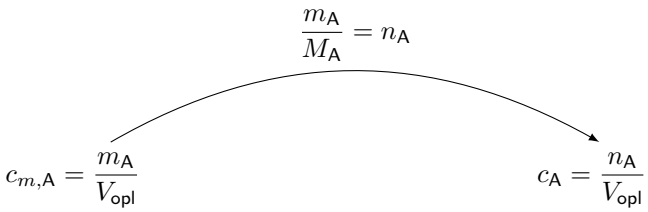
Rekenen met concentratiegrootheden

In de chemie werkt men bij voorkeur met molaire concentraties. Als een oplossing met een andere concentratiegrootheid gegeven is, reken je die meestal om naar een molaire concentratie. Hoe doe je dat?

Om een **massaconcentratie** om te rekenen naar molaire concentratie kan je ofwel delen door de molaire massa, ofwel de massa opgeloste stof omrekenen naar aantal mol:



Voorbeeld 1. Een blikje cola van 33 cl bevat ongeveer 28 gram suiker, en de massaconcentratie suiker bedraagt dus:

$$c_{m,\text{suiker}} = \frac{m_{\text{suiker}}}{V_{\text{opl}}} = \frac{28\,\text{g}}{0{,}33\,\text{L}} = 85\,\text{g/L}$$

De molaire concentratie is gedefinieerd op basis van het aantal mol, en dat kan je berekenen uit het verband $M = \frac{m}{n}$ tussen molaire massa M, aantal mol n en massa m. Je hebt dus de molaire massa van suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) nodig:

$$M_{\text{suiker}} = 12 \cdot 12\,\text{g/mol} + 22 \cdot 1\,\text{g/mol} + 11 \cdot 16\,\text{g/mol} = 342\,\text{g/mol}$$

en bijgevolg is het aantal mol

$$n_{\text{suiker}} = \frac{m_{\text{suiker}}}{M_{\text{suiker}}} = \frac{28\,\text{g}}{342\,\text{g/mol}} = 0{,}082\,\text{mol}$$

en de molaire concentratie van suiker in cola is dus

$$c_{\text{suiker}} = \frac{n_{\text{suiker}}}{V_{\text{opl}}} = \frac{0{,}082\,\text{mol}}{0{,}33\,\text{L}} = 0{,}25\,\text{mol/L}.$$

Alternatief kan je de massaconcentratie ook delen door de molaire massa van de opgeloste stof om de molaire concentratie te bekomen, immers:

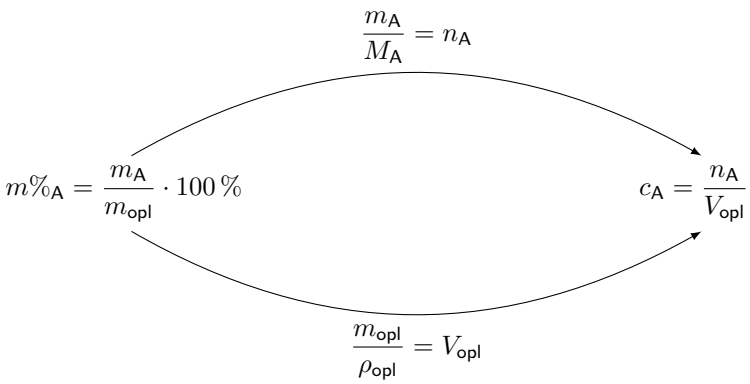
$$\frac{c_{m,A}}{M_A} = \frac{\frac{m_A}{V_{opl}}}{\frac{m_A}{n_A}} = \frac{m_A}{V_{opl}} \cdot \frac{n_A}{m_A} = \frac{n_A}{V_{opl}} = c_A$$

Invullen en uitrekenen geeft eveneens de juiste uitkomst:

$$\frac{c_{m,\text{suiker}}}{M_{\text{suiker}}} = \frac{85\,\text{g/L}}{342\,\text{g/mol}} = 0{,}25\,\text{mol/L} = c_{\text{suiker}}$$

Om een **massaprocent** om te rekenen naar molaire concentratie moet je enerzijds de massa opgeloste stof omzetten naar een aantal mol opgeloste stof. Anderzijds moet je de massa van de oplossing omzetten naar een volume van de oplossing, waarvoor je de massadichtheid van de oplossing nodig hebt.

CC BY-NC-SA 4.0



Voorbeeld 2. Bij een experiment in het labo heb je een $65\,\mathrm{m}\%$ salpeterzuur-oplossing nodig. Je wil graag weten hoeveel de molaire concentratie bedraagt. De massadichtheid van de salpeterzuur-oplossing bedraagt $1{,}39\,\mathrm{g/mL}$.

Een $65\,\mathrm{m}\%$ oplossing salpeterzuur, dus een oplossing met een massaprocent van 65% salpeterzuur is een oplossing die per 100 g oplossing 65 g salpeterzuur bevat, want dan is

$$\frac{m_{HNO_3}}{m_{opl}} \cdot 100\% = \frac{65\,\mathrm{g}}{100\,\mathrm{g}} \cdot 100\ \% = 65\,\%$$

Je moet twee berekeningen maken:

(a) de massa salpeterzuur omrekenen naar mol, met behulp van de molaire massa van salpeterzuur.

$$n_{HNO_3} = \frac{m_{HNO_3}}{M_{HNO_3}} = \frac{65\,\mathrm{g}}{1 \cdot 1\,\mathrm{g/mol} + 1 \cdot 14\,\mathrm{g/mol} + 3 \cdot 16\,\mathrm{g/mol}} = \frac{65\,\mathrm{g}}{63\,\mathrm{g/mol}} = 1{,}03\,\mathrm{mol}$$

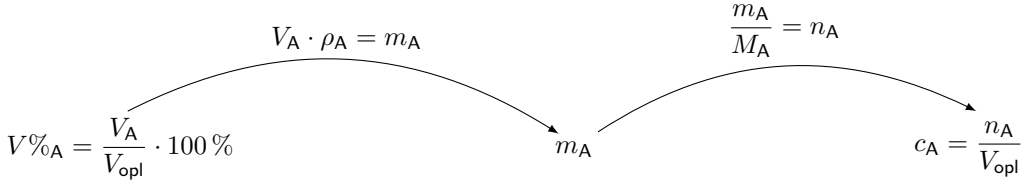
(b) de massa oplossing omrekenen naar volume, met behulp van de massadichtheid van de oplossing.

$$V_{opl} = \frac{m_{opl}}{\rho_{opl}} = \frac{100\,\mathrm{g}}{1{,}39\,\mathrm{g/mL}} = 71{,}9\,\mathrm{mL} = 0{,}0719\,\mathrm{L}$$

Tot slot kan je nu de molaire concentratie uitrekenen:

$$c_{HNO_3} = \frac{n_{HNO_3}}{V_{opl}} = \frac{1{,}03\,\mathrm{mol}}{0{,}0719\,\mathrm{L}} = 14{,}3\,\mathrm{mol/L}$$

Om een **volumeprocent** om te rekenen naar molaire concentratie moet je het volume van de opgeloste stof omrekenen naar een aantal mol opgeloste stof. Dit is niet mogelijk in één keer, maar je kan wel het volume van de opgeloste stof omrekenen naar een massa opgeloste stof met behulp van de massadichtheid van de opgeloste stof. Daarna zet je de massa om naar een aantal mol door te delen met de molaire massa.



Voorbeeld 3. Azijn is een $8\,\mathrm{V}\%$ oplossing van azijnzuur (CH_3COOH) in water. Wat is de molaire concentratie van azijn? De massadichtheid van azijnzuur is $1{,}05\,\mathrm{g/ml}$.

CC BY-NC-SA 4.0

Een $8\,\mathrm{V\%}$ azijnzuuroplossing kan je interpreteren als

$$\frac{V_{\text{azijnzuur}}}{V_{\text{opl}}} \cdot 100\,\% = \frac{8\,\text{mL azijnzuur}}{100\,\text{mL oplossing}} \cdot 100\,\% = 8\,\mathrm{V\%}$$

Je moet het volume azijnzuur omzetten naar aantal mol azijnzuur. Bereken eerst hoeveel gram $8\,\mathrm{mL}$ azijnzuur is:

$$m_{\text{azijnzuur}} = \rho_{\text{azijnuur}} \cdot V_{\text{azijnzuur}} = 1{,}05\,\mathrm{g/ml} \cdot 8\,\mathrm{mL} = 8{,}4\,\mathrm{g}$$

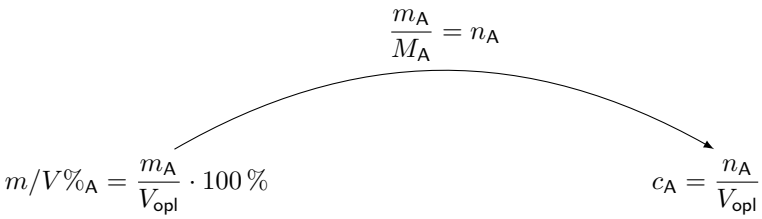
Zet vervolgens de massa azijnzuur om naar een aantal mol:

$$n_{\text{azijnzuur}} = \frac{m_{\text{azijnzuur}}}{M_{\text{azijnzuur}}} = \frac{8{,}4\,\mathrm{g}}{2 \cdot 12\,\mathrm{g/mol} + 4 \cdot 1\,\mathrm{g/mol} + 2 \cdot 16\,\mathrm{g/mol}} = 0{,}14\,\mathrm{mol}$$

Tot slot bereken je de molaire concentratie:

$$c_{\text{azijnzuur}} = \frac{n_{\text{azijnzuur}}}{V_{\text{opl}}} = \frac{0{,}14\,\mathrm{mol}}{0{,}1\,\mathrm{L}} = 1{,}4\,\mathrm{mol/L}$$

Om een **massavolumeprocent** om te rekenen naar molaire concentratie volstaat het de massa opgeloste stof om te zetten in een aantal mol opgeloste stof.



Voorbeeld 4. Soda ($\mathrm{Na_2CO_3}$, natriumcarbonaat) kan je o.a. gebruiken om te poetsen. Wat is de molaire concentratie van een $10\,\mathrm{m/V\%}$ soda-oplossing?

Een oplossing met $10\,\mathrm{m/V\%}$ natriumcarbonaat bestaat uit $10\,\mathrm{g}$ soda per $100\,\mathrm{mL}$ oplossing, want

$$\frac{m_{\text{soda}}}{V_{opl}} \cdot 100\,\% = \frac{10\,\mathrm{g}}{100\,\mathrm{mL}} \cdot 100\,\% = 10\,\%$$

De $10\,\mathrm{g}$ $\mathrm{Na_2CO_3}$ komt overeen met $0{,}094\,\mathrm{mol}$, want

$$n_{\text{soda}} = \frac{m_{\text{soda}}}{M_{\text{soda}}} = \frac{10\,\mathrm{g}}{2 \cdot 23\,\mathrm{g/mol} + 1 \cdot 12\,\mathrm{g/mol} + 3 \cdot 16\,\mathrm{g/mol}} = 0{,}094\,\mathrm{mol}$$

en de molaire concentratie is dus

$$c_{\text{soda}} = \frac{0{,}094\,\mathrm{mol}}{0{,}1\,\mathrm{L}} = 0{,}94\,\mathrm{mol/L}$$

CC BY-NC-SA 4.0