
Opgave 1

$$\text{rekenformule: } c(B) = \frac{n_B}{V_{\text{opl.}}} \quad \text{toepassen:}$$

Bereken de analytische concentratie (mol/L) in elk van de volgende oplossingen:

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| a | 5,00 mol NaCl in 5,00 liter | ► | 5,00 mol / 5,00 L = 1,00 mol/L |
| b | 2,50 mol NH ₄ Cl in 500 mL | ► | 2,50 mol / 0,500 L = 5,00 mol/L |
| c | 200 mmol KBr in 100 mL | ► | 0,200 mol / 0,100 L = 2,00 mol/L |
| d | 30,0 mol suiker in 10,000 L | ► | 30,0 mol / 10,000 L = 3,00 mol/L |
| e | 0,23 mol glycol in 3000 mL | ► | 0,23 mol / 3,000 L = 0,077 mol/L |

Opgave 2

Eerst omrekenen: massa (g) naar mol, dan $c = n / V$ in mol/L

Bereken de analytische concentratie (mol/L) in elk van de volgende oplossingen:

- a 80,0 g NaOH wordt opgelost tot een volume van 5000 mL
 $80,0 \text{ g} / 40,0 \text{ g/mol} = 2,00 \text{ mol} \quad c = 2,00 \text{ mol} / 5,000 \text{ L} = 0,400 \text{ mol/L}$
- b 0,584 g NaCl wordt opgelost tot een volume van 100,0 mL
 $0,584 \text{ g} / 58,4 \text{ g/mol} = 0,0100 \text{ mol} \quad c = 0,0100 \text{ mol} / 0,100 \text{ L} = 0,100 \text{ mol/L}$
- c 500 mg KMnO₄ wordt opgelost tot een volume van 500,0 mL
 $0,500 \text{ g} / 158,0 \text{ g/mol} = 0,00317 \text{ mol} \quad c = 0,00317 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,00633 \text{ mol/L}$
- d 200 mg Na₂CO₃ wordt opgelost tot een volume van 500,0 mL
 $0,200 \text{ g} / 106,0 \text{ g/mol} = 0,00189 \text{ mol} \quad c = 0,00189 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,00377 \text{ mol/L}$
- e 33,00 g glucose (C₆H₁₂O₆) wordt opgelost tot een volume van 5,00 L
 $33,00 \text{ g} / 180,0 \text{ g/mol} = 0,183 \text{ mol} \quad c = 0,183 \text{ mol} / 5,00 \text{ L} = 0,0367 \text{ mol/L}$

Opgave 3

Een handelsoplossing salpeterzuur heeft een dichtheid van 1,38 g/mL en bevat 65,0%(m/m) HNO₃. Bereken $c(\text{HNO}_3)$.

Je gaat uit van één liter oplossing:

1 liter = 1000 mL,

massa van 1000 mL oplossing: $1000 \text{ mL} \times 1,38 \text{ g/mL} = 1380 \text{ g}$

hiervan is 65,0%(m/m) HNO_3 dus: $0,65 \times 1380 \text{ g} = 897,0 \text{ g HNO}_3$

897,0 g HNO_3 is $897,1 \text{ g} / 63,01 \text{ g/mol} = 14,21 \text{ mol}$

We zijn uitgegaan van een liter dus: $c(\text{HNO}_3) = 14,2 \text{ mol/L}$

Opgave 4

Van een waterstofchloride-oplossing zijn de volgende gegevens bekend: $\rho = 1,16 \text{ g/mL}$, $c(\text{HCl}) = 10,0 \text{ mol/L}$.

Hoeveel %(m/m) zoutzuur bevat de oplossing?

$$\%(m/m) = (m(\text{opgelost}) / m(\text{oplossing})) \times 100\%$$

Uitgaande van 1000 mL: $m(\text{oplossing}) = 1000 \text{ mL} \times 1,16 \text{ g/mL} = 1160 \text{ g}$

Hierin zit 10,0 mol HCl, dat is: $m(\text{opgelost}) = 10,0 \text{ mol} \times 36,5 \text{ g/mol} = 365 \text{ g}$

$$\%(m/m) = 365 \text{ g} / 1160 \text{ g} \times 100\% = 31,5 \%(m/m)$$

Opgave 5

$$n_B = V_{\text{opl.}} \cdot c_B$$

a Hoeveel mol NaOH bevat 500 mL NaOH-oplossing met $c(\text{NaOH}) = 0,1020 \text{ mol/L}$?

$$n = 0,500 \text{ L} \times 0,1020 \text{ mol/L} = 0,0510 \text{ mol}$$

b Hoeveel mmol NaCl bevat 10,0 mL NaCl-oplossing met $c(\text{NaCl}) = 5,00 \text{ mol/L}$?

$$n = 0,0100 \text{ L} \times 5,00 \text{ mol/L} = 0,0500 \text{ mol, dat is: } 0,0500 \times 1000 = 50,0 \text{ mmol}$$

c Hoeveel mmol HNO_3 bevat 2,00 L verdund salpeterzuur met $c(\text{HNO}_3) = 0,750 \text{ mol/L}$?

$$n = 2,00 \text{ L} \times 0,750 \text{ mol/L} = 1,50 \text{ mol, dat is: } 1,50 \times 1000 = 1500 \text{ mmol } (1,50 \cdot 10^3)$$

Opgave 6

We lossen 1,00 mol MgCl_2 op tot een volume van 500,0 mL.

Bereken: $c(\text{MgCl}_2)$, $[\text{Mg}^{2+}]$, $[\text{Cl}^-]$ en $[\text{MgCl}_2]$.

$$c(\text{MgCl}_2) = 1,00 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 2,00 \text{ mol/L}$$

MgCl_2 splitst volledig in ionen dus:

$$[\text{Mg}^{2+}] = 2,00 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 2,00 = 4,00 \text{ mol/L}$$

$$[\text{MgCl}_2] = 0,00 \text{ mol/L} \quad (\text{er zijn geen moleculen } \text{MgCl}_2 \text{ in de oplossing})$$

Opgave 7

We lossen 100 mmol Na_2SO_4 op tot totaal 250,0 mL.

► 0,100 mol in 0,250 L

Bereken $c(\text{Na}_2\text{SO}_4)$, $[\text{Na}^+]$, $[\text{SO}_4^{2-}]$ en $[\text{Na}_2\text{SO}_4]$.

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,100 \text{ mol} / 0,250 \text{ L} = 0,400 \text{ mol/L}$$

Na_2SO_4 splitst volledig in ionen dus:

$$[\text{Na}^+] = 2 \times 0,400 \text{ mol/L} = 0,800 \text{ mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,400 \text{ mol/L}$$

Er zijn geen deeltjes Na_2SO_4 in de oplossing, deze zijn immers allemaal gesplitst. De actuele concentratie is dus: 0.

$$[\text{Na}_2\text{SO}_4] = 0,00 \text{ mol/L}$$

Opgave 8

We lossen op: 2,22 g CaCl_2 tot een totaal volume van 500,0 mL.

a Hoe groot is de $c(\text{CaCl}_2)$? Dus: hoeveel mol CaCl_2 is per liter opgelost?

$$2,22 \text{ g } \text{CaCl}_2 \text{ is: } 2,22 \text{ g} / 111,0 \text{ g/mol} = 0,0200 \text{ mol}$$

$$500,0 \text{ mL is: } 0,5000 \text{ L}$$

$$c(\text{CaCl}_2) = 0,020 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,0400 \text{ mol/L}$$

b Hoe groot zijn $[\text{Ca}^{2+}]$, $[\text{Cl}^-]$ en $[\text{CaCl}_2]$? $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$

$$b \quad [\text{Ca}^{2+}] = 0,0400 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 0,0400 \text{ mol/L} = 0,0800 \text{ mol/L}$$

Er zijn geen deeltjes CaCl_2 in de oplossing, deze zijn immers allemaal gesplitst. De actuele concentratie is dus: 0.

$$[\text{CaCl}_2] = 0,00 \text{ mol/L}$$

Opgave 9

We lossen op: 500 mmol FeCl_3 tot een totaal volume van 1000 mL.

a Hoe groot is $c(\text{FeCl}_3)$?

$$\text{Er is } 0,500 \text{ mol in } 1,000 \text{ L dus: } c(\text{FeCl}_3) = 0,500 \text{ mol/L}$$



b Hoe groot is $[\text{Cl}^-]$?

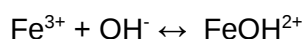
$$[\text{Cl}^-] = 3 \times 0,500 \text{ mol/L} = 1,500 \text{ mol/L}$$

c Hoe groot is $[\text{Fe}^{3+}]$?

$$[\text{Fe}^{3+}] = 0,500 \text{ mol/L}$$

Of eigenlijk < 0,500 mol/L

De chemische realiteit is namelijk anders... Fe^{3+} complexeert gemakkelijk met negatieve ionen. De chemische werkelijkheid is vaak ingewikkelder dan in onze modellen... Dus bijvoorbeeld:



Met andere woorden: de vrije ionenconcentratie van bijvoorbeeld $[\text{Fe}^{3+}]$ is meestal kleiner dan je uit één berekening zou opmaken. Juist 2+ en 3+ metaalionen binden zich gemakkelijk aan bepaalde negatieve ionen zoals OH^- .

d Hoe groot is $[\text{FeCl}_3]$?

FeCl_3 lost op en splitst in ionen dus er zijn geen vrije FeCl_3 -moleculen in de oplossing.

$$[\text{FeCl}_3] = 0,000 \text{ mol/L}$$

Opgave 10

We lossen 5,15 g Li_2SO_4 op tot een eindvolume van 500 mL.

$$5,15 \text{ g } \text{Li}_2\text{SO}_4 \text{ is: } 5,15 \text{ g} / 110 \text{ g/mol} = 0,0468 \text{ mol}$$

$$500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$$



a Hoe groot is $c(\text{Li}_2\text{SO}_4)$?

$$c(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 0,0468 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,094 \text{ mol/L}$$

b Hoe groot is $[\text{Li}^+]$?

$$[\text{Li}^+] = 2 \times 0,094 \text{ mol/L} = 0,187 \text{ mol/L}$$

c Hoe groot is?

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,094 \text{ mol/L}$$

Opgave 11

We lossen 1000 mg NiCl_2 op tot een eindvolume van 2000 mL.

1000 mg NiCl_2 is: $1,000 \text{ g} / 129,6 \text{ g/mol} = 0,00772 \text{ mol}$; $2000 \text{ mL} = 2,000 \text{ L}$.

NiCl_2 lost op in ionen: $\text{NiCl}_2 \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$

a Hoe groot is $c(\text{NiCl}_2)$?

$$0,00772 \text{ mol} / 2,000 \text{ L} = 0,00386 \text{ mol/L}$$

b Hoe groot is $[\text{Ni}^{2+}]$?

$$[\text{Ni}^{2+}] = 0,00386 \text{ mol/L}$$

c Hoe groot is $[\text{Cl}^-]$?

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 0,00386 \text{ mol/L} = 0,00771 \text{ mol/L}$$

Opgave 12

a Hoeveel mmol HCl bevat 50 mL van een oplossing met $c(\text{HCl}) = 0,1250 \text{ mol/L}$?

$$c(\text{HCl}) = 0,1250 \text{ mol/L} \quad \blacktriangleright \quad c(\text{HCl}) = 0,1250 \text{ mmol/mL}$$

$$\text{Dus: } 50 \text{ mL} \times 0,1250 \text{ mmol/mL} = 6,25 \text{ mmol}$$

b Hoeveel mol NaOH bevat 1,45 L van een oplossing met $c(\text{NaOH}) = 5,00 \text{ mmol/mL}$?

$$c(\text{NaOH}) = 5,00 \text{ mmol/mL?} \quad \blacktriangleright \quad c(\text{NaOH}) = 5,00 \text{ mol/L}$$

$$\text{Dus: } 1,45 \text{ L} \times 5,00 \text{ mol/L} = 7,25 \text{ mol}$$

c Hoeveel mmol NH_3 bevat 50 mL van een oplossing met $c(\text{NH}_3) = 0,1250 \text{ mol/L}$?

$$50 \text{ mL} \times 0,1250 \text{ mmol / mL} = 6,25 \text{ mmol}$$

Opgave 13

$$\text{verduunningsfactor: } \frac{\text{nieuw volume}}{\text{oud volume}}$$

a uit 500 mL suikeroplossing wordt 5,00 mL gepipetteerd en aangevuld tot 100 mL
verduunningsfactor: $100 \text{ mL} / 5,00 \text{ mL} = 20 \times$

b 9,95 mL water wordt gemengd met 0,050 mL monster
verduunningsfactor: $(9,95 + 0,050) \text{ mL} / 0,050 \text{ mL} \approx 200$

Bij goede benadering. Volumes optellen is niet altijd juist, er treden kleine verschillen op als de vloeistoffen verschillend zijn.

c 50 mL NaCl-oplossing wordt gemengd met 450 mL water
verduunningsfactor: $(50 + 450) \text{ mL} / 50 \text{ mL} \approx 10 \times$

d 2,00 mL water wordt gemengd met 25 μL KCl-oplossing
verduunningsfactor: $(2,00 + 0,025) \text{ mL} / 0,025 \text{ mL} \approx 81 \times$

Opgave 14

0,080 mol soda wordt opgelost tot 500,0 mL, hiervan wordt 5,00 mL verdund tot 100,0 mL en vervolgens van deze verdunning 25,0 mL tot 500,0 mL.

a Bereken de totale verduunningsfactor.

1^e verduunningsfactor: $100 \text{ mL} / 5,00 \text{ mL} = 20 \times$

2^e verduunningsfactor: $500,0 \text{ mL} / 25,0 \text{ mL} = 20 \times$

Totale verduunningsfactor: $20 \times 20 = 400 \times$

b Bereken analytische concentratie in de eindverdunning.

In de eerste oplossing: $c_{\text{soda}} = 0,080 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,16 \text{ mol/L}$

Na 2 verdunningen: $0,16 \text{ mol/L} / 400 = 0,00040 \text{ mol/L}$.

Opgave 15

1,00 mol KCl wordt opgelost tot 5,00 L, hiervan wordt 50,0 mL verdund tot 1000 mL en vervolgens van deze verdunning 10,0 mL tot 500,0 mL.

a Bereken de totale verduunningsfactor.

1^e $1000 \text{ mL} / 50,0 \text{ mL} = 20$ 2^e $500,0 \text{ mL} / 10,0 \text{ mL} = 50$ totaal: $20 \times 50 = 1000 \times$

- b Bereken analytische concentratie in de eindverdunding.

Beginconcentratie: $1,00 \text{ mol} / 5,00 \text{ L} = 0,200 \text{ mol/L}$

Na verdunning: $0,200 \text{ mol/L} / 1000 = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

Opgave 16

Hoeveel mmol NH_4Cl moet worden opgelost tot 500 mL om na verdunning van 5,00 mL tot 100,0 mL een oplossing te verkrijgen die 10 mmol/L bevat?

De verdunningsfactor is: $100,0 \text{ mL} / 5,00 \text{ mL} = 20 \times$

Beginconcentratie is dan $20 \times 10 \text{ mmol/L} = 200 \text{ mmol/L}$, je maakt 0,500 L (500 mL).

In deze 500 mL dus oplossen: $200 \text{ mmol/L} \times 0,500 \text{ L} = 100 \text{ mmol}$.

Opgave 17

Hoeveel mL water moet aan 5,00 mL van een ammoniumchloride-oplossing met concentratie van 8,0 mmol N/L worden toegevoegd om een oplossing te verkrijgen die 2,0 mmol N/L bevat?

De verdunningsfactor wordt: $8,0 \text{ mmol/L} / 2,0 \text{ mmol/L} = 4$ Dus volume $4 \times$ zo groot.

Het volume moet dan worden: $4 \times 5,00 \text{ mL} = 20,0 \text{ mL}$.

Aan 5,00 mL toevoegen: $20,0 \text{ mL} - 5,00 \text{ mL} = 15,0 \text{ mL}$

Opgave 18

Een standaardoplossing van ureum bevat 50 mmol/L, een voorraadoplossing van glucose bevat 2,5 mmol/L.

- a Tot welk volume moet 3,00 mL ureumoplossing met glucose-oplossing verdund worden om een ureumconcentratie van 2,0 mmol/L te verkrijgen?

c_{ureum} is 50 mmol/L en wordt: 2,0 mmol/L,

verdunningsfactor: $50 \text{ mmol/L} / 2,0 \text{ mmol/L} = 25 \times$

Nieuw volume wordt dan: $3,00 \text{ mL} \times 25 = 75,0 \text{ mL}$

- b Hoe groot wordt dan $c(\text{glucose})$?

Het volume glucose-oplossing dat nodig is: $75,0 \text{ mL} - 3,00 \text{ mL} = 72,0 \text{ mL}$

De verdunningsfactor van glucose is dan: $75,0 \text{ mL} / 72,0 \text{ mL} = 1,042 \times$

$$c(\text{glucose}) = 2,50 \text{ mmol/L} / 1,042 = 2,40 \text{ mmol/L}$$

Opgave 19

Een fosfaatstandaardoplossing bevat 100 mmol P/L, een lithiumstandaard 20 mmol/L.

- a Tot welk volume moet 15 mL fosfaatstandaard met lithium-oplossing verdund worden om een fosfaatconcentratie van 5,0 mmol P/L te verkrijgen?

Verdunningsfactor fosfaat: $100 \text{ mmol/L} / 5,0 \text{ mmol/L} = 20 \times$

Volume wordt dus $20 \times$ zo groot: $15 \text{ mL} \times 20 = 300 \text{ mL}$

- b Hoe groot wordt dan $[\text{Li}^+]$?

Het volume van de lithiumoplossing dat nodig is: $300 \text{ mL} - 15 \text{ mL} = 285 \text{ mL}$

Het volume van de Lithiumoplossing verandert dus van 285 mL naar 300 mL, de verdunningsfactor is dan: $300 \text{ mL} / 285 \text{ mL} = 1,053 \times$

Nieuwe $[\text{Li}^+] = 20 \text{ mmol/L} / 1,053 = 19 \text{ mmol/L}$

Opgave 20

We lossen op: 5,85 g NaCl en 11,1 g CaCl_2 in totaal 500 mL oplossing.

Bereken: $c(\text{NaCl})$, $c(\text{CaCl}_2)$, $[\text{NaCl}]$, $[\text{CaCl}_2]$, $[\text{Na}^+]$, $[\text{Ca}^{2+}]$ en $[\text{Cl}^-]$.

5,85 g NaCl is $5,85 \text{ g} / 58,5 \text{ g/mol} = 0,100 \text{ mol NaCl}$

11,1 g CaCl_2 is $11,1 \text{ g} / 111 \text{ g/mol} = 0,100 \text{ mol CaCl}_2$

Analytische concentraties:

$c(\text{NaCl}) = 0,100 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,200 \text{ mol/L}$

$c(\text{CaCl}_2) = 0,100 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,200 \text{ mol/L}$

Actuele concentraties:

$[\text{Na}^+] = 0,200 \text{ mol/L}$ en: $[\text{Ca}^{2+}] = 0,200 \text{ mol/L}$

Chloride:

NaCl levert bij het oplossen: $0,200 \text{ mol/L Cl}^-$

CaCl_2 levert bij het oplossen: $2 \times 0,200 \text{ mol/L Cl}^-$ totaal: $[\text{Cl}^-] = 0,600 \text{ mol/L}$

$$[\text{NaCl}] = 0,00 \text{ mol/L}$$

$$[\text{CaCl}_2] = 0,00 \text{ mol/L}$$

Opgave 21

We lossen op: 174,3 mg K_2SO_4 en 142,0 mg Na_2SO_4 in totaal 100,0 mL oplossing.

Bereken: $c(\text{K}_2\text{SO}_4)$, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4)$, $[\text{Na}_2\text{SO}_4]$, $[\text{K}_2\text{SO}_4]$, $[\text{Na}^+]$, $[\text{K}^+]$ en $[\text{SO}_4^{2-}]$.

174,3 mg K_2SO_4 is 0,1743 g en dat is: $0,1743 \text{ g} / 174,3 \text{ g/mol} = 0,00100 \text{ mol } \text{K}_2\text{SO}_4$

142,0 mg Na_2SO_4 is 0,1420 g en dat is: $0,1420 \text{ g} / 142 \text{ g/mol} = 0,00100 \text{ mol } \text{Na}_2\text{SO}_4$

Analytische concentraties:

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,00100 \text{ mol} / 0,100 \text{ L} = 0,0100 \text{ mol/L}$$

$$c(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,00100 \text{ mol} / 0,100 \text{ L} = 0,0100 \text{ mol/L}$$

Actuele concentraties:

$$[\text{Na}^+] = 0,0200 \text{ mol/L} \quad \text{want } \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ geeft bij oplossen } 2 \times 0,0100 \text{ mol/L } \text{Na}^+$$

$$[\text{K}^+] = 0,0200 \text{ mol/L} \quad \text{want } \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ geeft bij oplossen } 2 \times 0,0100 \text{ mol/L } \text{K}^+$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0200 \text{ mol/L} \quad \text{want } \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ en } \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ leveren elk } 0,0100 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Na}_2\text{SO}_4] = 0,000 \text{ mol/L}$$

$$[\text{K}_2\text{SO}_4] = 0,000 \text{ mol/L}$$