

**Gegeven:** Voorwerp op een bovenweger, aflezing: 183,90 g.  $V = 198,5 \text{ cm}^3$

**Gevraagd:** a  $G$

b  $F_{op}$  in lucht

c  $F_z$

d werkelijke massa?

**Oplossing:** Dichtheid van lucht bij 20°C: **1,205 kg/m<sup>3</sup>**

a  $G = m \cdot g \rightarrow G = 0,18390 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,804 \text{ N}}$

b  $F_{op} = V \cdot \rho_{lucht} \cdot g \rightarrow F_{op} = 1,985 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 1,205 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,346 \cdot 10^{-3} \text{ N}}$

c De zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde aan het voorwerp trekt.

Het gewicht is de kracht waarmee het voorwerp op zijn ondergrond duwt.

$G$  is iets kleiner dan  $F_z$ . Het verschil:  $G$  is de resultante van  $F_z$  en  $F_{op}$ .

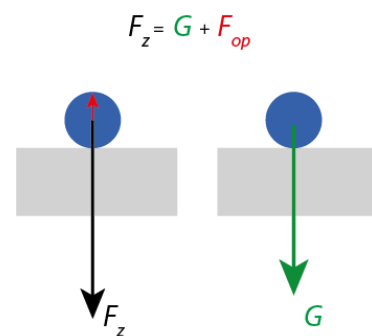
$F_z = 1,804 \text{ N} + 2,346 \cdot 10^{-3} \text{ N} = \mathbf{1,806 \text{ N}}$

d Het schijnbaar massaverlies is **1,205 kg per m<sup>3</sup>**  $\rightarrow$  0,0012 g/cm<sup>3</sup>

Voor  $V = 198,5 \text{ cm}^3$ :  $198,5 \text{ cm}^3 \times 0,0012 \text{ g/cm}^3 = 0,24 \text{ g}$

werkelijke massa:  $183,90 \text{ g} + 0,24 \text{ g} = \mathbf{184,1 \text{ g}}$

Of:  $F_z = 1,806 \text{ N} = m \times 9,81 \text{ m/s}^2 \rightarrow m = 0,1841 \text{ kg}$



Opgave 56

**Gegeven:** Olievat op zee.  $m = 875 \text{ kg}$ .  $V = 1200 \text{ dm}^3$

**Gevraagd:** Volume boven water?

**Oplossing:**

$F_z = m \cdot g \rightarrow 875 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 8,58 \cdot 10^3 \text{ N}$

$F_{op} = V_{onder} \cdot \rho_{zeew} \cdot g \rightarrow V_{onder} \times 1024 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$

$F_z = F_{op} \rightarrow 8,58 \cdot 10^3 = V_{onder} \times 1024 \times 9,81 \rightarrow V_{onder} = 0,854 \text{ m}^3$  is 854 dm<sup>3</sup>

Boven water steekt dan uit:  $1200 \text{ dm}^3 - 854 \text{ dm}^3 = \mathbf{346 \text{ dm}^3}$

Opgave 57

Een hydraulische pers.

*Gegeven:*  $Z_1$  heeft een doorsnede van:  $20,0 \text{ cm}^2$ ,  $Z_2$ :  $0,50 \text{ m}^2$ .

Met één pompslag gaat  $Z_1$  20 cm omlaag.

De auto weegt 950 kg

*Gevraagd:* a Kracht op  $Z_1$  die nodig is.

b Hoeveel slagen nodig om de auto 10 cm op te tillen?

*Oplossing:*

a Hydraulische druk links en rechts gelijk  $p_L = p_R$

$$p_R = (950 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) / 0,50 \text{ m}^2 = 1,88 \cdot 910^4 \text{ Pa}$$

$$p_L = F_N / 0,0020 \text{ m}^2 = 1,88 \cdot 910^4 \text{ Pa} \rightarrow \mathbf{F = 38 \text{ N}}$$

b Rechts 10 cm omhoog is een volumeverplaatsing van:  $0,5 \text{ m}^2 \cdot 0,10 \text{ m} = 0,050 \text{ m}^3$

$$1 \text{ slag levert een volumeverplaatsing op van: } 20 \text{ cm} \cdot 20,0 \text{ cm}^2 = 400 \text{ cm}^3$$

$$\text{Aantal slagen: } 5,0 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 / 400 \text{ cm}^3 = \mathbf{125}$$

Opgave 58

*Gegeven:* U-buis met kwik. Doorsnede linkerbeen:  $2,0 \text{ cm}^2$ ; doorsnede rechterbeen:  $11,0 \text{ cm}^2$ . Links wordt 50 g water bijgegoten.

*Gevraagd:* Hoeveel g alcohol moet rechts bijgegoten worden om de kwikniveau's gelijk te houden?

*Oplossing:*

$$p_L = p_R \rightarrow h_L \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = h_R \cdot \rho_{\text{alc}}$$

$$h_L?$$

$$50 \text{ g H}_2\text{O} \text{ heeft volume: } 50 \text{ g} / 0,998 \text{ g/mL} = 50,1 \text{ mL}$$

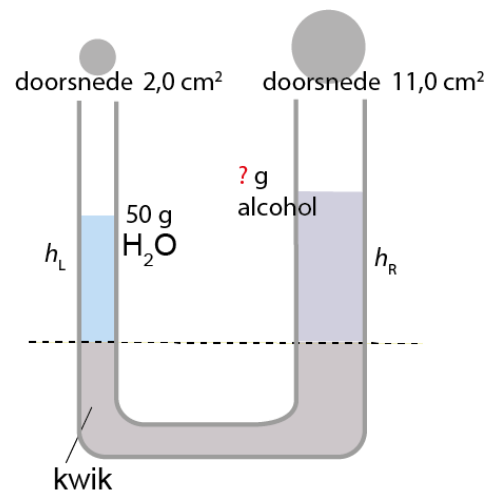
$$h_L = 50,1 \text{ cm}^3 / 2,0 \text{ cm}^2 = 25,1 \text{ cm}$$

$$h_R?$$

$$h_L \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = h_R \cdot \rho_{\text{alc}} \rightarrow 25,1 \text{ cm} \times 0,998 \text{ g/cm}^3 = h_R \times 0,80 \text{ g/cm}^3 \rightarrow h_R = 31,3 \text{ cm}$$

$$\text{Volume alcohol, nodig: } V = h \text{ cm} \cdot A \text{ cm}^2 \rightarrow 31,3 \text{ cm} \times 11,0 \text{ cm}^2 = 3,4 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa alcohol: } 3,4 \cdot 10^2 \text{ cm}^3 \times 0,80 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{2,8 \cdot 10^2 \text{ g}}$$



Met gezond verstand kun je vaak sneller zijn. Aan beide zijden is de massa per oppervlak gelijk:

$$50 \text{ g} / 2 \text{ cm}^2 = m \text{ g} / 11 \text{ cm}^2 \rightarrow m = \mathbf{2,8 \cdot 10^2 \text{ g}}$$

---

### Opgave 59

---

*Gegeven:* U-buis met olie. Diameter linkerbeen: 5,0 cm, diameter rechterbeen: 20,0 cm.  
Rechts wordt een kracht op de vloeistof uitgeoefend van: 400 N

*Gevraagd:* a Welke kracht is links nodig om de vloeistof tegen te houden?  
b We duwen de vloeistof links 8,0 cm omlaag, hoeveel gaat de vloeistof rechts omhoog?

*Oplossing:*

Gegeven zijn de buis-diameters. We moeten de doorsneden dan nog berekenen.

Rechts:  $(20,0/2)^2 \times \pi = 314 \text{ cm}^2$

Links:  $(5,0/2)^2 \times \pi = 19,6 \text{ cm}^2$

Druk rechts:  $400 \text{ N} / 0,0314 \text{ m}^2 = 1,27 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

Druk links:  $F / 0,00196 \text{ m}^2$

a  $\rho_R = \rho_L \rightarrow 1,27 \cdot 10^4 \text{ Pa} = F / 0,00196 \text{ m}^2 \rightarrow \mathbf{F = 25 \text{ N}}$

b  $V_L = 8,0 \text{ cm} \times 19,6 \text{ cm}^2 = 157 \text{ cm}^3$  (dit volume komt er rechts weer bij)

$V_R = h \text{ cm} \times 314 \text{ cm}^2 = 157 \text{ cm}^3 \rightarrow \mathbf{h = 0,50 \text{ cm}}$

---

### Opgave 60

---

Een stabiele verticale densimeter (buis, dobber) heeft een laag zwaartepunt (massamiddelpunt) nodig. Het mmp moet ruim onder het draaipunt (ter hoogte van het vloeistofoppervlak) liggen.

---

### Opgave 61

---

Accuzuurgehalte wordt gemeten met een densimeter: een 'zuurweger'.

Goed: 1,3 matig: 1,20.

Als de toestand verandert van goed naar matig dan zakt de densimeter verder de vloeistof in. Hoe lager de dichtheid des te verder hij zakt.

---

### Opgave 62

---

Zwaarder, dunner, groot.

---

### Opgave 63

---

*Gegeven:* Densimeter geijkt bij 15 °C, aflezing voor vloeistof: 1,588

*Gevraagd:*  $\rho_{v,20}$ ?

*Oplossing:*  $\rho_{v,20} = d_{15}^{20} \cdot \rho_{w,15} \rightarrow \rho_{v,20} = 1,588 \cdot 0,99913 = \mathbf{1,587 \text{ g/cm}^3}$

---

### Opgave 64

---

*Gegeven:* Buisje (als densimeter gebruikt) zakt in water van 15,0 °C tot 100,0.  
In alcohol bij 18,0 °C tot 123,5 °C.

*Gevraagd:* a relatieve dichtheid alcohol  
b  $\rho_{\text{alc},18}$ ?

*Oplossing:*

a  $d_{15}^{18} = V_{\text{onderwater}} / V_{\text{onderalc}} = 100,0 / 123,5 = \mathbf{0,8097}$

b  $\rho_{\text{alc},18} = d_{15}^{18} \cdot \rho_{\text{w},15} \rightarrow \rho_{\text{alc},18} = 0,8097 \cdot 0,99913 = \mathbf{0,8090 \text{ g/cm}^3}$

---

### Opgave 65

---

*Gegeven:* Densimeter geijkt bij 20 °C zakt in een vloeistof van 23,5 °C tot 0,9872

*Gevraagd:* Dichtheid vloeistof bij 23,5 °C?

*Oplossing:*  $\rho_{\text{v},23,5} = d_{15}^{23,5} \cdot \rho_{\text{w},20} \rightarrow \rho_{\text{v},23,5} = 0,9872 \cdot 0,99823 = \mathbf{0,9855 \text{ g/cm}^3}$

---

### Opgave 66

---

#### **Boven**

De schaal loopt van boven naar beneden. Hoe dieper hij zakt des te lager de dichtheid.

---

### Opgave 67

---

*Gegeven:*  $h = 12,7 \text{ cm}$

*Gevraagd:*  $\Pi$ ?

*Oplossing:*  $\Pi = \rho_{\text{hydrostat}} = p = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow 0,127 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{1,24 \cdot 10^3 \text{ Pa}}$

---

### Opgave 68

---

#### Suikeroplossing

*Gegeven:* 1,0 L water met 1,0 mol suiker, 20 °C.

*Gevraagd:*  $\Pi$ ?

*Oplossing:*

$\Pi = n \cdot R \cdot T / V \rightarrow 1,0 \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 293 \text{ K} / 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{2,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}}$

---

### Opgave 69

---

NaCl-oplossing

*Gegeven:* 400 mL water met 1,0 mol NaCl, 18 °C.

*Gevraagd:*  $\Pi$ ?

*Oplossing:*

$$\Pi = n \cdot R \cdot T / V \rightarrow 2 \times 1,0 \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 291 \text{ K} / 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = \mathbf{1,2 \cdot 10^7 \text{ Pa}}$$

2 wegens:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow$  één NaCl levert 2 deeltjes.

---

### Opgave 70

---

Tweemaal 1,00 liter water gescheiden door een membraan.

*Gegeven:* Links wordt 0,10 mmol suiker opgelost,  $T = 293 \text{ K}$ ,  $V = 1,00 \text{ L}$

*Gevraagd:*  $h$  (hoogte verschil, verwaarloos volumeverandering).

*Oplossing:*

$$\Pi = n \cdot R \cdot T / V \rightarrow 0,00010 \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 291 \text{ K} / 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{2,42 \cdot 10^2 \text{ Pa}}$$

Gelijk aan de hydrostatische druk:  $\mathbf{2,42 \cdot 10^2 \text{ Pa}} = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow h \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$   
 $2,42 \times 10^2 = h \times 998 \times 9,81 \rightarrow \mathbf{h = 0,025 \text{ m}}$

---

### Opgave 71

---

Tweemaal 100 mL water gescheiden door een membraan.

*Gegeven:* Links wordt NaCl opgelost.  $T = 293 \text{ K}$ , 10 mL water stroomt van rechts naar links,  $v$  links: 110 mL. Waterhoogte links:  $h = 2,40 \text{ cm}$

*Gevraagd:*  $m$  (opgelost NaCl)

*Oplossing:*

$$p_{\text{hydrostat}} = p = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow 0,0240 \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{2,35 \cdot 10^2 \text{ Pa}}$$

$$\Pi = n \cdot R \cdot T / V \rightarrow n \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} / 1,10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = \mathbf{2,35 \cdot 10^2 \text{ Pa}}$$

$$n = 1,06 \cdot 10^{-6} \text{ mol Na}^+ \text{ en Cl}^- \rightarrow 2 = 5,31 \cdot 10^{-6} \text{ mol NaCl}$$

$$m_{\text{(opgelost NaCl)}} = 5,31 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = \mathbf{3,1 \cdot 10^{-4} \text{ g NaCl}}$$

---

### Opgave 72

---

*Gegeven:* Tabellenboek

*Gevraagd:* a Grafiek van  $\Pi$  (Pa) tegen de concentratie ( $\text{mol/m}^3$ ) voor glucose.

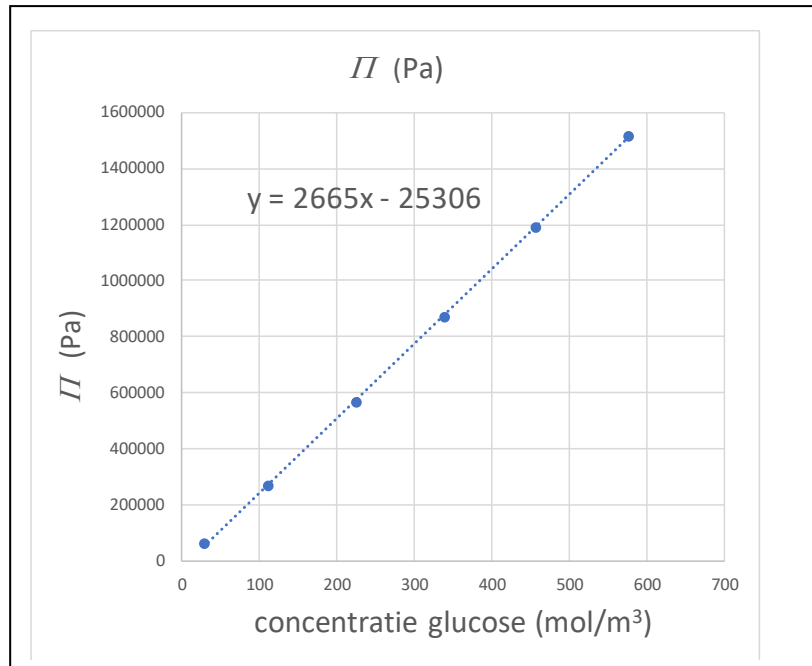
b Richtingscoëfficiënt.

c Klopt de rico met de verwachting?

*Oplossing:* Tabel 75 uit BINAS levert de waarden. Excel de grafiek.

a

glucose in water bij 293 K	
mol/m <sup>3</sup>	$\Pi$ Pa
28	60000
112	270000
225	570000
340	870000
457	1190000
576	1520000



b richtingscoëfficiënt = 2665 (Nm/mol)  $\rightarrow 2,7 \cdot 10^3$  (Nm/mol)

c De verwachte waarde is:  $\Pi = c \cdot R \cdot T \rightarrow R \cdot T = 8,31 \times 293 = 2,4 \cdot 10^3$  (Nm/mol)

*Klopt niet helemaal.*

*Volgens Binas tabel 75 staan in de tabel gemeten waarden.*

*Maar bedenk: de formule voor de osmotische druk:  $\Pi = c \cdot R \cdot T$  is juist mits de oplossing voldoende verdund is.*

### Opgave 73

Haarvaten

Gegeven: albumine:  $c = 45 \text{ mg/m}^3$   $M = 69 \text{ g/mol}$

globuline:  $c = 25 \text{ mg/m}^3$   $M = 140 \text{ g/mol}$

Gevraagd: a  $c$  in mol/m<sup>3</sup>

b  $\Pi$  totaal

c  $h$  waterkolom hiermee overeenkomend

Oplossing:

a albumine:  $c = 0,045 \text{ g} / 69 \text{ g/mol} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^3$

globuline:  $c = 0,025 \text{ g} / 140 \text{ g/mol} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^3$

b  $\Pi_{\text{alb}} = c \cdot R \cdot T \rightarrow 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^3 \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} = 1,6 \text{ Pa}$

$\Pi_{\text{glo}} = c \cdot R \cdot T \rightarrow 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^3 \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} = 0,4 \text{ Pa}$

$\Pi_{\text{alb}} + \Pi_{\text{glo}} = 2,0 \text{ Pa}$

c  $\Pi_{\text{totaal}} = p_{\text{hydrostatisch}} \rightarrow 2,0 \text{ Pa} = h \cdot \rho \cdot g \rightarrow 2,0 \text{ Pa} = h \text{ m} \times 998 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$   
 **$h = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$**

---

### Opgave 74

---

Nier

*Gegeven:* Hoogst bereikbare waarde voor  $\Pi$  van urine is 31,4 bar.

De laagste waarde: 0,89 bar

We hebben 1,0 L urine van 20 °C.

*Gevraagd:* Hoeveelheid deeltjes in mol, in deze liter, maximaal en minimaal.

*Oplossing:*

De maximale druk is:  $31,4 \cdot 10^5 = 3,14 \cdot 10^6 \text{ Pa}$  en minimaal:  $8,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

$$\Pi_{\text{max}} = n \cdot R \cdot T \rightarrow n \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} / 0,0010 \text{ m}^3 = 3,14 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$\rightarrow n = 1,30 \text{ mol}$

$$\Pi_{\text{min}} = n \cdot R \cdot T \rightarrow n \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} / 0,0010 \text{ m}^3 = 8,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$\rightarrow n = 0,037 \text{ mol}$

---

### Opgave 75

---

Bloedcel

*Gegeven:*  $\Pi_{\text{bloedcel}} = 8,0 \text{ bar}$ .

Omgeving van de cel bevat deeltjes met totale concentratie:  $100 \text{ mol/m}^3$ .

*Gevraagd:* Zou er hemolyse optreden?.

*Oplossing:*  $\Pi_{\text{oplossing}} = n \cdot R \cdot T \rightarrow 100 \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \times 293 \text{ K} / 1,0 \text{ m}^3 = 2,43 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Osmotische waarde bloedcel:  $8,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Osmotische waarde omgeving:  $2,43 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Er zal water gaan naar de bloedcel. Deze zwelt en kan knappen (hemolyse).

---

### Opgave 76

---

Kunstnier

De dialyseslang gaat door een oplossing van glucose en zouten. Als de osmotische waarde voor de glucose en zouten binnen en buiten de slag gelijk is, gaan er evenveel moleculen en zoutionen in als uit. De stikstofmoleculen kunnen er alleen maar uit.

Daarnaast zal de fabrikant van de dialyseslang er naar streven het membraan zo te maken dat de poriëngrootte een zo goed mogelijke selectie van door te laten deeltjes geeft.

---

### Opgave 77

---



- a Begin haarvaten: bloeddruk:  $4,0 \cdot 10^3$  Pa  
Osmotische druk omgeving:  $3,3 \cdot 10^3$  Pa  
→ er gaat gemakkelijker water uit de bloedvaatjes dan erin.
- b Einde haarvaten: bloeddruk:  $2,6 \cdot 10^3$  Pa  
Osmotische druk omgeving:  $3,3 \cdot 10^3$  Pa  
→ er gaat gemakkelijker water naar de bloedvaatjes.