

Zouten en zoutoplossingen

5.1 Zoutformules en namen

A 1

- a** Een positief ion ontstaat als een (metaal)atoom elektronen afstaat.
- b** Een negatief ion ontstaat als een (niet-metaal)atoom elektronen opneemt.
- c** Goud(I)- en goud(III)ionen, ijzer(II)- en ijzer(III)ionen, kwik(I)- en kwik(II)ionen, lood(II)- en lood(IV)ionen, mangaan(II)- en mangaan(IV)ionen, tin(II)- en tin(IV)ionen, uraan(III)- en uraan(VI)ionen
- d** Een atoom zal net zo veel elektronen afstaan of opnemen tot hij dezelfde elektronenverdeling heeft als een edelgas. Het aantal plaatsen vanaf de atoomsoort tot het dichtstbijzijnde edelgas is dan gelijk aan de lading van het ion.
- e** In tabel 66B
- f** De naam van een positief ion is de naam van de atoomsoort, gevolgd door 'ion'.
Bijvoorbeeld koperion.
- g** De naam van een negatief ion is de naam van de atoomsoort, gevolgd door 'ide-ion'.
Bijvoorbeeld bromide-ion.
- h** Een zout bestaat altijd uit een metaal en een niet-metaal.
- i** Een ionrooster

A 2 

- a** Een samengesteld ion is een ion dat uit meerdere atoomsoorten bestaat.
- b** De atomen in het samengestelde ion zijn met elkaar verbonden door atoombindingen.
Als groep hebben deze atomen elektronen afgestaan of opgenomen.

A 3

- a** carbonaation
- b** fosfaation
- c** hydroxide-ion
- d** ammoniumion
- e** acetaation
- f** nitrietion

A 4

- a** NO_3^-
- b** SO_4^{2-}
- c** HCO_3^-
- d** S^{2-}
- e** SO_3^{2-}
- f** O^{2-}

B 5

- a** De molaire massa van sulfide is $32,06 \text{ g mol}^{-1}$.
 $5,33 \text{ mol}$ komt dan overeen met $5,33 \times 32,06 = 171 \text{ g}$ sulfide-ionen.
- b** De molaire massa van nitraat is $62,01 \text{ g mol}^{-1} \times 1,3 \text{ mg} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ en dat komt overeen met $\frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{62,01} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ nitraationen.

B 6

- a** 1 Het atoomnummer van chloor is 17. Een chloride-ion heeft dan 17 protonen. Omdat de lading van het ion $1-$ is, heeft het 1 elektron meer dan het aan protonen heeft. Het aantal elektronen is dus 18.

- 2 Het atoomnummer van magnesium is 12. Een magnesiumion heeft dan 12 protonen. Omdat de lading van het ion $2+$ is, heeft het 2 elektronen minder dan het aan protonen heeft. Het aantal elektronen is dus 10.
- 3 Het atoomnummer van aluminium is 13. Een aluminiumion heeft dan 13 protonen. Omdat de lading van het ion $3+$ is, heeft het 3 elektronen minder dan het aan protonen heeft. Het aantal elektronen is dus 10.
- 4 Het ammoniumion bestaat uit één stikstofatoom en vier waterstofatomen. Het atoomnummer van stikstof is 7 en van waterstof 1. In totaal heeft een ammoniumion dan $7 + 4 \times 1 = 11$ protonen. Omdat de lading $1+$ is, heeft het 1 elektron minder dan het aan protonen heeft. Het aantal elektronen is dus 10.

- b**
- 1 35,45 u
 - 2 24,31 u
 - 3 26,98 u
 - 4 $14,01 + 4 \times 1,008 = 18,04$ u

C 7

- a** Een ammoniumion bestaat uit één N-atoom en vier H-atomen. De massa van een N-atoom is 14,01 u en die van een H-atoom is 1,008 u. De totale massa van het ion is dan $14,01 + 4 \times 1,008 = 18,042$ u.
De massa van het N-atoom hierin is 14,01 u.

Het massapercentage N is dan $\frac{14,01}{18,042} \times 100\% = 77,65\%$.

- b** Een fosfaation bestaat uit één P-atoom en vier O-atomen. De massa van een P-atoom is 30,97 u en die van een O-atoom is 16,00 u. De totale massa van het molecuul is dan $30,97 + 4 \times 16,00 = 94,97$ u.
De massa van het P-atoom hierin is 30,97 u.

Het massapercentage P is dan $\frac{30,97}{94,97} \times 100\% = 32,61\%$.

A 8

De naam van een zout is de naam van het positieve ion gevolgd door de naam van het negatieve ion. Het achtervoegsel 'ion' laat je dan bij beide ionen weg.

B 9

- a** magnesiumselenide
b zinknitraat
c strontiumfosfaat

B 10

- a** aluminiumsulfaat
b lood(IV)sulfiet
c ammoniumcarbonaat
d bariumsulfide

B 11

- a** natriumwaterstofcarbonaat
b koperacetaat
c kwik(II)jodide
d kaliumhydroxide
e lithiumnitriet

B 12

- a** De moleculaire stoffen zijn ICl_3 , ICl en H_2O_2 . Dat kun je zien doordat ze uitsluitend uit niet-metalen bestaan.
b ICl_3 : joodtrichloride
 ICl : joodmonochloride
 H_2O_2 : waterstofperoxide (diwaterstofdioxide)

- c** De zouten zijn FeCl_3 , AgCl en Na_2S . Dat kun je zien doordat het verbindingen zijn van een metaal en een niet-metaal.
- d** FeCl_3 : ijzer(III)chloride
 AgCl : zilverchloride
 Na_2S : natriumsulfide

A 13

In een zout zijn de ionen gerangschikt in een ionrooster. In een ionrooster is elk positief ion omringd door negatieve ionen. Dat geldt ook andersom voor de negatieve ionen. Je kunt geen moleculen in een zout aanwijzen.

Een zout is altijd elektrisch neutraal. Dat betekent dat de ionen in een vaste verhouding voorkomen, zodat in het zout de hoeveelheid positieve lading gelijk is aan de hoeveelheid negatieve lading. Door deze vaste verhouding heet de formule van een zout een verhoudingsformule.

B 14

- a** Na_2SO_4
b CuCO_3
c Al_2S_3
d $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$
e $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$
f $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
g $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$
h $\text{Ca}(\text{OH})_2$

B 15

- a** De moleculaire stoffen zijn stikstofmono-oxide, koolstofdifluoride en difosforpenta-oxide. De zouten zijn kwik(II)chloride, magnesiumoxide en calciumsulfide. Dat kun je zien doordat in de naam van een moleculaire stof de telwoorden 'mono', 'di', enzovoort worden gebruikt. In de naam van een zout komen deze telwoorden niet voor.
- b** kwik(II)chloride: HgCl_2
 stikstofmono-oxide: NO
 magnesiumoxide: MgO
 koolstofdifluoride: CS_2
 calciumsulfide: CaS
 difosforpenta-oxide: P_2O_5

C 16

De verhoudingsformule van ammoniumnitraat is NH_4NO_3 . De totale massa van het zout is dan:
 $2 \times 14,01 + 4 \times 1,008 + 3 \times 16,00 = 80,052 \text{ u}$

De massa van de atoomsoort N in dit zout is $2 \times 14,01 = 28,02 \text{ u}$.

Het massapercentage N in ammoniumnitraat is dan $\frac{28,02}{80,052} \times 100\% = 35,00\%$.

C 17 ★

- a** Kalium komt voor in kaliumionen (K^+). Fosfor komt voor in fosfaationen (PO_4^{3-}). Stikstof komt voor in nitraationen (NO_3^-) en nitrietionen (NO_2^-).
- b** Mogelijkheden zijn:
- kaliumfosfaat, K_3PO_4
 - kaliumnitraat, KNO_3
 - kaliumnitriet, KNO_2

C 18

- a** $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3$
b $\text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

- c** De molaire massa van ammoniumcarbonaat is:

$$2 \times 14,01 + 8 \times 1,008 + 12,01 + 3 \times 16,00 = 96,094 \text{ g mol}^{-1}$$

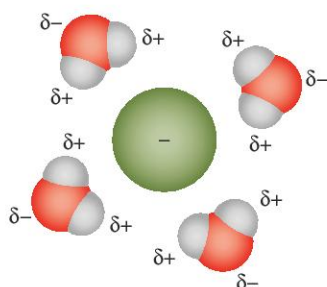
$$7000 \text{ ton} = 7,000 \cdot 10^9 \text{ g. Dit komt overeen met } \frac{7,000 \cdot 10^9}{96,094} = 7,285 \cdot 10^7 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3.$$

Per mol ammoniumcarbonaat is één mol koolstofdioxide nodig. Voor 7000 ton is $7,285 \cdot 10^7 \text{ mol CO}_2$ nodig. De molaire massa van CO_2 is $44,010 \text{ g mol}^{-1}$. De massa van het benodigde CO_2 is dan $44,010 \times 7,285 \cdot 10^7 = 3,206 \cdot 10^9 \text{ g} = 3206 \text{ ton}$.

5.2 Zouten in water

A 19

- a** Om een stroom te kunnen geleiden moet een stof vrij bewegende, geladen deeltjes bevatten. Zodra een zout oplost in water worden de ionbindingen in het zout verbroken. De ionen kunnen dan vrij bewegen door het water.
- b** Een gehydrateerd ion is een ion dat is omringd door watermoleculen.
- c** Zie figuur 5.1.



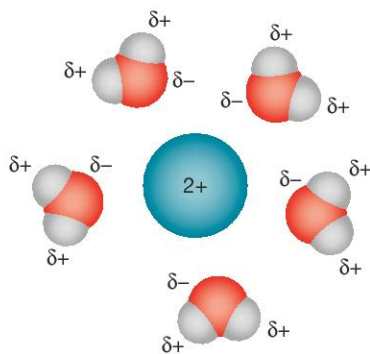
5.1

B 20

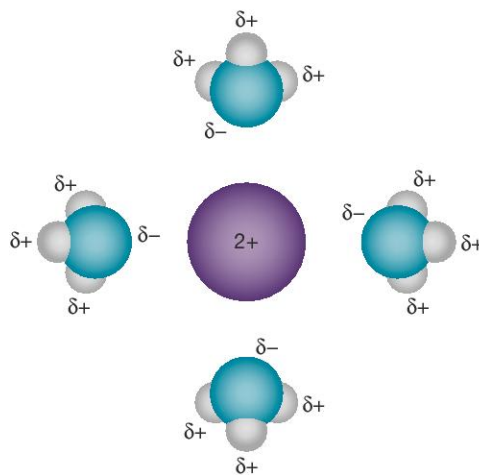
- a** juist
- b** Onjuist, het moet zijn: $\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$.
- c** juist
- d** juist
- e** Onjuist, het moet zijn: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{aq})$.

C 21 ★

- a** Het Cu^{2+} -ion
- b** Zie figuur 5.2.
- c** $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} (\text{aq})$
- d** Zie figuur 5.3.



5.2



5.3

A 22

Voor de pijl verkeert het zout in de vaste fase (s). Na pijl zijn de ionen opgelost in water (aq).

B 23

- a** $\text{AgNO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
b $\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 (\text{s})$
c $\text{AlCl}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{Cl}^- (\text{aq})$

B 24

- 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 $\text{Na}_3\text{PO}_4 (\text{s}) \rightarrow 3 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq})$
e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
f $\text{K}_2\text{O} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$

B 25

- 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 $\text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{I}$
d $3 \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq}) \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 (\text{s})$

B 26

- a** $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq})$
b $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$
c $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 (\text{s})$
d $\text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{Br}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Br} (\text{s})$

A 27

- a** In Binas tabel 45A kun je vinden welke zouten goed (g), slecht (s) of matig (m) oplosbaar zijn in water en welke zouten reageren in water (r).
b Natriumoxide, Na_2O , kaliumoxide, K_2O , calciumoxide, CaO en bariumoxide, BaO
c natriumoxide: natronloog
kaliumoxide: kaliloog
calciumoxide: kalkwater
bariumoxide: barietwater

B 28

- | | |
|---|--------------------------------|
| a 1 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | 6 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ |
| 2 Na_2O | 7 BaO |
| 3 HgCl_2 | 8 PbBr_2 |
| 4 MgI_2 | 9 HgCl |
| 5 $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ | 10 BaSO_4 |
| b 1 slecht oplosbaar | 6 goed oplosbaar |
| 2 reageert met water | 7 reageert met water |
| 3 goed oplosbaar | 8 matig oplosbaar |
| 4 goed oplosbaar | 9 slecht oplosbaar |
| 5 goed oplosbaar | 10 slecht oplosbaar |
| c 2 $\text{Na}_2\text{O} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$ | |
| 3 $\text{HgCl}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Hg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$ | |
| 4 $\text{MgI}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq})$ | |
| 5 $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$ | |
| 6 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$ | |
| 7 $\text{BaO} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$ | |

B 29

Oplossing 2: natronloog
Oplossing 7: barietwater

B 30**a** NaCH_3COO **b** In 1 L water kan maximaal 365 g natriumacetaat oplossen. In 100 mL water kan dan 36,5 g oplossen.Er is 53 g opgelost. De oplossing is dan met $53 - 36,5 = 17$ g oververzadigd.**c** Per 1 kg natriumacetaat komt 278 kJ aan warmte vrij. $53 \text{ g} = 53 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$. Er komt bij deze hoeveelheid $53 \cdot 10^{-3} \times 278 = 15$ kJ aan warmte vrij.**B 31** **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** natronloog**C 32** **a** $\text{NaOH (s)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$ De molaire massa van natriumhydroxide is $39,997 \text{ g mol}^{-1}$. $10,3 \text{ g natriumhydroxide komt overeen met } \frac{10,3}{39,997} = 0,258 \text{ mol.}$ Per mol natriumhydroxide die oplost ontstaat 1 mol hydroxide-ionen. Er is dus ook $0,258 \text{ mol OH}^-$ -ionen in oplossing. De molaire massa van hydroxide is $17,008 \text{ g mol}^{-1}$. Dit komt overeen met $0,258 \times 17,008 = 4,38 \text{ g}$.**b** $\text{Na}_2\text{O (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{Na}^+ \text{ (aq)} + 2 \text{OH}^- \text{ (aq)}$ De molaire massa van natriumoxide is $61,979 \text{ g mol}^{-1}$. $10,3 \text{ g natriumoxide komt overeen met } \frac{10,3}{61,979} = 0,166 \text{ mol.}$ Per mol natriumoxide die reageert, ontstaat 2 mol hydroxide-ionen. Er is dus $2 \times 0,166 = 0,332 \text{ mol OH}^-$ -ionen in oplossing. De molaire massa van hydroxide is $17,008 \text{ g mol}^{-1}$. Dit komt overeen met $0,332 \times 17,008 = 5,65 \text{ g}$.**c** De dichtheid van water is $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, oftewel $0,998 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.De massa van $1,0 \text{ L}$ water is dus $0,998 \cdot 10^3 \text{ g}$.Aan beide oplossingen wordt $10,3 \text{ g}$ zout toegevoegd. De totale massa van beide oplossingen is dus $0,998 \cdot 10^3 + 10,3 = 1008,3 \text{ g}$.In $10,3 \text{ g}$ natriumhydroxide is $4,38 \text{ g}$ hydroxide aanwezig (zie a). Er is dan $10,3 - 4,38 = 5,92 \text{ g Na}^+$.Het massapercentage Na^+ is dan $\frac{5,92}{1008,3} \times 100\% = 0,587\%$.Als er $0,332 \text{ mol}$ hydroxide-ionen ontstaan bij de reactie van Na_2O met water, ontstaan er ook $0,332 \text{ mol}$ natriumionen (zie de reactievergelijking). Uit $10,3 \text{ g}$ natriumoxide ontstaat dus $0,332 \times 22,99 = 7,63 \text{ g}$ natriumionen.Het massapercentage Na^+ is dan $\frac{7,63}{1008,3} \times 100\% = 0,757\%$.

5.3 Zouthydraten

A 33**a** Water dat in het ionrooster van een zout is opgenomen heet kristalwater.**b** Sommige zouten zijn in staat om water in hun ionrooster op te nemen. Een zout dat water heeft opgenomen heet een zouthydraat.**c** Het opnemen van kristalwater is vaak een exotherm proces. Het afstaan van kristalwater is dan juist endotherm.**B 34****a** gips: calciumsulfaatdihydraat

soda: natriumcarbonaatdecahydraat

glauberzout: natriumsulfaatdecahydraat

chroomaluin: chroom(III)kaliumsulfaatdodecahydraat

b gips: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

soda: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

glauberzout: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

chromaluin: $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

c $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{CaSO}_4 (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

d $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) + 10 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

B 35

a De kleurverandering is een zichtbaar proces, dus dit is op macroniveau.

b Dat is microniveau, hydratatie is een proces van ionen waar watermoleculen omheen gerangschikt worden. Dit is dus een proces op het niveau van moleculen en ionen.

c Nee, want het Cu^{2+} -ion was ook al aanwezig in het kopersulfaat. Pas als de Cu^{2+} -ionen worden gehydrateerd, ontstaat een blauwe kleur.

d Voeg een druppel ether toe aan een kleine hoeveelheid vast kopersulfaat. Als het kopersulfaat blauw kleurt, is er in het ether water aanwezig.

B 36

a Nee, dat is afhankelijk van de hoeveelheid water die je toevoegt. Als je te weinig water toevoegt zal het calciumsulfaat niet uitharden. Als je juist te veel water toevoegt zal het calciumsulfaat ook niet goed uitharden, er ontstaat dan een papje van calciumsulfaat in water.

b Nee, dat kan niet. In het verpoederde gips zit namelijk al kristalwater ingebouwd.

B 37

a De gehydrateerde Co^{2+} -ionen geven aan de oplossing een roze kleur.

b Zodra kobaltchloride water opneemt, ontstaat kobaltchloridehexahydraat:



Kobaltchloridehexahydraat is rood van kleur. Dit is op rood papier vrijwel niet zichtbaar.

c Door kobaltchloridehexahydraat te verwarmen, verdampt het kristalwater uit het rooster:

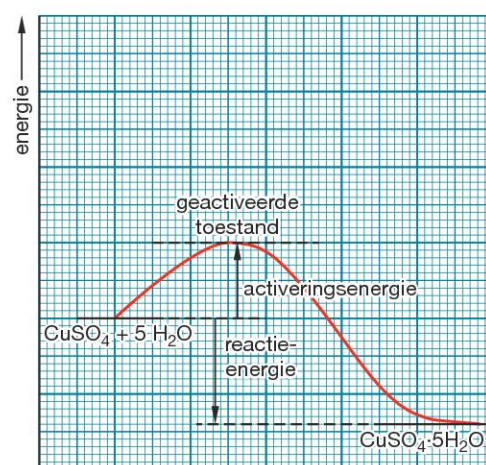


Het ontstane $\text{CoCl}_2 (\text{s})$ is blauw van kleur en is goed zichtbaar op rood papier.

d Je zou de inkt dan voorzichtig vochtig moeten maken, zodat hij weer een zouthydraat gaat vormen. Daarbij mag het papier natuurlijk niet te nat worden. Je zou het bijvoorbeeld voorzichtig kunnen stomen.

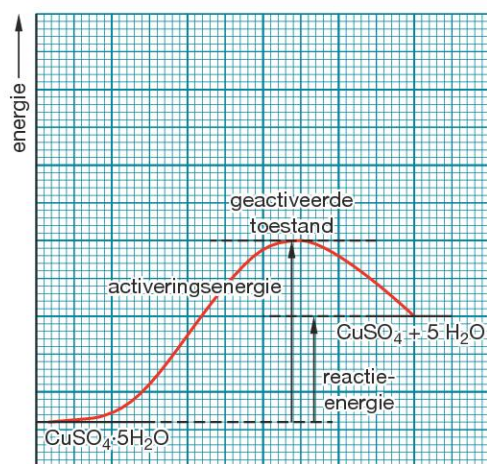
C 38

a Zie figuur 5.4.



5.4

- b** De activeringsenergie is waarschijnlijk laag. Zouthydraten nemen al bij kamertemperatuur water in hun ionrooster op.
- c** De activeringsenergie voor het afstaan van kristalwater is hoger. Dat kun je zien door het energiediagram uit onderdeel a om te keren. Zie figuur 5.5.



5.5

A 39

Zouthydraten worden gebruikt als droogmiddel, als bouw materiaal en als koelmiddel.

B 40

Door de hoge temperatuur tijdens de brand heeft het beton (een deel van) zijn kristalwater afgestaan. Hierdoor neemt de stevigheid van het beton sterk af.

B 41 

Ten eerste zal Jeroen het opgenomen kristalwater uit het gips moeten verwijderen door het te verwarmen. Vervolgens kan hij opnieuw water toevoegen om bewerkbaar gips te krijgen. Na een nieuw figuurtje gemaakt te hebben kan hij het dan laten uitharden.

C 42

a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

b De molaire massa van calciumsulfaatdihydraat is $136,14 + 2 \times 18,016 = 174,17 \text{ g mol}^{-1}$.
 $55\,000 \text{ kg} = 55\,000 \cdot 10^3 \text{ g}$

$$\text{Dit komt overeen met } \frac{55\,000 \cdot 10^3}{174,17} = 3,1578 \cdot 10^5 \text{ mol.}$$

Per mol calciumsulfaat is twee mol water gebonden.

In het kristal is dan $3,1578 \cdot 10^5 \times 2 = 6,3157 \cdot 10^5 \text{ mol}$ water gebonden.

De molaire massa van water is $18,016 \text{ g mol}^{-1}$.

De massa is dan $6,3157 \cdot 10^5 \times 18,016 = 11,378 \cdot 10^3 \text{ g} = 11\,378 \text{ kg}$.

c In azuriet zijn twee CO_3^{2-} -ionen aanwezig en twee OH^- -ionen. De totale negatieve lading is dus 6-. De koperionen moeten dan samen een lading hebben van 6+. Aangezien er drie koperionen zijn, is de lading van elk Cu-ion 2+.

C 43 ★**a** $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ **b** De molaire massa van magnesiumnitraat is $24,31 + 2 \times 14,01 + 6 \times 16,00 = 148,33 \text{ g mol}^{-1}$.De massa is 2,87 g. Dit komt overeen met $\frac{2,87}{148,33} = 1,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.De molaire massa van water is $18,016 \text{ g mol}^{-1}$. Er is $5,00 - 2,87 = 2,13 \text{ g}$ water afgestaan.Dit komt overeen met $\frac{2,13}{18,016} = 1,18 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$.De molverhouding magnesiumnitraat: water is dan $1,93 \cdot 10^{-2} : 1,18 \cdot 10^{-1}$. Als je dit versimpelt, krijg je $\frac{1,93 \cdot 10^{-2}}{1,93 \cdot 10^{-2}} : \frac{1,18 \cdot 10^{-1}}{1,93 \cdot 10^{-2}} = 1,00 : 6,13$.

Er is dus iets meer dan 6 mol water opgenomen per mol magnesiumnitraat. Dit komt redelijk overeen met de naam.

C 44**a** De molaire massa van calciumchloride is $110,98 \text{ g mol}^{-1}$.15 g hiervan komt dan overeen met $\frac{15}{110,98} = 0,14 \text{ mol}$ calciumchloride.

Per mol calciumchloride kan zes mol water opgenomen worden:

 $0,14 \times 6 = 0,81 \text{ mol}$ waterDe molaire massa van water is $18,016 \text{ g mol}^{-1}$. De massa is dan $0,81 \times 18,016 = 15 \text{ g}$ water.**b** $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{CoCl}_2 (\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$ **+ 5.4 Reacties tussen ionen****A 45**

Een neerslagreactie vindt plaats als door het samenvoegen van twee zoutoplossingen een nieuw slecht oplosbaar zout ontstaat. Dit zout zal een vaste stof gaan vormen. Die vaste stof noem je een neerslag.

A 46

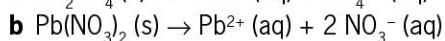
De vergelijking van de reactie tussen de ionen die samen een slecht oplosbaar zout vormen noem je een neerslagvergelijking.

B 47 ⊙**a** natriumion: Na^+ carbonaat: CO_3^{2-} calciumion: Ca^{2+} chloride-ion: Cl^- **b** Dat zijn de calcium- en carbonaationen.**c** $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s})$ **B 48**

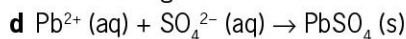
Lood(II)chromaat is geel van kleur. Lood(II)oxide is lichtgeel van kleur.

B 49

Leidingwater bevat een kleine hoeveelheid opgeloste zouten, zoals calciumhydroxide (kalk). Deze zouten kunnen mogelijk andere neerslagreacties veroorzaken.

B 50

c Een neerslag van loodsulfaat

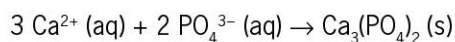


e De natrium- en nitraationen blijven in oplossing, dus die zullen nog in het filtraat voorkomen.

C 51

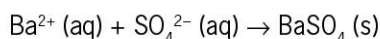
a Ja, er wordt een neerslag van calciumfosfaat gevormd:

	PO_4^{3-}	NO_3^-
Na^+	g	g
Ca^{2+}	s	g



b Ja, er wordt een neerslag van bariumsulfaat gevormd:

	SO_4^{2-}	Cl^-
Cu^{2+}	g	g
Ba^{2+}	s	g

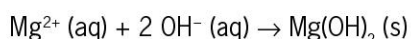


c Dit is geen neerslagreactie.

	CH_3COO^-	SO_4^{2-}
Zn^{2+}	g	g
Al^{3+}	g	g

d Ja, er wordt een neerslag van magnesiumhydroxide gevormd:

	OH^-	I^-
K^+	g	g
Mg^{2+}	s	g

**A 52**

a Je kunt een slecht oplosbaar zout maken door twee goed oplosbare zouten samen te voegen waarin de ionen voorkomen die het slecht oplosbare zout vormen. Er zal dan een neerslagreactie optreden waarbij het slecht oplosbare zout wordt gevormd. Je kunt deze vervolgens uit het mengsel filtreren.

b Nee, want er zal dan geen neerslagreactie optreden.

A 53

Omdat natrium- en nitraationen met vrijwel elk ander ion goed oplosbaar zijn. Je krijgt dan geen ongewenste neerslagreacties.

B 54

a Bijvoorbeeld door het samenvoegen van een bariumnitraatoplossing en een natriumcarbonaatoplossing:

	NO_3^-	CO_3^{2-}
Ba^{2+}	g	s
Na^+	g	g

Er ontstaat dan een neerslag van bariumcarbonaat.

- b** Bijvoorbeeld door het samenvoegen van een zilvernitraatoplossing en een natriumbromideoplossing:

	NO_3^-	Br^-
Ag^+	g	s
Na^+	g	g

Er ontstaat dan een neerslag van zilverbromide.

- c** Bijvoorbeeld door het samenvoegen van een zinknitraatoplossing en een natriumsulfietoplossing:

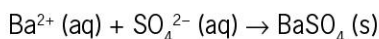
	NO_3^-	SO_3^{2-}
Zn^{2+}	g	s
Na^+	g	g

Er ontstaat dan een neerslag van zinksulfiet.

C 55 ★

- a** Er ontstaat een neerslag van bariumsulfaat:

	SO_4^{2-}	NO_3^-
Na^+	g	g
Ba^{2+}	s	g



- b** Bij het filtreren komen de opgeloste natrium- en nitraationen in het filtraat terecht. Deze vormen weer een vast zout als het filtraat wordt ingedampt:
 $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{s})$
- c** Stap 1: kies twee zouten die de ionen bevatten die het goed oplosbare zout vormen én waarvan de resterende ionen een slecht oplosbaar zout vormen.
 Stap 2: los deze zouten op en voeg de twee zoutoplossingen samen. Meng deze oplossingen in de juiste verhouding, zodat je zeker weet dat alleen de gewenste ionen in het filtraat zitten.
 Stap 3: de ongewenste ionen vormen samen een slecht oplosbaar zout, filtreer deze uit het mengsel.
 Stap 4: damp het filtraat in.

A 56

- a** Je toont een positieve ionsoort in een oplossing aan door er een andere zoutoplossing aan toe te voegen. Die oplossing moet een negatieve ionsoort bevatten die uitsluitend een neerslagreactie met de aan te tonen ionsoort geeft.
- b** Je toont een negatieve ionsoort in een oplossing aan door er een andere zoutoplossing aan toe te voegen. Die oplossing moet een positieve ionsoort bevatten die uitsluitend een neerslagreactie met de aan te tonen ionsoort geeft.

B 57 Ⓞ

- a** Door er bijvoorbeeld een natriumfluoride-oplossing aan toe te voegen. De F^- -ionen zullen een neerslag met de Mg^{2+} -ionen vormen. Als er geen neerslag wordt gevormd is er geen Mg^{2+} aanwezig.
- b** Door er bijvoorbeeld een ijzer(II)nitraatoplossing aan toe te voegen. De Fe^{2+} -ionen zullen een neerslag met de CO_3^{2-} -ionen vormen. Als er geen neerslag wordt gevormd is er geen CO_3^{2-} aanwezig.

C 58

- a** Natriumcarbonaat is een goed oplosbaar zout, calciumcarbonaat is een slecht oplosbaar zout. Als je wat water in de reageerbuis doet en er ontstaat een heldere oplossing, dan is het zout natriumcarbonaat. Ontstaat er een suspensie, dan is het calciumcarbonaat.
 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

- b** Beide zouten zijn goed oplosbaar, maar koper(II)ionen geven het water een blauwe kleur. Je kunt dus water toevoegen en aan de kleur herkennen welk zout het is.
- $$\text{CuSO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$$
- $$\text{K}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$$
- Je kunt ook gebruikmaken van een neerslagreactie. In dat geval ga je als volgt te werk: Los eerst het zout op. Zoek vervolgens een negatief ion dat wel een neerslag vormt met de koper(II)ionen en niet met de kaliumionen, bijvoorbeeld sulfide-ionen. Voeg een oplossing van natriumsulfide toe aan de oplossing van het zout. Als er een neerslag ontstaat, is het zout koper(II)sulfaat. Ontstaat er geen neerslag, dan is het zout kaliumsulfaat.
- $$\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + \text{S}^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{CuS} (\text{s})$$
- c** Beide zouten zijn goed oplosbaar en vormen een heldere, kleurloze oplossing.
- $$\text{NaBr} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{Br}^- (\text{aq})$$
- $$\text{MgBr}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Br}^- (\text{aq})$$
- Na het toevoegen van water moet je een onderscheid maken tussen natrium- en magnesiumionen. Voeg bijvoorbeeld een oplossing van natriumhydroxide toe. Als er een neerslag ontstaat, is het zout magnesiumbromide. Ontstaat er geen neerslag, dan is het zout natriumbromide.
- $$\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 (\text{s})$$

C 59

- a** Los een beetje van de stof op en voeg er bijvoorbeeld een natriumsulfaatoplossing aan toe. Is een neerslag zichtbaar, dan was er lood(II)acetaat aanwezig. Treedt er geen neerslagvorming op, dan is de stof niet verontreinigd, omdat zinkionen geen neerslag vormen met sulfaationen.
- b** Los een kleine hoeveelheid van de stof op en voeg er bijvoorbeeld een zinkchloride-oplossing aan toe. Treedt er geen neerslagreactie op, dan is de stof niet verontreinigd. Zinkionen geven een neerslag met sulfietionen.
- c** Los een spatelpuntje van de stof op en voeg er bijvoorbeeld een bariumchloride-oplossing aan toe. Is er een neerslag zichtbaar, dan was er ammoniumsulfaat aanwezig. Treedt er geen neerslagvorming op, dan is de stof niet verontreinigd.

C 60 ★

- a** Los een beetje van de stof op en voeg bijvoorbeeld een magnesiumchloride-oplossing toe. Mg^{2+} -ionen vormen met Cl^- -ionen géén neerslag, maar met CO_3^{2-} -ionen wel:
- $$\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{MgCO}_3 (\text{s})$$
- Als er geen neerslag ontstaat, is de stof dus natriumchloride. Ontstaat er wel een neerslag, dan is de stof natriumcarbonaat.
- b** Zie het antwoord bij a. Als er na het toevoegen van de magnesiumchloride een neerslag ontstaat, dan is het natriumchloride dus verontreinigd met natriumcarbonaat. Ontstaat er geen neerslag, dan was het natriumchloride niet verontreinigd met natriumcarbonaat.
- c** Dit kun je niet nagaan, er is geen positief metaalion te vinden (in Binas tabel 45A) dat met chloride-ionen wel een neerslag vormt en met carbonaationen niet. En dat was de eis, omdat je dan op grond van een eventuele neerslag zou kunnen concluderen of het mengsel verontreinigd was of niet.

C 61 ★

- a**
- Hester doet een schepje van elk zout in een reageerbuis met wat water. Het zout dat niet oplost is calciumfosfaat. De beide andere reageerbuisen bevatten nu oplossingen van calciumchloride en calciumnitraat.
 - Hester voegt aan beide oplossingen een positieve ionsoort toe die wel reageert met Cl^- en niet met NO_3^- , bijvoorbeeld Ag^+ -ionen. Ze voegt dus een zilvernitraatoplossing toe.
 - In de reageerbuis waarin geen neerslag ontstaat, zit de calciumnitraatoplossing. In de reageerbuis waarin wel een neerslag ontstaat, zit de calciumchloride-oplossing.
- b** De twee oplosvergelijkingen zijn:
- $$\text{CaCl}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$$
- $$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq})$$
- De neerslagvergelijking is:
- $$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl} (\text{s})$$

Afsluiting

1

magnesiumoxide: MgO

aluminiumoxide: Al_2O_3

natriumoxide: Na_2O

kaliumoxide: K_2O

2

a Koperhydroxide en kopersulfaat

b De molaire massa van ijzer is $55,85 \text{ g mol}^{-1}$. $1,0 \text{ kg} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ g}$.

Dit komt overeen met $\frac{1,0 \cdot 10^3}{55,85} = 18 \text{ mol Fe}$.

Per 4 mol ijzer ontstaat er 4 mol ijzerhydroxide. De molverhouding is dus 1 : 1 en er ontstaat dan 18 mol Fe(OH)_3 .

De molaire massa van Fe(OH)_3 is $106,87 \text{ g mol}^{-1}$. De massa is $18 \times 106,87 = 1,9 \cdot 10^3 \text{ g} = 1,9 \text{ kg}$.

c Het oorspronkelijke volume is $1,0 \times 0,13 = 0,13 \text{ dm}^3$.

Het nieuwe volume is $1,9 \times 0,40 = 0,76 \text{ dm}^3$.

De toename in volume is dan $0,76 - 0,13 = 0,63 \text{ dm}^3$.

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

Je kunt de gegeven verhoudingsformule met 2 vermenigvuldigen, deze wordt dan $\text{Pb}_{10}\text{Cl}_2(\text{PO}_4)_6$. Als je daar PbCl_2 uithaalt, houd je $\text{Pb}_9(\text{PO}_4)_6$ over en dat is drie keer $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$.

4

a Het atoomnummer van uraan is 92. Uraan bevat dus 92 protonen. De lading van het ion is $4+$, een uraan(IV)ion bevat dan vier protonen meer dan het aan elektronen heeft. Er zijn dus 88 elektronen.

b De lading van een oxide-ion is $2-$. Aangezien er acht oxide-ionen in de verhoudingsformule voorkomen is de totale lading $16-$. De totale positieve lading is dan $16+$. Dit kan alleen als er in U_3O_8 één U^{4+} -ion en twee U^{6+} -ionen voorkomen.

c $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$

5

a Calciet = CaCO_3

Steenzout = NaCl

b Steenzout bestaat uit natriumchloride, dat een goed oplosbaar zout is en daarnaast een hoge oplosbaarheid heeft. Door deze hoge oplosbaarheid raakt een oplossing van natriumchloride tijdens het indampen later verzadigd dan een oplossing van bijvoorbeeld natriumsulfaat (gips) of calciumcarbonaat (calciet).

c $2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$

d In Binas tabel 97A zie je dat natrium- en kaliumcarbonaat giftig zijn bij inademen en schadelijk zijn voor huid en ogen. De arbeiders beschermen met doeken en brillen hun huid en ogen en voorkomen met de doeken ook het inademen van de stoffen.

6**a** $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (s), natriumsulfaatdecahydraat**b** De molaire massa van natriumsulfaatdecahydraat is $142,04 + 10 \times 18,016 = 322,20 \text{ g mol}^{-1}$.Een massa van 10,0 g komt overeen met $\frac{10,0}{322,20} = 3,10 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.Per mol natriumsulfaat komt er 10 mol water vrij, oftewel $3,10 \cdot 10^{-2} \times 10 = 0,310 \text{ mol}$ water.De molaire massa van water is $18,016 \text{ g mol}^{-1}$. De massa is dan $0,310 \times 18,016 = 5,59 \text{ g}$.**c** Er komt 5,59 g water vrij met een dichtheid van $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ of $0,998 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.Het volume is dan $\frac{5,59}{0,998 \cdot 10^3} = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ L}$ water.Er is dan een mengsel ontstaan van $10,0 \text{ g} - 5,59 \text{ g} = 4,41 \text{ g}$ natriumsulfaat in $5,60 \cdot 10^{-3} \text{ L}$ water.Dit komt overeen met $\frac{4,41}{5,60 \cdot 10^{-3}} = 788 \text{ g L}^{-1}$. Dit is meer dan 170 g L^{-1} en de oplossing is dus verzadigd.**7****+****a** $\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq}) \rightarrow \text{FePO}_4 (\text{s})$ **b** $\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + \text{K}^+ (\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{AlK}(\text{SO}_4)_2 (\text{s})$ **c** $\text{CaO} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$ **8****+****a** $\text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4 (\text{s})$ **b** De natrium- en nitraationen blijven na de neerslagreactie in oplossing. Deze komen dus in het filtraat terecht.**9****+**

Gebruik bij het beantwoorden van deze vraag Binas tabel 45A en 65B.

Na het toevoegen van chloride-ionen komt er geen neerslag. Het positieve ion is dus geen Ag^+ , Hg^+ of Pb^{2+} , want die moeten een neerslag met chloride-ionen geven.Met jodide-ionen ontstaat er een oranje neerslag. De enige mogelijkheid is dan nog Hg^{2+} , want dit geeft een neerslag met jodide-ionen en HgI_2 heeft een rood/oranje kleur.