

1. Rekenen met grote en kleine getallen.

Opgave 1.1

Schrijf de volgende notatie zo kort mogelijk

$$\text{a} \quad \frac{(10^2)^5 \times 2 \cdot 10^2}{(10^2)^3} = \frac{10^{10} \times 2 \cdot 10^2}{10^6} = 2 \cdot 10^6$$

$$\text{b} \quad \frac{(b^2)^3 \times 2a \cdot 10^2}{(10^3)^2} = \frac{b^6 \times 2a \cdot 10^2}{10^6} = 2 \cdot a \cdot b^6 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{c} \quad \frac{(-a^3 \times a^3)}{2(10^2)^3} = \frac{-1 \cdot a^3 \times a^3}{2 \cdot 10^6} = -\frac{1}{2} \cdot a^6 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{d} \quad a^2 + 3a^2 = 1 \cdot a^2 + 3 \cdot a^2 = 4a^2$$

$$\text{e} \quad a^2 + a^3 = 1 \cdot a^2 + a \cdot a^2 = (1+a) \cdot a^2 \text{ of } a^2(a+1)$$

is niet echt korter, dus laten staan is ook goed!

$$\text{f} \quad (-3a^2)^3 = (-3)^3 \cdot (a^2)^3 = -27a^6$$

$$\text{g} \quad \left(\frac{a^2}{b}\right)^3 = \frac{(a^2)^3}{b^3} = \frac{a^6}{b^3} \text{ of } a^6 \cdot b^{-3}$$

Opgave 1.2

Schrijf als macht of getal in SCI-mode.

$$\text{a} \quad \frac{2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{23}} = \frac{2}{6} \cdot 10^{-27} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-27}$$

$$\text{b} \quad \frac{(x^5)^3 \cdot y^{-3}}{(y^{-2})^4} = \frac{x^{15} \cdot y^{-3}}{y^{-8}} = x^{15} \cdot y^5$$

$$\text{c} \quad 1^{-319} = \frac{1}{1^{319}} = 1$$

$$\text{d} \quad 23^0 = 1$$

$$\text{e} \quad (a+b)^0 = 1$$

$$\text{f} \quad 5^2 \times 5 \cdot 10^2 = 5^3 \cdot 10^2$$

$$\text{g} \quad 1^{-319} = 1 \text{ zelfde opgave als c)}$$

$$\text{h} \quad (-1)^{399} = -1 \cdot (-1)^{398} = -1$$

$$\text{i} \quad (-1)^{400} = 1$$

$$\text{j} \quad (5 \cdot 10^2)^{-2} = 5^{-2} \cdot 10^{-4} = \frac{1}{5^2} \cdot 10^{-4} = \frac{100}{25} \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-6} =$$

$$\text{k} \quad (0,1)^4 = (10^{-1})^4 = 10^{-4}$$

$$\text{l} \quad (5 \cdot 10^2)^{-2} \times 6 \cdot 10^8 = \frac{1}{5^2} \cdot 10^{-4} \times 6 \cdot 10^8 = \frac{6}{25} \cdot 10^4 = \frac{60}{25} \cdot 10^3 = 2,5 \cdot 10^3$$

Opgave 1.3**Vul de ontbrekende exponent in.**

$$\text{a} \quad 3^3 \times 3^4 = 3^7$$

$$\text{b} \quad 12^3 \times 2^3 = (2^2 \times 3)^3 \times 2^3 = 2^6 \times 3^3 \times 2^3 = 2^9 \times 3^3$$

$$\text{c} \quad \frac{24^2}{6^{-3}} = \frac{(2^3 \times 3)^2}{(2 \times 3)^{-3}} = 2^6 \times 3^2 \times 2^3 \times 3^3 = 2^9 \cdot 3^5$$

$$\text{d} \quad \frac{16^0}{(6^3)^{-2}} = \frac{1}{(2 \times 3)^{-6}} = 2^6 \times 3^6$$

$$\text{e} \quad \frac{8^2}{16^2} = \frac{8^2}{(2 \times 8)^2} = \frac{1}{2^2} = 2^{-2} \cdot 3^0$$

$$\text{f} \quad \frac{3^2}{15^4} = \frac{3^2}{(3 \times 5)^4} = 3^{-2} \times 5^{-4}$$

$$\text{g} \quad \frac{10^2}{5^4} = \frac{(2 \times 5)^2}{5^4} = 2^2 \times 5^{-2}$$

$$\text{h} \quad \frac{10^2}{10^2} = a^0$$

$$\text{h} \quad \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = J \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

Opgave 1.4**Oefenen met vermenigvuldiging van machten.**Maak **eerst** een schatting en controleer vervolgens met je rekenmachine.

$$\text{a} \quad (10^2)^{3,1} \approx 10^6 \quad \text{met rekenmachine } (10^2)^{3,1} = 1,58 \cdot 10^6 !$$

$$\text{b} \quad \frac{(2,1 \cdot 10^2)^3}{4 \cdot 10^{-11}} \approx \frac{2^3 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^{-11}} \approx 2 \cdot 10^{17}$$

$$\text{c} \quad \frac{(1,1 \cdot 10^{-6})^3}{999} \approx \frac{1^3 \cdot 10^{-18}}{10^3} \approx 10^{-21}$$

$$\text{d} \quad 1 + 10^{-5} \approx 1$$

$$\text{e} \quad \frac{(0,011)^3}{12} \approx \frac{(10^{-2})^3}{12} \approx \frac{10^{-6}}{12} \approx \frac{100}{12} \cdot 10^{-8} \approx 8 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{f} \quad \frac{(2 \cdot 10)^3 \times 2 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^{-8}} \approx \frac{2^3 \times 10^3 \times 2 \times 10^3}{4 \times 10^{-8}} \approx 4 \cdot 10^{14}$$

$$\text{g} \quad \frac{1,02}{4 \cdot 10^6} \approx \frac{1}{4 \cdot 10^6} \approx \frac{1}{4} \cdot 10^{-6} \approx \frac{10}{4} \cdot 10^{-7} \approx 2,5 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{h} \quad \frac{(2,110^2)^0}{4 \cdot 10^0} \approx \frac{1}{4} \approx 0,25$$

$$\text{i} \quad \frac{3,0 \cdot 10^4}{2,21 \cdot 10^3} \approx \frac{3 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^3} = 1,5 \cdot 10^1 = 15$$

$$\text{j} \quad \frac{4,16 \cdot 10^4}{2,21 \cdot 10^1} \approx \frac{4 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^1} = 2 \cdot 10^3$$

$$\text{k} \quad \frac{200 \times 5,04 \cdot 10^3}{1200} \approx \frac{1000 \cdot 10^3}{1200} = \frac{1000 \cdot 10^3}{120 \cdot 10^1} \approx 8 \cdot 10^2$$

$$l \quad 2 \times \frac{2230}{210} \approx 2 \times 10 \approx 20$$

$$m \quad \frac{300000}{400 \times 300} \approx \frac{3 \cdot 10^5}{12 \cdot 10^4} \approx \frac{30}{12} \approx 2,5$$

Opgave 1.5

Welk getal is groter.

Maak eerst een schatting en controleer vervolgens met je rekenmachine.

$$a \quad 6^{-3} = \frac{1}{6^3} \approx \frac{1}{200} \approx 5 \cdot 10^{-3} \quad 5 \cdot 10^{-3} < 6 \cdot 10^{-3}$$

$$b \quad (2 \cdot 10^{-2})^2 = 4 \cdot 10^{-4} \quad 4 \cdot 10^{-4} < 0,004$$

$$c \quad 225 \cdot 10^3 = 2,25 \cdot 10^5 \quad 2,25 \cdot 10^5 > 2,25 \cdot 10^4$$

$$d \quad (4)^{-2} = \frac{1}{4^2} \quad \text{of} \quad (2)^{-2} = \frac{1}{2^2} \quad \frac{1}{4^2} < \frac{1}{2^2}$$

$$e \quad (0,5)^{-2} = \frac{1}{(0,5)^2} = \frac{1}{0,25} = 4 \quad \text{of} \quad (2)^{-2} = \frac{1}{2^2} = 0,25 \quad 4 > 0,25$$

Opgave 1.6

Gebruik van voorvoegsels.

In de natuurkunde en techniek werkt men met grootheden, eenheden en voorvoegsels.

Zet de volgende eenheden om en geeft het antwoord in SCI-mode.

$$a \quad 4,78 \text{ Mg} = 4,78 \cdot 10^6 \text{ g} = 4,78 \cdot 10^9 \text{ mg}$$

$$b \quad 4,12 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,12 \cdot 10^{-3} \times 10^3 \text{ mm} = 4,12 \text{ mm}$$

$$c \quad 200 \text{ L} = 200 \times 0,01 \text{ hL} = 2,00 \text{ hL}$$

$$d \quad 0,0032 \text{ mL} = 0,0032 \times 10^6 \text{ nL} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ nL}$$

$$e \quad 23,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 23,2 \cdot 10^{-6} \times 10^9 \text{ } \mu\text{g} = 2,32 \cdot 10^4 \text{ } \mu\text{g}$$

$$f \quad 525000 \text{ N} = 5,25 \cdot 10^5 \times 10^{-3} \text{ kN} = 5,25 \cdot 10^2 \text{ kN}$$

$$g \quad 2 \cdot 10^3 \text{ g} = 2 \cdot 10^3 \times 10^{-3} \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

Opgave 1.7

Schrijf zonder voorvoegsel en bij voorkeur in SCI-mode.

$$a \quad 2 \cdot 10^3 \text{ kg} = 2 \cdot 10^3 \times 10^3 \text{ g} = 2 \cdot 10^6 \text{ g}$$

$$b \quad 2 \cdot 10^{-3} \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$c \quad 23,5 \text{ mL} = 23,5 \times 10^{-3} \text{ L} = 2,35 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

$$d \quad 1,89 \cdot 10^2 \text{ } \mu\text{L} = 1,89 \cdot 10^2 \times 10^{-6} \text{ L} = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ L}$$

$$e \quad 2300 \text{ km} = 2300 \times 10^3 \text{ m} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$f \quad 23,5 \text{ ms} = 23,5 \times 10^{-3} \text{ s} = 2,35 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$g \quad 2,1 \text{ MA} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ A}$$

$$h \quad 700 \text{ nm} = 700 \times 10^{-9} \text{ m} = 7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$i \quad 23,5 \text{ GJ} = 23,5 \times 10^9 \text{ J} = 2,35 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

$$j \quad 2,1 \text{ ns} = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$k \quad 340 \text{ mm}^2 = 340 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{l} \quad & 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^2 = 6,3 \cdot 10^{-4} \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ \text{m} \quad & 2,1 \text{ mm}^3 = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Opgave 1.9

Eenheden converteren(omzetten) .

$$\begin{aligned} \text{a} \quad & 3,12 \cdot 10^{-3} \text{ m/min} = 3,12 \cdot 10^{-3} \times 10^3 / 60 = 5,20 \cdot 10^{-2} \text{ mm/s} \\ \text{b} \quad & 60 \text{ } \mu\text{m}^3 = 60 \times (10^{-6})^3 = 60 \times 10^{-18} = 6 \cdot 10^{-17} \text{ m}^3 \\ \text{c} \quad & 2,45 \text{ nm} = 2,45 \cdot 10^{-9} \text{ m} \\ \text{d} \quad & 2,78 \cdot 10^{-6} \text{ L/min} = 2,78 \cdot 10^{-6} \times 10^3 / 60 = 4,63 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{s} \\ \text{e} \quad & 0,003 \text{ L} = 0,003 \times (10^8)^3 = 3 \cdot 10^{21} \text{ nm}^3 \\ \text{f} \quad & 3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 3 \cdot 10^3 \text{ } \mu\text{L} \\ \text{g} \quad & 60 \text{ ms} = 60 \times 10^{-3} \text{ s} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ s} \\ \text{i} \quad & 340 \text{ GJ} = 340 \times 10^9 = 3,4 \cdot 10^{11} \text{ J} \\ \text{k} \quad & 0,998 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 0,998 \cdot 10^3 \times 10^3 \times 10^{-6} = 0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \end{aligned}$$

Opgave 1.10

Rekenen met mol 1 .

$$\text{a} \quad m = \rho \cdot V \rightarrow m(1 \text{ mL water}) = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = \frac{1}{18,015} \text{ mol} = 5,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$N = \text{aantal mol} \cdot N_A \rightarrow n = 5,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{deeltjes}}{\text{mol}}$$

$$\rightarrow N = 3,34 \cdot 10^{22} \text{ moleculen}$$

$$\text{b} \quad m = \rho \cdot V \rightarrow m(1 \text{ mL ijs}) = 0,920 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1 \text{ cm}^3 = 0,920 \text{ g}$$

$$0,920 \text{ g} = \frac{0,920}{18,015} \text{ mol} = 5,107 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$N = \text{aantal mol} \cdot N_A \rightarrow N = 5,107 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{deeltjes}}{\text{mol}}$$

$$\rightarrow N = 3,08 \cdot 10^{22} \text{ moleculen}$$

$$\text{c} \quad m(\text{waterdamp in 1 L lucht}) = 10,4 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mol} = 18,105 \text{ g}$$

$$10,4 \text{ mg} = \frac{10,4 \times 10^{-3}}{18,105} \text{ mol} = 5,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$N = \text{aantal mol} \cdot N_A \rightarrow N = 5,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{deeltjes}}{\text{mol}}$$

$$\rightarrow N(\text{H}_2\text{O}) = 3,47 \cdot 10^{20} \text{ moleculen} \rightarrow N(\text{H}) = 2 \times 3,47 \cdot 10^{20} \text{ atomen}$$

$$\text{afgerond: } N(\text{H}) = 6,9 \cdot 10^{20} \text{ atomen H}$$

d $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g/mol}$
 $m(1 \text{ molecuul H}_2\text{O}) = \frac{18,015 \text{ g}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Opgave 1.11 Rekenen met mol 2 .

a $m(6,022 \cdot 10^{23} \text{ protonen}) = 1,008 \text{ g}$
 $m(1 \text{ proton}) = \frac{1,008 \text{ g}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

b
 $m(1 \text{ elektron}) = \frac{m(1 \text{ proton})}{2000} = 8,369 \cdot 10^{-28} \text{ g}$

c $m(1 \text{ H- atoom}) = 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g} + 8,369 \cdot 10^{-28} \text{ g} = 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
 $m(1 \text{ mol H}) = 6,022 \cdot 10^{23} \times 1,674 \cdot 10^{-24} = 1,008 \text{ g}$

Opgave 1.12 Rekenen aan bolletjes

a $V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \rightarrow V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot (10,0 \cdot 10^{-6})^3 \text{ m}^3 = 5,24 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$
 $\rightarrow V = 5,24 \cdot 10^{-16} \times 10^3 \times 10^6 = 5,24 \cdot 10^{-7} \text{ }\mu\text{L}$

b
 $m = \rho \cdot V \rightarrow m = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 5,24 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3 = 1,31 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$
 $\rightarrow m = 1,31 \cdot 10^{-12} \times 10^9 \text{ }\mu\text{g} = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ }\mu\text{g}$

Opgave 1.13 Parachutist.

a Een versnelling van $9,8 \text{ m/s}^2$ betekent dat de snelheid(v) toeneemt met $9,8 \text{ m/s}$ per seconde of $0,98 \text{ m/s}$ per $0,1$ seconde.
 v (na 1 seconde) ofwel $v(1) = 9,8 \text{ m/s}$
 v (na 2 seconden) ofwel $v(2) = 2 \times 9,8 = 19,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

b $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 80 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 785 \text{ N}$

c $F_w = F_z = 785 \text{ N}$ want snelheid blijft hetzelfde

d $F_z = 785 \text{ N}$ deze hangt alleen van de massa af

e $F_w = F_z = 785 \text{ N}$ want snelheid blijft hetzelfde

f $F_N = F_z = 785 \text{ N}$ F_N is de kracht van de grond op de parachutist

Opgave 1.14 Rekenen aan kracht en druk

a $G = F_z \rightarrow G = 9,0 \times 9,81 = 88,3 \text{ N}$ afgerond $G = 88 \text{ N}$

b $p = \frac{F_z}{A} \rightarrow p = \frac{88 \text{ N}}{400 \text{ cm}^2} = 0,22 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
 $\rightarrow p = 0,22 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

$$c \quad G = F_z = 88 \text{ N}$$

$$p = \frac{F_z}{A} \rightarrow p = \frac{88 \text{ N}}{500 \text{ cm}^2} = 0,176 \text{ N/cm}^2$$

$$\rightarrow p = 0,18 \times 10^4 \text{ N/m}^2 = 1,8 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$d \quad V = A \cdot h \rightarrow h = \frac{V}{A} \rightarrow h = \frac{10^4 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^2} = 20 \text{ cm}$$

Opgave 1.15

Rekenen aan luchtdruk.

$$a \quad F = p_b \cdot A \rightarrow F = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \times 600 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 6078 \text{ N}$$

$$b \quad p_b = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,013 \text{ bar}$$

$$p_b = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \cdot 10^3 \text{ hPa}$$

$$p_b = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,013 \cdot 10^5 / 10^4 = 10,13 \text{ N/cm}^2$$

$$p_b = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \times 1000 \text{ mbar} = 1013 \text{ mbar}$$

Opgave 1.16

Kracht = druk \times oppervlak

$$a \quad F = p \cdot A \rightarrow F = 101300 \text{ N/m}^2 \times 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 10,13 \text{ N}$$

afgerond 10 N

$$b \quad p = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{p}{\rho \cdot g} \rightarrow h = \frac{101300 \text{ N/m}^2}{13,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg}} = 0,764 \text{ m}$$

Opgave 1.17

Rekenen aan vloeistofdruk in vat.

$$a \quad p = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow p = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg} \times 0,15 \text{ m} = 1472 \text{ N/m}^2$$

$$\rightarrow p = 1472 / 10^4 \text{ N/cm}^2 = 0,147 \text{ N/cm}^2$$

$$b \quad p = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow p = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg} \times 0,10 \text{ m} = 981 \text{ N/m}^2$$

$$\rightarrow p = 981 / 10^4 \text{ N/cm}^2 = 0,0981 \text{ N/cm}^2$$

Opgave 1.18

Bepalen van de gasdruk

$$a \quad p_{gas} = p_{hl} \rightarrow p_{gas} = \rho \cdot g \cdot h_1$$

$$\rightarrow p_{gas} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg} \times 0,200 \text{ m} = 1962 \text{ N/m}^2$$

$$\text{afgerond : } p_{gas} = 1,96 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b} \quad p_{\text{gas}} &= p_{\text{atm}} - p_{h_2} \rightarrow p_{\text{gas}} = 10^5 \text{ Pa} - \rho \cdot g \cdot h_2 \\
 &\rightarrow p_{\text{gas}} = 10^5 \text{ Pa} - 1962 \text{ Pa} = 98038 \text{ Pa} \\
 \text{afgerond} : p_{\text{gas}} &= 9,80 \cdot 10^4 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{\text{gas}} &= p_{\text{atm}} + p_{h_3} \rightarrow p_{\text{gas}} = 10^5 \text{ Pa} + \rho \cdot g \cdot h_3 \\
 &\rightarrow p_{\text{gas}} = 10^5 \text{ Pa} + 1962 \text{ Pa} = 101962 \text{ Pa} \\
 \text{afgerond} : p_{\text{gas}} &= 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

Opgave 1.19 **Bepalen van de dichtheid van een vloeistof met u-buis.**

$$\begin{aligned}
 p_{\text{olie}} &= p_{\text{benzine}} \rightarrow \rho_{\text{olie}} \cdot g \cdot h_{\text{olie}} = \rho_{\text{benzine}} \cdot g \cdot h_{\text{benzine}} \\
 &\rightarrow 800 \times 9,81 \times 0,0800 = \rho_{\text{benzine}} \times 9,81 \times 0,1 \\
 &\rightarrow 800 \times 0,0800 = 0,1 \times \rho_{\text{benzine}} \rightarrow \rho_{\text{benzine}} = \frac{64}{0,1} = 640 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Opgave 1.20 **Hoeveelheid gas meten.**

a De massa van het gas wordt bepaald via de gasconstante.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{p \cdot V}{T} \rightarrow C = \frac{10^5 \text{ N/m}^2 \times 500 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{(20 + 273) \text{ K}} = 0,17 \text{ J/K} \\
 n &= \frac{C}{R} \rightarrow n = \frac{0,17 \text{ J/K}}{8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}} = 2,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b} \quad N &= n \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,04 \cdot 10^{-2} \times 6,022 \cdot 10^{23} = 1,228 \cdot 10^{22} \text{ moleculen} \\
 \text{afgerond} : N &= 1,2 \cdot 10^{22} \text{ moleculen}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c} \quad m &= n \cdot M \rightarrow m = 2,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,8976 \text{ g} \\
 \text{afgerond} : m(\text{CO}_2) &= 0,90 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Opgave 1.21 **Maximaal aanvaardbare concentratie.**

$$\text{a} \quad \text{MAC - waarde} = 10 \text{ ppm} = \frac{10 \text{ mL gas}}{\text{m}^3 \text{ lucht}}$$

$$\text{b} \quad C = \frac{p \cdot V}{T} \rightarrow C = \frac{101300 \text{ N/m}^2 \times 10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{(20 + 273) \text{ K}} = 3,457 \cdot 10^{-3} \text{ J/K}$$

$$n = \frac{C}{R} \rightarrow n = \frac{3,457 \cdot 10^{-3} \text{ J/K}}{8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}} = 4,158 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{S}$$

$$\text{afgerond} : n = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol per m}^3 \text{ lucht}$$

$$c \quad N = 4,158 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{S} = \frac{0,42 \text{ mmol H}_2\text{S}}{\text{m}^3 \text{ lucht}}$$

Opgave 1.22

Grote en kleine getallen in een stof.

1 gram water (1 mL) bevat $3,346 \cdot 10^{22}$ moleculen H_2O .

Water heeft bij 4°C een dichtheid van 1000 kg/m^3 .

Ijs heeft bij 0°C een dichtheid 920 kg/m^3 .

Waterdamp in de lucht heeft bij 20°C en een relatieve vochtigheid van 60% een dichtheid van $10,2 \text{ g/m}^3$.

a Bereken het aantal watermoleculen in 1 gram ijs.

$$1 \text{ gram ijs} = 1 \text{ gram water} = 3,346 \cdot 10^{22} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

b Bereken het aantal watermoleculen in 1 gram waterdamp.

$$1 \text{ gram waterdamp} = 1 \text{ gram water} = 3,346 \cdot 10^{22} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

c 1 liter water = 1000 gram = $3,346 \cdot 10^{25}$ moleculen H_2O

d 1 liter ijs = 920 gram = $920 \times 3,346 \cdot 10^{22} = 3,078 \cdot 10^{25}$ moleculen H_2O

e In 1 liter water zitten meer moleculen dan in 1 liter ijs.

$$\text{In 1 liter water zit } \frac{1000}{920} \times \text{meer moleculen dan in 1 liter ijs}$$

f In 1 liter lucht van 20°C en 60% vochtigheid zit 10,2 gram water.

$$10,2 \text{ g} = 10,2 \times 3,346 \cdot 10^{22} = 3,41 \cdot 10^{23} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

g In 1 liter lucht van 20°C en 100% vochtigheid zit $\frac{100}{60} \times 10,2 = 17 \text{ g}$ water.

$$17 \text{ g} = 17 \times 3,346 \cdot 10^{22} = 5,69 \cdot 10^{23} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

h De waarde bij g is $\frac{100}{60} = \frac{5}{3}$ \times groter dan die bij f.

i $3,346 \cdot 10^{22}$ moleculen = 1 g

$$1 \text{ molecuul} = \frac{1}{3,346 \cdot 10^{22}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$$

j Een watermolecuul heeft een diameter van ongeveer 0,3 nm.

$$\text{In 1 m passen } \frac{1}{0,3 \cdot 10^{-9}} = 3,33 \cdot 10^9 \text{ moleculen}$$

Opgave 1.23

Atoomkern splijten.

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = 4,0330 \text{ u} - 4,0026 \text{ u} = 0,0304 \text{ u}$$

$$\rightarrow \Delta m = 0,0304 \times 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 5,048 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E = 5,048 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \times (2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 4,537 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$\rightarrow E(\text{per atoom}) = 4,537 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Opgave 1.24**Radioactief verval.**

a $E = \Delta m \cdot c^2$

$$\Delta m = 238,0508 \text{ u} - (234,0436 \text{ u} + 4,0026 \text{ u}) = 0,0046 \text{ u}$$

$$\rightarrow \Delta m = 0,0046 \times 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 7,638 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

$$E(\text{per atoom}) = 7,638 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \times (2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 6,865 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

b $n = \frac{1}{238} \text{ mol } ^{238}\text{U} \rightarrow N = \frac{1}{238} \times 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomen } ^{238}\text{U}$

$$\rightarrow N = 2,613 \cdot 10^{21} \text{ atomen } ^{238}\text{U}$$

$$E(\text{per 1 gram}) = 2,613 \cdot 10^{21} \times 6,865 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,794 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$\text{afgerond : } E(\text{per 1 gram}) = 1,75 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Opgave 1.25**Rode bloedcellen (ery's)**

a $V = \pi \cdot r^2 \cdot h \rightarrow V = \pi \times (3,75 \text{ }\mu\text{m})^2 \times 2 \text{ }\mu\text{m} = 88 \text{ }\mu\text{m}^3$

b $A = 2 \times \pi \cdot r^2 + \pi \cdot d \cdot h$

$$\rightarrow A = 2 \times \pi \times (3,75 \text{ }\mu\text{m})^2 + \pi \times 7,5 \text{ }\mu\text{m} \times 2 \text{ }\mu\text{m} = 135 \text{ }\mu\text{m}^2$$

c 1 mL bloed = $5,4 \cdot 10^9$ ery's \rightarrow 1 L bloed = $5,4 \cdot 10^{12}$ ery's

$$\rightarrow 5,5 \text{ liter} = 5,5 \times 5,4 \cdot 10^{12} = 29,7 \times 10^{12} = 3,0 \times 10^{13} \text{ ery's}$$

d $A(1 \text{ ery}) = 135 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$

$$\rightarrow A(\text{alle ery's}) = 29,7 \times 10^{12} \times 135 \times 10^{-12} = 4000 \text{ m}^2$$

e $V(1 \text{ ery}) = 88 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3$

$$\rightarrow A(\text{alle ery's}) = 29,7 \times 10^{12} \times 88 \times 10^{-18} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,6 \text{ L}$$

$$\text{Als } V(\text{bloed}) = 2 \times V(\text{ery's}) \text{ dan } V(\text{bloed}) = 5,2 \text{ L}$$

f $3 \cdot 10^{13} \text{ ery's in 120 dagen} \rightarrow \frac{3 \cdot 10^{13} \text{ ery's}}{120 \times 24 \times 3600 \text{ s}} = 2,9 \cdot 10^6 \text{ ery's/s}$

g $d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow \text{aantal in 1 m} = \frac{1 \text{ m}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 5 \cdot 10^5 \text{ ery's}$

Opgave 1.26**Hemoglobinegehalte in het bloed.**

a 1 mL bloed = $5,4 \cdot 10^9$ ery's

$$\rightarrow 1 \text{ mL bloed} = 5,4 \cdot 10^9 \times 1,2 \cdot 10^9 = 6,48 \cdot 10^{18} \text{ moleculen hemoglobine}$$

$$\rightarrow 1 \text{ mL bloed} = \frac{6,48 \cdot 10^{18} \text{ moleculen}}{6,022 \cdot 10^{20} \text{ moleculen/mmole}} = 1,076 \cdot 10^{-2} \text{ mmol hemoglobine}$$

$$\text{afgerond : hemoglobine - gehalte} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mmol/mL}$$

b $\text{hemoglobine - gehalte} = 1,076 \cdot 10^{-2} \text{ mmol/mL} \times 16114 \text{ mg/mmole} = 173 \text{ mg/mL}$

$$\begin{aligned} \text{c } n(\text{Fe-atomen}) &= 4 \times 1,076 \cdot 10^{-2} = 4,304 \cdot 10^{-2} \text{ mmol/mL} \\ &\rightarrow m(\text{Fe}) = 4,304 \cdot 10^{-2} \text{ mmol/mL} \times 56 \text{ mg/mmol} = 2,4 \text{ mg/mL} \end{aligned}$$

Opgave 1.27

Grafeen, bijzonder materiaal.

$$\text{a } \text{aantal laagjes in } 1 \text{ mm} = \frac{1 \text{ mm}}{0,335 \text{ nm}} = \frac{10^{-3} \text{ m}}{0,335 \cdot 10^{-9}} = 2,82 \cdot 10^6$$

$$\text{b } \text{aantal laagjes in } 1 \text{ cm} = \frac{1 \text{ cm}}{0,335 \text{ nm}} = \frac{10^{-2} \text{ m}}{0,335 \cdot 10^{-9}} = 2,82 \cdot 10^7$$

$$m(1 \text{ dm}^3) = 2,16 \text{ kg} \rightarrow m(1 \text{ cm}^3) = 2,16 \text{ g}$$

$$\rightarrow n(1 \text{ cm}^3) = \frac{2,16 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 0,18 \text{ mol C}$$

$$\rightarrow N(1 \text{ cm}^3) = 0,18 \times 6,022 \cdot 10^{23} = 1,08 \cdot 10^{23} \text{ atomen C}$$

$$\rightarrow \text{aantal atomen C per laagje van } 1 \text{ cm}^2 = \frac{1,08 \cdot 10^{23}}{2,82 \cdot 10^7} = 3,84 \cdot 10^{15}$$

c Zie uitwerking bij b)