

Zouten en zoutoplossingen

Hint

Gebruik in dit hoofdstuk het rekenschema uit figuur 3.53 in hoofdstuk 3 voor je berekeningen met de eenheid mol.

4.1 Zouten, namen en formules

A 1

- a** Uit de atoomsoorten natrium en chloor
- b** ionen
- c** Het natriumion heeft de elektronenconfiguratie 2,8 en het chloride-ion heeft de elektronenconfiguratie 2, 8, 8.
- d** Het natriumion bestaat uit 11 protonen en 10 elektronen. Het chloride-ion bestaat uit 17 protonen en 18 elektronen.

B 2

- a** Kalium staat in groep 1, periode 4 en jood in groep 17, periode 4.
- b** Ja het is een zout, want kalium is een metaal en jood is een niet-metaal.
- c** Kalium heeft 1 elektron in zijn buitenste schil en krijgt daardoor als ion een lading van 1+, jood heeft 7 elektronen in zijn buitenste schil en krijgt daardoor als ion een lading van 1-.
- d** Een kaliumion heeft een massa van 39,10 u en een jodide-ion een massa van 126,9 u.

B 3

- a** natriumbromide, NaBr
- b** kwik(II)jodide, HgI₂
- c** koperacetaat, Cu(CH₃COO)₂
- d** ammoniumsulfiet, (NH₄)₂SO₃
- e** aluminiumsulfaat, Al₂(SO₄)₃
- f** kaliumcarbonaat, K₂CO₃

B 4

- a** Na⁺ en SO₄²⁻: Na₂SO₄
- b** Cu²⁺ en CO₃²⁻: CuCO₃
- c** Mg²⁺ en ClO₃⁻: Mg(ClO₃)₂
- d** Li⁺ en OH⁻: LiOH
- e** Na⁺ en HCO₃⁻: NaHCO₃
- f** Ag⁺ en C₂O₄²⁻: Ag₂C₂O₄

B 5

De negatieve ionen die voorkomen in celestiet en strontianiet zijn het sulfaation, SO₄²⁻ en het carbonaation, CO₃²⁻. Beide komen in een verhouding 1 : 1 met het strontiumion voor. De lading van een strontiumion moet dan wel 2+ zijn.

B 6

- a** Mg²⁺ en O²⁻, MgO
- b** Zn²⁺ en NO₃⁻, Zn(NO₃)₂
- c** Ca²⁺ en PO₄³⁻, Ca₃(PO₄)₂
- d** Al³⁺ en S²⁻, Al₂S₃
- e** NH₄⁺ en NO₂⁻, NH₄NO₂
- f** Fe³⁺ en SO₃²⁻, Fe₂(SO₃)₃

B 7

- a** NH_4^+ en SO_4^{2-} , ammoniumsulfaat
- b** Pb^{2+} en NO_2^- , lood(II)nitriet
- c** Mn^{2+} en OH^- , mangaan(II)hydroxide
- d** Mg^{2+} en HCO_3^- , magnesiumwaterstofcarbonaat
- e** Cu^{2+} en O^{2-} , koperoxide
- f** Ba^{2+} en F^- , bariumfluoride

B 8

- a** mangaan(IV)oxide, MnO_2
- b** zilvernitraat, AgNO_3
- c** lood(IV)oxide, PbO_2
- d** kaliumcarbonaat, K_2CO_3
- e** kaliumnitraat, KNO_3
- f** ammoniumcarbonaat, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

B 9

- a** magnesiumoxide, MgO
aluminiumoxide, Al_2O_3
natriumoxide, Na_2O
kaliumoxide, K_2O
ijzer(II)oxide, FeO
koper(I)oxide, Cu_2O
kobalt(II)oxide, CoO
- b** Aangezien het een proces is op het niveau van ionen, is het een proces op microniveau.
- c** Stofeigenschappen horen bij het macroniveau, het is namelijk iets wat je kunt waarnemen.
- d** Het voorvoegsel 'di' wordt alleen toegepast bij de naamgeving van moleculaire stoffen.
- e** De formule is SiO_2 . Het oxide-ion heeft een lading van 2^- , het siliciumion moet een lading hebben van $4+$. De naam wordt dan silicium(IV)oxide.

B 10

- a** CCl_4 is een moleculaire stof en PbI_2 is een zout.
- b** In CCl_4 vind je atoombindingen in moleculen en vanderwaalsbindingen tussen moleculen. In PbI_2 vind je alleen ionbindingen.
- c** De ionbinding is over het algemeen een sterkere binding dan de vanderwaalsbinding, het kook- en smeltpunt is daardoor hoger.

B 11

- a** De magnesiumionen onderling stoten elkaar af, de sulfide-ionen onderling eveneens. De magnesiumionen en de sulfide-ionen trekken elkaar aan.
- b** Elektrostatische krachten zijn onder meer afhankelijk van de grootte van de ladingen. De aantrekkingskracht tussen de magnesium- en de sulfide-ionen is dan ook aanzienlijk groter dan de aantrekkingskracht tussen natrium- en chloride-ionen.
- c** Smeltpunt NaCl : 1074 K, smeltpunt MgS : 2499 K. De ionbinding in MgS (met ionladingen $2+$ en $2-$) is veel sterker dan die in NaCl , met als gevolg een groot verschil in smeltpunt.

C 12 ★

- a** De vier sulfide-ionen hebben gezamenlijk een lading van $8-$. Het ijzerion heeft een lading van $3+$. Voor de vijf koperionen blijft er dus een lading van $5+$ over. Ieder koperion heeft dus een lading van $1+$.
- b** De vijf calciumionen hebben gezamenlijk een lading van $10+$. Het hydroxide-ion heeft een lading van $1-$. Voor de fosfaationen blijft er dus een lading van $9-$ over. Een fosfaat ion heeft een lading van $3-$; je hebt dus 3 fosfaationen nodig om een lading van $9-$ te krijgen. De waarde van n is dus 3.

C 13 ★

De Cu^+ -ionen op de hoekpunten van de kubus worden elk gedeeld door 8 kubussen. De Cu^+ -ionen op de zijvlakken worden elk gedeeld door 2 kubussen. In de kubus cupriet bevinden

$$\text{zich } 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ Cu}^+\text{-ionen en } 2 \times 1 = 2 \text{ O}^{2-}\text{-ionen.}$$

De verhouding $\text{Cu}^+ : \text{O}^{2-} = 4 : 2$ oftewel $2 : 1$.

4.2 Zouten in water

A 14 ○

- a** Hydratatie is het proces waarbij een ion wordt omringd door watermoleculen tijdens het oplossen van een zout. Bij hydratatie worden ionbindingen verbroken en ion-dipoolbindingen gevormd.
- b** Bij een indampvergelijking staan gehydrateerde ionen voor de pijl en een vast zout na de pijl. Bij een oplosvergelijking is dit precies andersom.

B 15

- a** $\text{ZnCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$
- b** $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- c** $\text{MgSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- d** $\text{CuCO}_3(\text{s}) \rightarrow \dots$ (deze stof is slecht oplosbaar in water)
- e** $\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{s}) \rightarrow 3 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
- f** $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- g** $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
- h** $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$

B 16

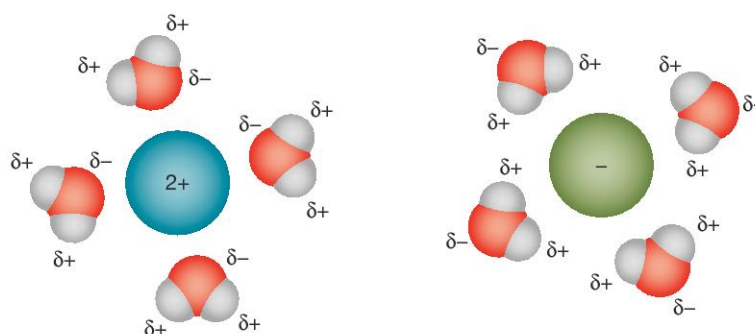
- a** $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{s})$
- b** $2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})$
- c** $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{I}(\text{s})$
- d** $3 \text{K}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4(\text{s})$

B 17

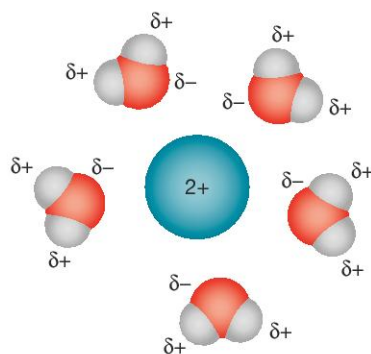
- a** K^+ -ionen, Br^- -ionen en H_2O -moleculen
- b** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ -moleculen en H_2O -moleculen
- c** KBr is een zout. Wanneer een zout oplost in water splitst het in ionen en krijg je K^+ -ionen en Br^- -ionen. Deze oplossing noteer je als $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$. $\text{KBr}(\text{aq})$ zou betekenen dat er in het water 'KBr'-deeltjes zouden voorkomen. Zoals je weet is dit absoluut niet het geval.
- d** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ is een moleculaire stof die goed in water oplost. Bij het oplossen van $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ in water blijven de moleculen onveranderd. Vandaar de notatie $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$.

B 18

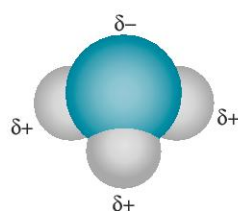
- a** $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$
- b** Zie figuur 4.1.



4.1

B 19**a** NaCH_3COO **b** In 1 L kan maximaal 365 g L^{-1} oplossen, dus in 100 mL lost maximaal 36,5 g natriumacetaat op. Er is 53 g opgelost, dus de oplossing is met $53 - 36,5 = 17 \text{ g}$ natriumacetaat oververzadigd.**c** Er komt $278 \text{ kJ kg}^{-1} \times 53 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 15 \text{ kJ}$ aan warmte vrij.**d** Om 1,0 kg mengsel 1°C in temperatuur te laten stijgen is 2,75 kJ nodig. Om 153 g mengsel 1°C in temperatuur te laten stijgen is $153 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \times 2,75 \text{ kJ kg}^{-1} = 0,421 \text{ kJ}$ aan warmte nodig.In totaal komt 15 kJ aan warmte vrij. De temperatuurstijging is $\frac{15}{0,421} = 35^\circ\text{C}$.De begintemperatuur was 20°C , de maximale temperatuur is dan $20 + 35 = 55^\circ\text{C}$.**B 20****a** $\text{NaOH (s)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{(aq)} + \text{OH}^- \text{(aq)}$ **b** $\text{Na}_2\text{O (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{Na}^+ \text{(aq)} + 2 \text{OH}^- \text{(aq)}$ **c** De naam van deze oplossing is natronloog.**C 21****a** In kopersulfaat zijn Cu^{2+} -ionen en SO_4^{2-} -ionen aanwezig. Volgens Binas tabel 65B geeft het $\text{Cu}^{2+} \text{(aq)}$ een blauwe kleur.**b** Zie figuur 4.2.

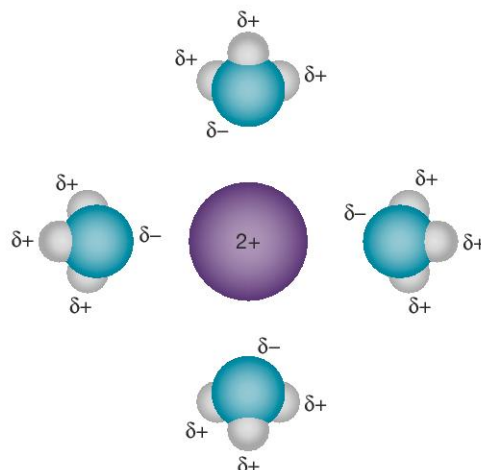
4.2

c De EN van stikstof is 3,1 en die van waterstof 2,1. Het N-atoom krijgt dus de δ^- -lading en het H-atoom de δ^+ -lading. Zie figuur 4.3.

4.3

d Het deeltje $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ heeft een donkerblauwe kleur. Blijkbaar worden de watermoleculen die het Cu^{2+} -ion hydrateren verdrongen door ammoniakmoleculen.

- e De negatieve kanten (δ^-) van de ammoniakmoleculen richten zich naar het Cu^{2+} -ion. Zie figuur 4.4.



4.4

C 22

- a $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
b De oplosbaarheid van bariumnitraat is $1,03 \cdot 10^2$ g per kg water.

massa bariumnitraat (g)	$1,03 \cdot 10^2$	30,0
massa water (kg)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \text{ kg} \times 30,0 \text{ g}}{1,03 \cdot 10^2 \text{ g}} = 0,291 \text{ kg, dus om } 30,0 \text{ g bariumnitraat volledig op te lossen}$$

heb je 291 g water nodig. Je hebt 300 g water, dus het bariumnitraat lost volledig op. Het verkregen mengsel zal dan helder zijn.

- c De oplosbaarheid van aluminiumsulfaat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, is $3,85 \cdot 10^2$ g per kg water.

massa aluminiumsulfaat (g)	$3,85 \cdot 10^2$	65,0
massa water (kg)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \text{ kg} \times 65,0 \text{ g}}{3,85 \cdot 10^2 \text{ g}} = 0,169 \text{ kg, dus om } 65,0 \text{ g aluminiumsulfaat volledig op te}$$

lossen heb je 169 g water nodig. Karlijn dient nog $169 \text{ g} - 150 \text{ g} = 19 \text{ g}$ water toe te voegen.

C 23

- a De zeven oxide-ionen in $\text{Hg}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ hebben gezamenlijk een lading van 14^- . De twee kwikionen hebben gezamenlijk een lading van 4^+ . Voor de twee antimoonionen blijft er een lading van 10^+ over. Elk antimoonion heeft dus een lading van 5^+ . De formule is dan Sb^{5+} .
b $2 \text{HgO (s)} + \text{Sb}_2\text{O}_3 \text{ (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{Hg}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \text{ (s)}$

C 24 ★

- a Het carbonaation heeft een lading van 2^- . De twee hydroxide-ionen hebben samen ook een lading van 2^- . De totale lading van de koperionen moet 4^+ zijn. Elk koperion heeft dan een lading van 2^+ .

- b** De molaire massa van koper is $63,55 \text{ g mol}^{-1}$. De molaire massa van malachiet is $2 \times 63,55 + 12,01 + 5 \times 16,00 + 2 \times 1,008 = 221,13 \text{ g mol}^{-1}$. Voor elke twee koperatomen ontstaat er één malachieteenheid.

$$\text{De massa van het gecorrodeerde koper is met een factor } \frac{221,13}{2 \times 63,55} = 1,740$$

toegenomen. Maar 10% van het koper is gecorrodeerd, wat overeenkomt met een massa van $0,10 \times 27\,216 \text{ kg} = 2721,6 \text{ kg}$. Deze massa is toegevoegd tot $2721,6 \times 1,740 = 4735,6 \text{ kg}$, wat een toename is van $4735,6 - 2721,6 = 2014,0 \text{ kg}$. De totale massa is dan $27\,216 + 2014,0 = 29\,230 \text{ kg}$.

4.3 Zouthydraten

A 25

Nee, het water wordt hier geabsorbeerd (= opgenomen) door het papieren zakdoekje.

A 26

- a** magnesiumsulfaatheptahydraat
- b** natriumthiosulfaatpentahydraat
- c** kaliumaluminiumsulfaatdodecahydraat

A 27

- a** $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- b** $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- c** $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

B 28

- a** $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) + 10 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} (\text{s})$
- b** $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + 10 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} (\text{s})$
- c** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 5 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} (\text{s})$

B 29

- a** Nee, het Cu^{2+} -ion veroorzaakt niet de blauwe kleur, want het Cu^{2+} -ion is ook aanwezig in watervrij koper(II)sulfaat en dat is wit van kleur. Het is het gehydrateerde Cu^{2+} -ion dat de blauwe kleur veroorzaakt, dat wil zeggen een Cu^{2+} -ion dat is omringd door watermoleculen.
- b** Je voegt een beetje wit koper(II)sulfaat toe aan wat ether. Kleurt dit kopersulfaat blauw, dan weet je dat de ether water bevat. Blijft het toegevoegde wit koper(II)sulfaat onveranderd van kleur, dan is de ether watervrij.

B 30

- a** Ja, zodra het overtollige water is verdampt en daarmee de juiste (mol)verhouding tussen gipspoeder en water is bereikt, zal altijd hard gips ontstaan.
- b** Nee, want hard gips bevat al kristalwater.

B 31

- a** $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- b** $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

B 32

- a** De molaire massa van CaCl_2 is $110,98 \text{ g mol}^{-1}$.

$$15 \text{ gram } \text{CaCl}_2 \triangleq \frac{15 \text{ g}}{110,98 \text{ g mol}^{-1}} = 0,14 \text{ mol } \text{CaCl}_2$$

Elk calciumchloride-eenheid neemt zes watermoleculen op, er wordt dus $0,14 \times 6 = 0,81 \text{ mol H}_2\text{O}$ opgenomen. Dit komt overeen met $0,81 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 15 \text{ g water}$.

- b** Dit is een atoombinding.
c Silicagel bevat OH-groepen en is daardoor in staat om met watermoleculen H-bruggen te vormen.
d $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{CoCl}_2 (\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

C 33

- a** natriumchloridedihydraat, $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
b De molaire massa van NaCl is $58,44 \text{ g mol}^{-1}$.

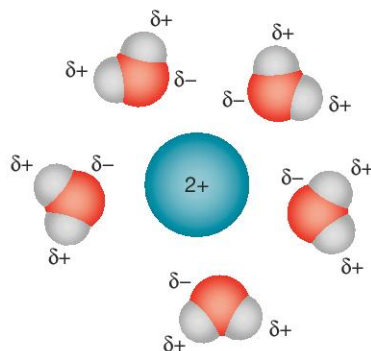
$$10,0 \text{ g haliet} \triangleq \frac{10,0 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} = 0,171 \text{ NaCl}$$

Er kunnen twee H_2O -moleculen per halieteenheid worden opgenomen, dus $0,171 \times 2 = 0,342 \text{ mol H}_2\text{O}$. Dit komt overeen met $0,342 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 6,17 \text{ g water}$.
 Er ontstaat dan $20,0 - 6,17 = 13,8 \text{ g vloeibaar water}$.

$$\text{Dit komt overeen met } \frac{13,8 \text{ g}}{0,998 \text{ g mL}^{-1}} = 13,9 \text{ mL H}_2\text{O}.$$

C 34 ★

- a** Het is iets wat je waarneemt, dus het is op het macroniveau.
b $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{Co}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-} (\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
c Zie figuur 4.5.
d Door het verwarmen verdampt het kristalwater. Hierdoor ontstaat vast kobaltchloride, $\text{CoCl}_2 (\text{s})$, dat blauw van kleur is, zie Binas tabel 65B.
 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{CoCl}_2 (\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$



4.5

4.4 Molariteit

A 35 ○

Molariteit is het aantal mol opgeloste stof per liter oplossing of het aantal millimol opgeloste stof per milliliter oplossing.

A 36

Tussen vierkante haakjes mag je uitsluitend de formule van deeltjes noteren die daadwerkelijk in oplossingen aanwezig zijn. De stof KNO_3 is een zout waarvan de ionen los van elkaar in een oplossing voorkomen. In een KNO_3 -oplossing zijn geen deeltjes KNO_3 aanwezig.

B 37

1 mol glucose heeft een massa van 180,2 g; 1 mmol glucose heeft een massa van 180,2 mg.

5,7 mmol glucose komt overeen met $5,7 \text{ mmol} \times 180,2 \text{ mg} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ mg glucose}$.

5,7 mmol L^{-1} komt dus overeen met $1,0 \cdot 10^3 \text{ mg L}^{-1} = 1,0 \text{ g L}^{-1}$.

B 38**a**

hoeveelheid stof (mol)	0,221	x
volume (liter)	1,00	8,00

$$x = \frac{0,221 \text{ mol} \times 8,00 \text{ L}}{1,00 \text{ L}} = 1,77 \text{ mol H}_2\text{O}_2$$

De molaire massa van H_2O_2 is $34,01 \text{ g mol}^{-1}$. $1,77 \text{ mol H}_2\text{O}_2$ komt overeen met $1,77 \text{ mol} \times 34,01 \text{ g mol}^{-1} = 60,1 \text{ g H}_2\text{O}_2$.**b**

hoeveelheid stof (mol)	0,840	x
volume (liter)	1,00	1,23

$$x = \frac{0,840 \text{ mol} \times 1,23 \text{ L}}{1,00 \text{ L}} = 1,03 \text{ mol NH}_3$$

De molaire massa van NH_3 is $17,03 \text{ g mol}^{-1}$. $1,03 \text{ mol NH}_3$ komt overeen met $1,03 \text{ mol} \times 17,03 \text{ g mol}^{-1} = 17,6 \text{ g NH}_3$.**c**

hoeveelheid stof (mmol)	0,14	x
volume (milliliter)	1,00	60

$$x = \frac{0,14 \text{ mmol} \times 60 \text{ mL}}{1,00 \text{ mL}} = 8,4 \text{ mmol Br}_2$$

De molaire massa van Br_2 is $159,8 \text{ g mol}^{-1}$. $8,4 \text{ mmol Br}_2 = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol Br}_2$, dit komt overeen met $8,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 159,8 \text{ g mol}^{-1} = 1,3 \text{ g Br}_2$.**B 39****a** $\text{NaCl (s)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{Cl}^- \text{ (aq)}$ **b** De molaire massa van NaCl is $58,44 \text{ g mol}^{-1}$.

$$3,78 \text{ g NaCl} \triangleq \frac{3,78 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} = 6,47 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaCl}$$

$$\text{De molariteit van de NaCl-oplossing} = \frac{6,47 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{3,00 \text{ L}} = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

c $[\text{Na}^+] = 2,16 \text{ mol L}^{-1}$ omdat het aantal mol Na^+ even groot is als het aantal mol NaCl dat oorspronkelijk werd opgelost.**B 40****a** $\text{FeCl}_2 \text{ (s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Cl}^- \text{ (aq)}$ **b** De molaire massa van FeCl_2 is $126,8 \text{ g mol}^{-1}$.

$$17 \text{ g FeCl}_2 \triangleq \frac{17 \text{ g}}{126,8 \text{ g mol}^{-1}} = 0,13 \text{ mol FeCl}_2$$

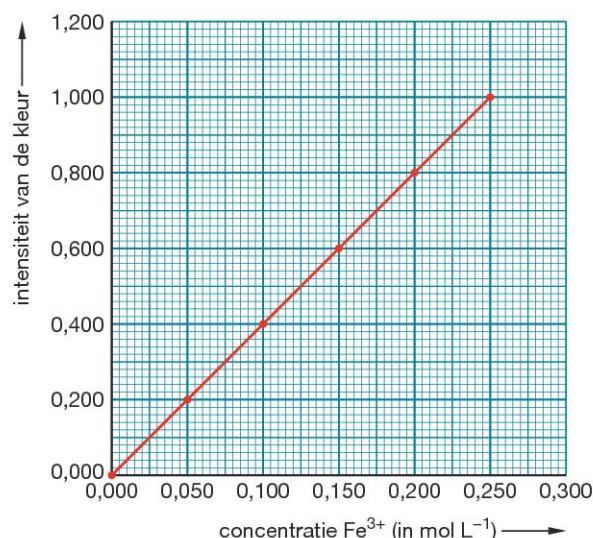
$$\text{De molariteit van de FeCl}_2\text{-oplossing} = \frac{0,13 \text{ mol}}{1,42 \text{ L}} = 9,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

c Het aantal mol Cl^- in de oplossing is hier tweemaal zo groot als het aantal mol FeCl_2 dat oorspronkelijk werd opgelost; zie de coëfficiënten in de oplosvergelijking.

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 9,4 \cdot 10^{-2} = 0,19 \text{ mol L}^{-1}$$

B 41**a** De gehydrateerde Fe^{3+} -ionen zorgen voor een lichtgeel gekleurde oplossing.**b** Zie figuur 4.6.

- c Uit de grafiek kun je aflezen dat de concentratie van de onbekende oplossing ongeveer $0,170 \text{ mol L}^{-1}$ is.



4.6

B 42

De molariteit van de CO in de lucht is $\frac{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2,50 \text{ L}} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$.

B 43

a 0,10 molair is gelijk aan $0,10 \text{ mol L}^{-1}$; 100 mL is gelijk aan 0,100 L.

hoeveelheid stof (mol)	0,10	x
volume (liter)	1,00	0,100

$$x = \frac{0,10 \text{ mol} \times 0,100 \text{ L}}{1,00 \text{ L}} = 0,010 \text{ mol. In oplossing A zit dus } 0,010 \text{ mol suiker.}$$

b 0,25 molair is gelijk aan $0,25 \text{ mol L}^{-1}$; 150 mL is gelijk aan 0,150 L.

hoeveelheid stof (mol)	0,25	x
volume (liter)	1,00	0,150

$$x = \frac{0,25 \text{ mol} \times 0,150 \text{ L}}{1,00 \text{ L}} = 0,038 \text{ mol. In oplossing B zit dus } 0,038 \text{ mol suiker.}$$

c In het mengsel zit $0,010 + 0,038 = 0,048 \text{ mol suiker}$.

d Deze 0,048 mol suiker zit in 250 mL oftewel 0,250 L.

$$\text{De molariteit van de suikeroplossing is } \frac{0,048 \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 0,19 \text{ mol L}^{-1}.$$

B 44

a Proef 1: door het toevoegen van water wordt de hoeveelheid opgeloste glucose per mL kleiner, dus neemt de molariteit af.

Proef 2: het wegschenken van de oplossing heeft geen invloed op de concentratie; de molariteit blijft gelijk.

Proef 3: door het indampen verdampt alleen het water, de hoeveelheid opgeloste glucose per mL neemt toe, dus de molariteit neemt toe.

b Proef 1: het toevoegen van water heeft geen invloed op de hoeveelheid opgeloste glucose. Deze blijft gelijk.

Proef 2: door het wegschenken van de oplossing blijft er minder glucose achter in het bekglas. De hoeveelheid opgeloste glucose in het bekglas wordt minder.

Proef 3: door het indampen verdampt alleen het water, de hoeveelheid opgeloste glucose blijft gelijk.

C 45

- a** Fosforzuur: H_3PO_4
b Additieven worden aan voedingsmiddelen toegevoegd om de eigenschappen van een product te verbeteren of te veranderen.
c Fosforzuur heeft E-nummer E338.
d De molaire massa van fosforzuur is $98,00 \text{ g mol}^{-1}$; $54 \text{ mg} = 0,054 \text{ g}$.

$$0,054 \text{ g fosforzuur} \triangleq \frac{0,054 \text{ g}}{98,00 \text{ g mol}^{-1}} = 5,51 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_3\text{PO}_4.$$

Dit zit in $100 \text{ mL} = 0,100 \text{ L}$.

$$\text{De molariteit van fosforzuur is } \frac{5,51 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,100 \text{ L}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}.$$

- e** Ga uit van $1,0 \text{ L}$ oplossing. Deze oplossing heeft dan een massa van $1,7 \text{ kg}$ en bevat $0,85 \times 1,7 \text{ kg} = 1,45 \text{ kg} = 1,45 \cdot 10^3 \text{ g}$ fosforzuur.
 De molaire massa van fosforzuur is $98,00 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,45 \cdot 10^3 \text{ g fosforzuur} \triangleq \frac{1,45 \cdot 10^3 \text{ g}}{98,00 \text{ g mol}^{-1}} = 15 \text{ mol H}_3\text{PO}_4.$$

Deze hoeveelheid zit in $1,0 \text{ L}$, dus de molariteit van de handelsooplossing is 15 M .

C 46

- a** $15 \text{ mg} = 0,015 \text{ g}$. De molaire massa van androsteron is $290,4 \text{ g mol}^{-1}$.

$$0,015 \text{ g androsteron} \triangleq \frac{0,015 \text{ g}}{290,4 \text{ g mol}^{-1}} = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ androsteron}.$$

- b** Dit aantal mol zit in $15,0 \text{ L}$ urine.

$$\text{De molariteit van androsteron is } \frac{5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{15,0 \text{ L}} = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}.$$

C 47

- a** Nee, want sulfaationen zijn samen met ijzer(II)ionen goed oplosbaar. Er wordt dan geen vast zout gevormd.
b Het aantal mol toegevoegde zilverionen is $0,020 \text{ L} \times 0,100 \text{ mol L}^{-1} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ag}^+$.

$$\text{Als alle zilverionen zijn gereageerd ontstaat hieruit } \frac{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ag}_2\text{SO}_4.$$

De molaire massa van Ag_2SO_4 is $2 \times 107,9 + 32,06 + 4 \times 16,00 = 311,9 \text{ g mol}^{-1}$. De massa van het ontstane Ag_2SO_4 is dan $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 311,9 \text{ g mol}^{-1} = 0,31 \text{ g} = 3,1 \cdot 10^2 \text{ mg}$. Dit is meer dan de 225 mg die is ontstaan. Het zilvernitraat was dan in overmaat aanwezig.

- c** Er was $225 \text{ mg Ag}_2\text{SO}_4$ ontstaan. Dit komt overeen met

$$\frac{225 \text{ mg}}{311,9 \text{ g mol}^{-1}} = 0,721 \text{ mmol Ag}_2\text{SO}_4 = 0,721 \text{ mmol L}^{-1} \text{ SO}_4^{2-}\text{-ionen}.$$

De norm werd dus niet overschreden.

Afsluiting

1

ijzer(III)oxide, Fe_2O_3
magnesiumoxide, MgO
aluminiumoxide, Al_2O_3
calciumsulfide, CaS

2

- a** Aantal protonen: 92
Aantal elektronen: 88
- b** Acht oxide-ionen hebben samen een lading van 16^- . De drie uraanionen hebben dus samen een lading van 16^+ . Eén U^{4+} -ion en twee U^{6+} -ionen hebben samen een lading van 16^+ , dus U^{6+} -ionen.
- c** $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$

3

- a** lood(II)sulfide
- b** Formule zout 1: PbCl_2
Formule zout 2: $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$
Verhouding zout 1: zout 2 = 1 : 3

4

- a** In 75 g water lost $10,3 - 0,9 = 9,4$ g kaliumsulfaat op.

massa kaliumsulfaat (g)	9,4	x
massa water (g)	75	1000

$$x = \frac{9,4 \text{ g} \times 1000 \text{ g}}{75 \text{ g}} = 125 \text{ g, dus de oplosbaarheid van kaliumsulfaat in water is}$$

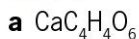
$1,3 \cdot 10^2$ g per kg water.

- b** Volgens Binas is de oplosbaarheid van kaliumsulfaat 120 g per kg water. De waarde bij a is experimenteel bepaald, er kunnen fouten zijn gemaakt bij het afwegen, aflezen, uitvoeren van de proef. Ook de temperatuur van het oplosmiddel speelt een belangrijke rol.

5

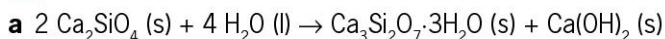


- a** De molare massa van NH_4Cl is $53,491 \text{ g mol}^{-1}$.
De massa van de ammoniumionen is $14,01 + 4 \times 1,008 = 18,042 \text{ g mol}^{-1}$.
Het massapercentage NH_4^+ -ionen = $\frac{18,042}{53,491} \times 100\% = 33,73\%$.
- b** Elke mL geneesmiddel bevat 20 mg ammoniumchloride.
 $20 \text{ mL} \times 20 \text{ mg mL}^{-1} = 4,0 \cdot 10^2 \text{ mg NH}_4\text{Cl}$
 $\frac{33,73}{100} \times 4,0 \cdot 10^2 \text{ mg} = 1,3 \cdot 10^2 \text{ mg ammoniumionen}$

6 ★**b** De molaire massa van calciumtartraat is $40,08 + 4 \times 12,01 + 4 \times 1,008 + 6 \times 16,00 = 188,15 \text{ g mol}^{-1}$.

$$0,38 \text{ g calciumtartraat} \triangleq \frac{0,38 \text{ g}}{188,15 \text{ g mol}^{-1}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol, de oplosbaarheid is dus}$$

$$2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}.$$

 $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} < 0,01 \text{ mol L}^{-1}$, dus calciumtartraat is slecht oplosbaar.**7****b** Als er niet voldoende water aanwezig is, wordt het cement niet volledig omgezet in calciumsilicaattrihydraat en ontstaan er ook geen kristallen, waar het cement zijn hardheid aan ontleent.**c** In de figuur zijn geen individuele atomen, ionen of moleculen te onderscheiden. Het is dus een opname op mesoniveau.**d** De molaire massa van portlandcement is $2 \times 40,08 + 28,09 + 4 \times 16,00 = 172,25 \text{ g mol}^{-1}$.

$$5,00 \text{ ton portlandcement} \triangleq \frac{5,00 \cdot 10^6 \text{ g}}{172,25 \text{ g mol}^{-1}} = 2,90 \cdot 10^4 \text{ mol cement}$$

De verhouding portlandcement : cementsteen is 2 : 1. Er kan dan maximaal

$$\frac{2,90 \cdot 10^4}{2} = 1,45 \cdot 10^4 \text{ mol cementsteen ontstaan.}$$

De molaire massa van cementsteen is $3 \times 40,08 + 2 \times 28,09 + 10 \times 16,00 + 6 \times 1,008 = 342,5 \text{ g mol}^{-1}$.Er kan maximaal $1,45 \cdot 10^4 \text{ mol} \times 342,5 \text{ g mol}^{-1} = 4,97 \cdot 10^6 \text{ g} = 4,97 \text{ ton cementsteen}$ ontstaan.