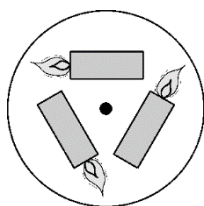


# 3 Zouten

## Praktijk Vuurwerk

### vragen

- 1 Wanneer de kruitkamers aangestoken worden kunnen ze niet wegvliegen, maar zetten ze het rad in beweging.



- 2 Op het moment dat men tijdens het koken een hoeveelheid zout naast de kookpot gooide en dit in het vuur terecht kwam, nam men waarschijnlijk kleine vuurwerkachtige verschijnselen waar.
- 3 massa verhouding 75 : 15 : 10 komt overeen met een molverhouding van  $\frac{75}{101,1} = 0,74$  mol salpeter,  $\frac{15}{12,01} = 1,2$  mol koolstof en  $\frac{10}{32,00} = 0,31$  mol zwavel. Dat is ongeveer een molverhouding van 2 : 4 : 1. Dat komt het meest overeen met reactievergelijking 2.
- 4 Een katalysator versnelt de reactie wel, maar doet er niet aan mee. Dat geldt niet voor zwavel in deze reactie, het reageert wel degelijk. Zwavel is dus geen katalysator.
- 5 Doordat de componenten bij pulverone fijner gemengd zijn kan de reactie sneller verlopen en is de explosie heviger.
- 6 Salpeter is een goed oplosbaar zout. Het lost, in tegenstelling tot ijzeroxide, meteen op in het grondwater.
- 7 Extractie (mengen van aarde met water), filtratie, uitkristalliseren, extractie (het weer oplossen in water) filtratie (het afschuimen), uitkristalliseren, filtreren (het uitscheppen van de kristallen, uitkristalliseren, filtratie (het uitscheppen van de kristallen salpeter).
- 8 De metaalpoeders kunnen gecoat worden met een coating die verbrandt tijdens het ontsteken.
- 9 Door het vocht kunnen oplosbare componenten zich fijner door het vuurwerk verdelen en mengen met componenten waarmee ze een instabiele combinatie vormen.

- 10 De zware metalen die voor de kleuren zorgen, en de zwavelverbindingen zijn met name slecht voor het milieu.

### onderzoeksopdracht

- 1 eigen antwoord
- 2 Kalium- en nitraationen slaan met geen enkel ion neer. Alle zouten met kalium- en nitraationen zijn goed oplosbaar.
- 3 Geleidend materiaal: de energie kan zo makkelijk getransporteerd worden.
- 4 Niet terecht, het is zeker heel warm maar omdat het maar een hele kleine hoeveelheid is, voelt het niet warm aan.
- 5 eigen antwoord

## Praktijk Zoutwinning

### vragen

- 1 In een tropisch klimaat zijn er geen seizoenen waarin grote voedselschaarste heerst. Daarom is er geen noodzaak het voedsel te conserveren.
- 2 Suikermoleculen hebben een groot aantal OH-groepen. Deze groepen kunnen met behulp van waterstofbruggen water binden.
- 3 Allereerst moet de vis gerehydrateerd worden. Als de droge harde vis weer water opneemt wordt hij zacht en beter eetbaar. Ook de grote hoeveelheid zout moet uit de vis weken. Te veel zout is niet lekker en ongezond.
- 4 In de noordelijke streken waar de Canadese indianen wonen is het de temperatuur veel lager. Hierdoor treedt bederf minder snel op en kan langer de tijd genomen worden om de vis te drogen. In het warme Portugal zou de vis in dat geval bederven voordat hij gedroogd was.
- 5 Yoghurt, wijn en brie zijn voorbeelden van producten die hun specifieke smaak danken aan micro-organismen.
- 6 Roken, pasteuriseren, invriezen, koelen.
- 7 In Nederland is het te koud en te vochtig en regent het te vaak.
- 8 Doordat de Dode Zee een extreem hoog zoutgehalte heeft (veel hoger dan de Noordzee) is de dichtheid van het water van de Dode Zee hoger dan de dichtheid van een mens. Je blijft dus drijven.
- 9 Er zijn twee ijzeroxides, ijzer(II)oxide en ijzer(III)oxide. Volgens Binas tabel 65B heeft alleen

ijzer(III)oxide een bruine kleur.

10  $\frac{65}{126,9} = 0,51$  mmol jodide;  $0,51 \cdot 166 = 85$  mg KI

- 11 a 5 kg  
b Zo een grote hoeveelheid zout is dodelijk. De gezondheidswinst is dus nul.

### onderzoeksopdracht

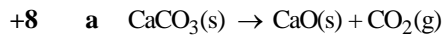
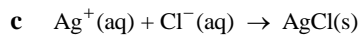
- 12 a Alle kalium- en natriumzouten zijn goed oplosbaar. Je kunt natrium- en kaliumionen dus niet met een neerslagreactie aantonen.
- b Binas tabel 45A laat zien dat de oplosbaarheid van chloride- en bromidezouten vrijwel gelijk is.
- c Calciumsulfaat is matig oplosbaar. Blijkbaar is de hoeveelheid die aanwezig is in zeewater laag genoeg. In 1 L zeewater bevindt zich  $\frac{0,41}{40,08} = 0,01$  mol calciumsulfaat. Dit is precies de ondergrens voor matig oplosbare zouten van  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ .
- d Magnesium- en calciumionen vormen een neerslag met fluoride-ionen. Omdat alle andere metaalionen een goed of matig oplosbaar zout vormen is de neerslagreactie vrij specifiek. Magnesium- en calciumionen kun je dus aantonen met behulp van een natriumfluorideoplossing. Sulfaationen vormen een onoplosbaar zout met bariumionen. Met een bariumchloride oplossing kun je sulfaationen dus aantonen. Om te bewijzen dat de neerslag niet afkomstig is van een ander meerwaardig negatief ion, zou je een kopersulfaatoplossing kunnen toevoegen. Er zou zich geen neerslag moeten vormen.
- e eigen antwoord
- f Aan een afgestemde hoeveelheid zeewater wordt een overmaat bariumchlorideoplossing toegevoegd. De suspensie wordt gefiltreerd. Het filtraat wordt gecontroleerd op de aanwezigheid van sulfaationen. Het residu wordt gespoeld met demiwater en gedroogd. De hoeveelheid sulfaationen in de gebruikte hoeveelheid zeewater kan berekend worden aan de hand van de massa van het residu.

# Theorie

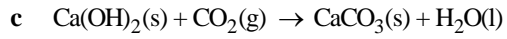
## 1 Zouten in water

- 1 g = goed oplosbaar in water  
 m = matig oplosbaar in water  
 s = slecht oplosbaar in water  
 o = ontleedt geheel of gedeeltelijk in water  
 r = reageert met water
- 2 B en C
- 3
- a  $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$
- b  $\text{NH}_4\text{F}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
- c  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- d  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- e  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{s}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
- 4
- a  $2 \text{K}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{indampen}} \text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$
- b  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \xrightarrow{\text{indampen}} \text{CuI}_2(\text{s})$
- c  $3 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{indampen}} \text{Na}_3\text{PO}_4(\text{s})$
- 5
- a Kaliloog is een oplossing van kaliumhydroxide in water.
- b Kaliloog kan bereid worden door kaliumhydroxide op te lossen in water en door kaliumoxide op te lossen in water.
- c Kaliumhydroxide oplossen in water:  $\text{KOH}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$   
 Kaliumoxide oplossen in water:  $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
- 6
- a  $\text{BaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
- b Er ontstaat bariumhydroxide.
- c  $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$
- d molmassa BaO = 153,3 g mol<sup>-1</sup>;  $\frac{10,0}{153,3} = 0,0652 \text{ mol}$ .  
 Uit 0,0652 mol BaO ontstaat 0,0652 mol Ba(OH)<sub>2</sub>.  
 molmassa Ba(OH)<sub>2</sub> = 171,3 g mol<sup>-1</sup>;  $0,0652 \cdot 171,3 = 11,2 \text{ g Ba}(\text{OH})_2$
- 7
- a  $\text{Na}^+(\text{aq}), \text{Cl}^-(\text{aq}), \text{Ag}^+(\text{aq}), \text{NO}_3^-(\text{aq})$  en  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

**b** Door de oplossingen bij elkaar te gieten, ontstaan er nieuwe ioncombinaties. Eén daarvan,  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  en  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ , vormt een slecht oplosbaar zout. Er ontstaat dus een suspensie.



**b** Wanneer er weinig water toegevoegd wordt, ontstaat er geen oplossing maar de vaste stof  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ . Kalkwater is een oplossing van calciumhydroxide in water.



**d** Calciumhydroxide is, in tegenstelling tot calciumcarbonaat, matig oplosbaar in water. Bij langdurige blootstelling aan regenwater zal de nog niet uitgeharde mortel wegspoelen.

## 2 Neerslagreacties

9 a

	I <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Al <sup>3+</sup>	g	g
Pb <sup>2+</sup>	s	g

$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$ . Er ontstaat een gele neerslag van loodjodide.

b

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
Ag <sup>+</sup>	g	g
Cu <sup>2+</sup>	g	g

Er ontstaat geen neerslag.

c

	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>	g	g
Ca <sup>2+</sup>	s	g

$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaSO}_3(\text{s})$ . Er ontstaat een witte neerslag van calciumsulfiet.

d

	OH <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Ba <sup>2+</sup>	g	s
Zn <sup>2+</sup>	s	g

$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$ ;  $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$ . Er ontstaat een witte neerslag van bariumsulfaat én een witte neerslag van zinkhydroxide.

e Eerst reageert natriumoxide met water onder vorming van natronloog:

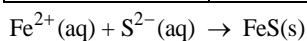
$\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq})$ . Vervolgens vormen de hydroxide-ionen een neerslag met de magnesiumionen.

	OH <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>	g	g
Mg <sup>2+</sup>	s	g

$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$

10

	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{S}^{2-}$
$\text{Fe}^{2+}$	g	s
$\text{K}^+$	g	g



**b** Gehydrateerde  $\text{Fe}^{2+}$ -ionen zijn lichtgroen. De overige ionen staan niet in tabel 65 vermeld. Je mag er dus vanuit gaan dat deze geen kleur aan de oplossing geven. De gevormde neerslag, ijzer(II)sulfide is zwart. Marloes en Karin zullen waarnemen dat uit een lichtgroene en een kleurloze oplossing een zwarte neerslag ontstaat.

**c** Het filtraat is groen. Dat kan alleen door de aanwezigheid van ijzer(II)ionen komen.

**d** Als de ijzer(II)ionen in overmaat aanwezig waren, bevinden ze zich nog in het filtraat. Toevoeging van nog wat druppels kaliumsulfideoplossing zal dan weer een zwarte neerslag geven. Wanneer de zwarte neerslag juist gevormd wordt na toevoeging van nog wat druppels ijzer(II)sulfaat, was de kaliumsulfideoplossing in overmaat aanwezig.

**11** Allereerst moet er een oplossing gemaakt worden van het eventueel vervuilde kaliumbromide. Binas tabel 45A geeft twee positieve ionen die wel een neerslag geven met fluoride-ionen, maar niet met bromide-ionen:  $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{Ca}^{2+}$ . Door aan de kaliumbromideoplossing een paar druppels magnesiumnitraatoplossing of calciumnitraatoplossing toe te voegen, zal er zich alleen een neerslag vormen wanneer er sprake is van een vervuiling met kaliumfluoride.

**12 a** Koper(II)fosfaat kan gemaakt worden door een oplossing van  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  bij een oplossing van  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  te voegen. Wanneer de ontstane suspensie gefiltreerd wordt blijft het koper(II)fosfaat achter in het filter.

	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{NO}_3^-$
$\text{Na}^+$	g	g
$\text{Cu}^{2+}$	s	g

**b** Lood(II)sulfiet kan gemaakt worden door een oplossing van  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  bij een oplossing van  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  te voegen. Wanneer de ontstane suspensie gefiltreerd wordt blijft het lood(II)sulfiet achter in het filter.

	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_3^{2-}$
$\text{Pb}^{2+}$	g	s
$\text{Na}^+$	g	g

**c** Magnesiumfluoride kan gemaakt worden door een oplossing van  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  bij een oplossing van  $\text{NaF}$  te voegen. Wanneer de ontstane suspensie gefiltreerd wordt blijft het magnesiumfluoride achter in het filter.

	$\text{NO}_3^-$	$\text{F}^-$
$\text{Mg}^{2+}$	g	s
$\text{Na}^+$	g	g

**d** IJzer(III)acetaat is een goed oplosbaar zout. Je kunt het dus niet maken door het neer te laten slaan, maar juist door de tegenionen neer te laten slaan en na filtratie het filtraat in te dampen. Een oplossing van bariumacetaat (in de juiste molverhouding) bij een oplossing van ijzer(III)sulfaat voegen, geeft een neerslag van bariumsulfaat. Na filtratie bevinden de ijzer(III)ionen en de acetaationen zich in het filtraat.

Indampen van het filtraat levert vast ijzer(II)acetaat.

	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
Fe <sup>3+</sup>	g	g
Ba <sup>2+</sup>	s	g

- 13 a Er is een zoutoplossing nodig die alleen een neerslagreactie veroorzaakt met de zilverionen, en de bariumionen ongemoeid laat. Binas tabel 45A geeft drie mogelijkheden: een chloride-, bromide-, of jodidezout. Als tegenion wordt uiteraard gekozen voor het natriumion. Aangezien het goedkoopste zout natriumchloride (keukenzout) is, ligt het voor de hand een oplossing van natriumchloride toe te voegen.

	Cl <sup>-</sup>
Ba <sup>2+</sup>	g
Ag <sup>+</sup>	s
Na <sup>+</sup>	g

b Uit Binas tabel 45A blijkt dat lood(II)ionen met chloride-ionen een matig oplosbaar zout vormen. Dat zou betekenen dat, afhankelijk van de concentratie lood(II)ionen, een deel ervan zal neerslaan met de toegevoegde chloride-ionen. Met bromide-ionen vormt ook kwik(II) een matig oplosbaar zout en met jodide-ionen vormen alle vier de zware metaalionen een neerslag. Vooral de lood(II)ionen vormen dus een probleem.

c Ontleding door licht heet fotolyse.

d Bij het ontleden van een verbinding die uit twee atoomsoorten bestaat, ontstaan altijd de elementen. In dit geval ontstaan dus metallisch zilver en chloorgas:  $2 \text{AgCl(s)} \rightarrow 2 \text{Ag(s)} + \text{Cl}_2(\text{g})$

- 14 a  $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{AlPO}_4(\text{s})$

b  $347 \text{ kg} = 347 \cdot 10^3 \text{ gram}$ .  $\text{molmassa PO}_4^{3-} = 94,97 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $\frac{347 \cdot 10^3}{94,97} = 3,654 \cdot 10^3 \text{ mol fosfaat}$ .

Om dit neer te slaan zijn  $3,654 \cdot 10^3 \text{ mol}$  aluminiumionen nodig. De formule van aluminiumchloride is AlCl<sub>3</sub>. Er is dus ook  $3,654 \cdot 10^3 \text{ mol}$  aluminiumchloride nodig.

$\text{molmassa AlCl}_3 = 133,3 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $133,3 \cdot 3,654 \cdot 10^3 = 487 \cdot 10^3 \text{ gram}$ .

Er is 487 kg aluminiumchloride nodig om 347 kg fosfaationen neer te laten slaan.

c Lood(II)ionen zijn schadelijker voor het milieu dan fosfaationen. Zilverionen zijn ook schadelijk en bovendien veel te kostbaar.

d Alle nitraatzouten en (de meeste) ammoniumzouten zijn goed oplosbaar in water.

- +15 a  $\text{Hg(l)} + \text{S(s)} \rightarrow \text{HgS(s)}$

b Door een oplossing van natriumsulfide bij een oplossing van kwik(II)chloride te voegen, ontstaat een neerslag van kwik(II)sulfide. De andere zouten zijn niet bruikbaar omdat ze slecht oplosbaar zijn in water.

c  $\text{HgS(s)} \rightarrow \text{Hg(l)} + \text{S(s)}$

d Metallisch kwik is glanzend donkergrijs. Het zal in kleine puntjes ontstaan op het schilderwerk. Deze zullen er zwart uitzien.

e Metallisch kwik is neutraal geladen. Chloride-ionen hebben een negatieve lading. Uit een neutraal deeltje en een geladen deeltje kan nooit een neutrale stof als kwik(II)chloride ontstaan. Kwik moet op een of ander manier nog elektronen kwijtraken om kwik(II)ionen te vormen.



### 3 Significante cijfers

- 16 a 3  
b 3  
c 1  
d 4  
e 5  
f 1

- 17 a 16  
b  $1 \cdot 10^1$   
c 1000  
d  $4 \cdot 10^{-3}$   
e  $4,767 \cdot 10^{-3}$   
f  $1,3 \cdot 10^4$   
g  $1,9 \cdot 10^{-1}$   
h  $4,35 \cdot 10^6$

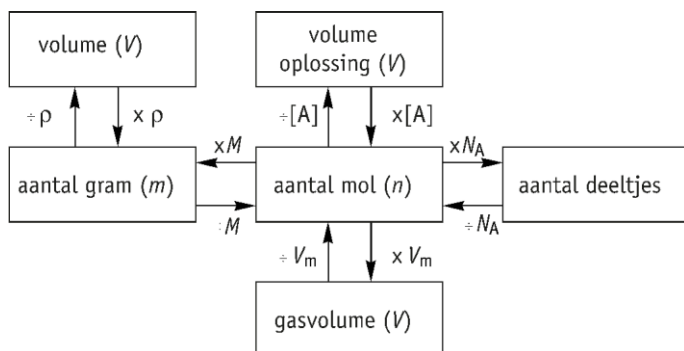
- 18 De gemiddelde temperatuur is  $\frac{237,12 + 238,03 + 237,65 + 237,88 + 238,10 + 237,91}{6} = 237,79$  K. Het antwoord mag gegeven worden in 5 significante cijfers omdat alle meetwaarden in 5 significante cijfers gegeven zijn en 6 een telwaarde is.

- 19 a Buretstand 1: 9,65 mL  
Buretstand 2: 24,18 mL  
b  $24,18 - 9,65 = 14,53$  mL

## 4 Gehaltes

- 20 a  $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$ ;  $\frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ m}^3} = \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ dm}^3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 1 \text{ mM}$   
 b  $5 \mu\text{M} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ ; In 1 L oplossing van  $5 \mu\text{M}$  zit dus  $5 \cdot 10^{-6}$  mol suiker opgelost.  
 c  $0,035 \text{ mM} = 0,035 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 35 \mu\text{M}$ .  $0,035 \text{ mM}$  is dus  $10 \times$  zoveel als  $3,5 \mu\text{M}$ .

- 21  $\rho$  = dichtheid;  $V_m$  = molair gasvolume;  $M$  = molmassa;  $N_A$  = getal van Avogadro;  $[A]$  = molariteit.



- 22 a  $T = 293 \text{ K}$   
 b  $\rho = 0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^3 = \frac{998 \text{ g}}{1000 \text{ L}} = 998 \text{ g L}^{-1}$   
 c In één liter water bevindt zich 998 gram water. Molmassa  $\text{H}_2\text{O} = 18,016 \text{ u}$ . In één liter water bevindt zich  $\frac{998}{18,016} = 55,5 \text{ mol}$  water.  
 d De molariteit van water onder deze omstandigheden is  $55,4 \text{ M}$ .  
 e Bij een hogere temperatuur zitten de moleculen verder van elkaar af. Er bevinden zich dus minder moleculen water per volume-eenheid. De molariteit neemt dus af.  
 f Bij een hogere temperatuur zitten de moleculen verder van elkaar af. Er bevindt zich bij hogere temperatuur dus minder massa per volume-eenheid dan bij lagere temperatuur. De dichtheid neemt dus af bij een hogere temperatuur.

- 23 a  $\frac{2}{58,44} = 0,034 \text{ mol NaCl}$ . Dus ook  $0,0342 \text{ mol Cl}^-$ . Dan  $[\text{Cl}^-] = \frac{0,024}{0,100} = 0,3 \text{ M}$   
 b  $\frac{23,5}{111,0} = 0,2117 \text{ mol CaCl}_2$ . Dus  $2 \cdot 0,2117 = 0,4234 \text{ mol Cl}^-$ . Dan  $[\text{Cl}^-] = \frac{0,4234}{0,250} = 1,69 \text{ M}$   
 c Na  $5 \times$  verdunnen is de concentratie van de oplossing  $\frac{4,5}{5} = 0,9 \text{ M}$ . De formule van kaliumchloride is  $\text{KCl}$ .  $0,90 \text{ mol KCl}$  bevat  $0,90 \text{ mol Cl}^-$ .  $[\text{Cl}^-] = 0,90 \text{ M}$ .  
 d  $n = 5,00 \cdot 10^{-3} \cdot 1,001 \cdot 10^{-3} = 5,005 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ . De formule van aluminiumchloride is  $\text{AlCl}_3$ .  $5,005 \cdot 10^{-6} \text{ mol AlCl}_3$  bevat  $3 \cdot 5,005 \cdot 10^{-6} = 15,015 \cdot 10^{-6} \text{ mol Cl}^-$ ;  

$$[\text{Cl}^-] = \frac{15,015 \cdot 10^{-6}}{1,00} = 1,50 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

- 24 Massapercentage koper =  $\frac{190,65}{344,69} \cdot 100 = 55,31\%$

- 25 5 mol zuurstof heeft een massa van  $5 \times 16,00 = 80,00$  gram. Dit komt overeen met 34,8 massa%.

De massa van 2 mol X komt dus overeen met  $\frac{80}{34,8} \cdot (100 - 34,8) = 150$  gram.

De molmassa van X bedraagt  $\frac{150}{2} = 75$  u.

X is Arseen.

- 26  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  is een molecuul. Het valt niet uit elkaar in oplossing. Een mol  $\text{NaNO}_3$  valt uiteen in twee mol ionen. Een mol  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  in drie mol ionen en een mol  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  in vier mol ionen. De juiste volgorde is:  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

- 27 a Natrium is in water aanwezig als het  $\text{Na}^+$ -ion.

b 11 000 lijkt een heel nauwkeurige waarde met vijf significante cijfers terwijl men eigenlijk bedoelt dat de waarde in de buurt van de 11 000 ppm ligt. Men zou beter kunnen spreken van een gehalte van 11‰ of 1,1%.

c In Binas tabel 11 is de dichtheid van zeewater te vinden. Deze bedraagt  $1,024 \text{ kg L}^{-1}$ . De massa van 1,0 L zeewater bedraagt dus  $1,0 \times 1,024 = 1,024$  kg. In 1,024 kg zeewater bevindt zich

$\frac{1024}{100} \cdot 1,1 = 11,26$  gram natriumionen. Dat komt overeen met  $\frac{11,26}{22,99} = 0,490$  mol  $\text{Na}^+$ . De formule van

natriumchloride is  $\text{NaCl}$ . Om tot dezelfde concentratie te komen is 0,490 mol  $\text{NaCl}$  per liter zuiver water nodig. Dit heeft een massa van  $0,490 \times 58,44 = 28,63$  gram. Eindantwoord in twee significante cijfers, dus 29 gram  $\text{NaCl}$ .

d 1,0 L rivierwater heeft een massa van 1000 gram. 150 mg natriumionen komt overeen met

$\frac{150 \cdot 10^{-3}}{1000} \cdot 10^6 = 150$  ppm. De concentratie natriumionen in rivierwater ligt dus ruim onder de norm voor

het drinkwater. Er hoeft geen natrium uit het rivierwater gezuiverd te worden.

- +28 a  $M_{\text{NO}_3} = 62,01 \text{ u}$ ;  $\frac{25 \cdot 10^{-3}}{62,01} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .

b  $\frac{430 + 485 + 421}{3} = 445,33 \text{ } \mu\text{M}$ ;  $445,33 \cdot 10^{-6} \cdot 62,01 = 27,6 \cdot 10^{-3}$  gram per liter = 27,6 mg per liter.

c Je kunt de gemiddelde afwijking uitrekenen (in procenten) en die achter het gemiddelde zetten:

gemiddelde afwijking  $\frac{(455 - 430) + (485 - 455) + (455 - 421)}{3} = 29,7 \text{ } \mu\text{M}$ ;  $\frac{29,7}{400} \cdot 100 = 7,42\%$ ; het

nitraatgehalte =  $27,6 \text{ mg} \pm 7,4\%$  of  $27,6 \text{ mg} \pm 2,0 \text{ mg}$ .

d Alle nitraatzouten zijn goed oplosbaar. Nitraat verwijderen met behulp van een neerslagreactie is dus geen optie. Bovendien zal dat de waterkwaliteit waarschijnlijk ook niet ten goede komen. De beste oplossing is een deel van het vijverwater te verversetten met schoon, nitraatarm water.

- 29 a Het nitrietion komt niet voor in Binas tabel 45A. Toch kun je gemakkelijk afleiden dat de neerslag die ontstaat zinknitriet,  $\text{Zn}(\text{NO}_2)_2$ , moet zijn. In de opgave staat vermeld dat zinksulfaat en natriumnitriet oplosbaar zijn. Alle natriumzouten zijn goed oplosbaar, natriumsulfaat dus ook. Het enige overgebleven zout dat zou kunnen neerslaan, is dus zinknitriet.

b De natriumionen en de sulfaationen slaan niet neer en bevinden zich dus in het filtraat. Om te bepalen of het derde ion nitriet of zink is, moet je achterhalen welk ion in overmaat aanwezig was. Dat kan met behulp van een begin,  $\Delta$ , eind tabel. De chemische hoeveelheid  $\text{Zn}^{2+}$  en  $\text{SO}_4^{2-} = 0,350 \times 0,203 = 0,07105$  mol. De chemische hoeveelheid  $\text{Na}^+$  en  $\text{NO}_2^- = 0,500 \cdot 0,15 = 0,0750$  mol. De neerslagreactievergelijking is als volgt:  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_2^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_2)_2(\text{s})$ .

Er is dus 2× zoveel mol  $\text{Zn}^{2+}$  nodig als  $\text{NO}_2^-$ .

in mol	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}^+$	$\text{NO}_2^-$	$\text{Zn}(\text{NO}_2)_2$
b	0,07105	0,07105	0,0750	0,0750	0
$\Delta$	-0,03750	-0	-0	-0,0750	+0,03750
e	-0,03355	0,07105	0,0750	0	0,03750

In het filtraat bevinden zich dus naast natrium- en sulfaationen ook zinkionen.

**c** De molmassa van zinknitriet bedraagt  $65,38 + 2 \cdot 14,01 + 4 \cdot 16,00 = 157,4 \text{ g mol}^{-1}$ . De massa van 0,037 50 mol zinknitriet bedraagt  $157,4 \cdot 0,03750 = 5,9025 \text{ gram}$ . Het minste aantal significante cijfers heeft de molariteit van de natriumnitrietoplossing. Het eindantwoord mag daarom in twee significante cijfers gegeven worden. Er ontstaat 5,9 gram zinknitriet.

**d** Het volume van de twee oplossingen tezamen bedraagt  $350 + 500 = 850 \text{ mL}$ . De chemische hoeveelheid van de ionen in het filtraat staat in de begin,  $\Delta$ , eind tabel van onderdeel b. Hieruit volgt:

$$[\text{Zn}^{2+}] = \frac{0,03355}{0,850} = 0,038 \text{ M}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{0,0710}{0,850} = 0,084 \text{ M}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{0,0750}{0,850} = 0,088 \text{ M}$$

Alle antwoorden in twee significante cijfers.

**e** De concentratie van de ionen van het filtraat verandert niet omdat een deel van de oplossing is achtergebleven in het filter. Als je het filtraat in tweeën zou delen, zou elk deel immers ook nog steeds dezelfde concentratie hebben.

**+30 a** Van al deze ziekten is de veroorzaker inmiddels bekend. Dit is in geen van de gevallen een bacterie. Griep, waterpokken en mazelen worden veroorzaakt door een virus. Reuma is een auto-immuunziekte en kanker is wildgroei van de eigen lichaamscellen. Dat Joseph Roy in weefsels van patiënten van al deze ziekten dezelfde bacterie heeft aangetroffen is dus hoogst onwaarschijnlijk.

**b** 10 mL:  $\frac{1000 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} = 100$

**c** 200 keer 100 keer verdunnen levert een verdunningsfactor op van  $100^{200} = 1 \cdot 10^{202}$

**d** 1 liter 1 M oplossing bevat  $6,02 \cdot 10^{23}$  deeltjes. Na  $1 \cdot 10^{202}$  keer verdunnen blijft daar

$$\frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \cdot 10^{202}} = 6 \cdot 10^{-179} \text{ deeltje van over. Je kunt gerust stellen dat er na zoveel verdunnen geen enkel deeltje}$$

meer aanwezig is.

**e** Het lijkt in eerste instantie een beschrijving van de vorming van waterstofbruggen. Door het water te schudden, worden er echter niet méér waterstofbruggen gevormd dan in stilstaand water. Dat zou namelijk betekenen dat je, door lang genoeg te schudden, water uiteindelijk zou kunnen laten stollen. Dat is nog nooit iemand gelukt.

**f** Daar is chemisch en biologisch gezien geen enkele zinnige uitspraak over te doen.

**g** Het blijkt dat vooral de toedieningsvorm anders is.

## 5 Bijzondere zouten

- 31 a  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 b  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
 c  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 32 a  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + \text{K}^+(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 12 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 b De formule van Mohr's zout is  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Het bestaat, naast het onbekende ijzerion uit twee  $\text{NH}_4^+$ -ionen en twee  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionen. De lading van deze ionen bedraagt samen  $2 \cdot 1 + 2 \cdot -1 = -2$ . Om de zoutformule neutraal te maken moet het ijzerion dus een lading hebben van  $2+$ . In Mohr's zout bevinden zich  $\text{Fe}^{2+}$ -ionen.  
 c ammoniumijzer(II)sulfaathexahydraat  
 d  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 e De formule van dolomiet is  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . In Binas tabel 45A is te vinden dat zowel calciumcarbonaat als magnesiumcarbonaat een slecht oplosbaar zout is. Het dubbelzout is dat dus hoogstwaarschijnlijk ook.  
 f De formule van enargiet is  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ . De sulfide-ionen hebben gezamenlijk een lading van  $-8$ . Koperionen kunnen een lading kunnen hebben van  $+1$  of  $+2$ ; de lading van drie koperionen ligt dus tussen  $+3$  en  $+6$ . Arseen moet dus ook positief geladen zijn om de negatieve lading van de sulfide-ionen te compenseren. In het geval van  $\text{As}^{3+}$  hebben de koperionen een gezamenlijke lading van  $8 - 3 = 5$ . Dat kan als zich twee  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen en één  $\text{Cu}^+$ -ion in het zout bevinden. In het geval van  $\text{As}^{5+}$ , hebben de koperionen een gezamenlijke lading van  $8 - 5 = 3$ . Er bevinden zich dan drie  $\text{Cu}^+$ -ionen in het zout. Beide opties zijn theoretisch mogelijk, maar de laatste is waarschijnlijker omdat onder bepaalde omstandigheden meestal *of*  $\text{Cu}^+$  *of*  $\text{Cu}^{2+}$  aanwezig is.
- 33 a thiocynaat,  $\text{SCN}^-$   
 b boraat,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$   
 c tartraat,  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$   
 d thiosulfaat,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- 34 a De lading van de ionen in de verhoudingsformule zou dan niet neutraal zijn:  $\text{K}^+ + \text{I}^- + 3 \cdot \text{O}^{2-}$  heeft een lading van  $6-$ .  
 b  $\text{IO}_3^-$
- 35 a  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  en  $\text{O}^{2-}$   
 b  $\text{Co}^{2+}$  en  $\text{AlO}_2^-$   
 c  $\text{CoO}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{AlO}_2)_2(\text{s})$   
 d Aluminiumoxide en kobaltoxide moeten in een molverhouding 1:1 gemengd worden. 1 mol kobaltoxide heeft een massa van  $58,93 + 16,00 = 74,93$  gram. 1 mol aluminiumoxide heeft een massa van 102,0 gram (Binas tabel 98). Massaverhouding  $\text{CoO}:\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{74,93}{74,93} : \frac{102,0}{74,93} = 1:1,361$ .
- 36 a molmassa gips =  $136,1 + 2 \cdot 18,016 = 172,132$  u.  
 Het massapercentage water =  $\frac{2 \cdot 18,016}{172,132} \cdot 100 = 20,93\%$   
 b 55 ton komt overeen met  $55 \cdot 10^3$  kg (Binas tabel 5).  $20,93\%$  van  $55 \cdot 10^3$  kg =  $20,93/100 \times 55 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^4$  kg.

- +37**
- a**  $\text{CaSiO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
  - b** Het aanwezige water zit gebonden in het kristal en kan niet meer vrij bewegen.
  - c** Als het water verdampt voordat het gebonden is, wordt er te weinig kristalwater ingebouwd in het kristalrooster.
  - d** Het teveel aan water kan ingesloten worden in het uitgeharde beton. Hierdoor ontstaan zwakke plekken in het beton.
  - e** Door temperatuurschommelingen zetten materialen uit en krimpen ze weer. Dat kan scheuren tot gevolg hebben.
  - f** Tijdens de winter wordt vaak portlandcement gebruikt, omdat de grote hoeveelheid warmte die het beton dan produceert tijdens het uitharden, voorkomt dat het water bevriest.
- +38**
- a** Fosfaat is een ion. Er is geen stof die uit louter fosfaationen bestaat. Fosfaat bevindt zich altijd in een zout.
  - b** Men zou kunnen spreken over fosfaationen of fosfaat-zouten.
  - c** De stof stikstof heeft de formule  $\text{N}_2$ .
  - d** Het is een gas dat geen waterstofbruggen kan vormen. Het zal slecht oplossen in water, en zal dus vrijwel niet aanwezig zijn in urine.
  - e** Men heeft het waarschijnlijk over stikstofverbindingen: stoffen die stikstofatomen bevatten.
  - f**  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{PO}_4^{2-}$
  - g**  $\text{CON}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{aq})$
  - h** 17 gram ureum komt overeen met  $\frac{17}{60,06} = 2,8 \cdot 10^{-1}$  mol.

Hieruit kan  $2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-1} = 5,6 \cdot 10^{-1}$  mol ammonium gevormd worden.

0,75 gram fosfaat komt overeen met  $\frac{0,75}{94,97} = 7,9 \cdot 10^{-3}$  mol.

In struviet zijn de ionen ammonium en fosfaat 1:1 aanwezig. De hoeveelheid fosfaat in de urine is dus beperkend. Uit 5 miljoen liter urine kan maximaal  $5 \cdot 10^6 \cdot 7,9 \cdot 10^{-3} = 4,0 \cdot 10^4$  mol struviet gewonnen worden.

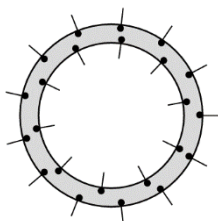
De molmassa van struviet bedraagt 245,418 u.

De massa van  $4,0 \cdot 10^4$  mol struviet is  $4,0 \cdot 10^4 \cdot 245,418 = 9,8 \cdot 10^6$  gram, oftewel  $1 \cdot 10^4$  kg.

## 6 Zeep en hard water

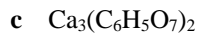
- 39 a niet: geen lange apolaire staart  
 b wel: polaire kop en lange apolaire staart  
 c niet: geen polaire kop  
 d wel: polaire kop en lange apolaire staart
- 40 a  $C_{17}H_{35}COONa(s) \xrightarrow{\text{oplossen}} C_{17}H_{35}COO^-(aq) + Na^+(aq)$   
 b  $2 C_{17}H_{35}COO^-(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca(s)$   
 c calciumstearaat  
 d 1°D komt overeen met 7,1 mg  $Ca^{2+}$  per L. 17,9°D komt overeen met een calciumconcentratie van  
 $17,9 \cdot 7,1 = 127,09 \text{ mg L}^{-1}$ . Dus  $[Ca^{2+}] = \frac{127,09 \cdot 10^{-3}}{40,08} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ .
- e Uit het antwoord van opgave 34b blijkt dat uit één mol calciumionen één mol kalkzeep kan neerslaan. Uit één liter Wischer leidingwater kan dus  $3,2 \cdot 10^{-3}$  mol kalkzeep ontstaan. De molmassa van  $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$  is  $36 \cdot 12,01 + 70 \cdot 1,008 + 4 \cdot 16,00 + 40,08 = 607,0 \text{ u}$ .  
 Er slaat maximaal  $= 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 607,0 = 1,9 \text{ gram}$  kalkzeep neer.

41



- +42 a Bij een sulfaatgroep bevindt zich tussen het C-atoom en het S-atoom nog een O-atoom.  
 b kaliummethaansulfonaat  
 c Het molecuul moet lineair zijn.
- 43 a  $4 Ca_5(PO_4)_3F + 30 C + 18 SiO_2 \rightarrow 3 P_4 + 18 CaSiO_3 + 30 CO + 2 CaF_2$   
 b 600 000 ton fosfaaterts bevat  
 $\frac{600\,000}{100} \cdot 15 = 90\,000 \text{ ton P}$ ;  $90\,000 \text{ ton} = 9,0 \cdot 10^{10} \text{ gram}$ ;  $\frac{9,0 \cdot 10^{10}}{30,97} = 2,9 \cdot 10^9 \text{ mol P} = 2,9 \cdot 10^3 \text{ Mmol P}$
- c Uit  $2,9 \cdot 10^3 \text{ Mmol P}$  kan  $\frac{2,9 \cdot 10^3}{2} = 1,45 \cdot 10^3 \text{ Mmol P}_2\text{O}_5$  gevormd worden.  
 Dat heeft een massa van  $1,45 \cdot 10^9 (2 \cdot 30,97 + 5 \cdot 16,00) = 2,06 \cdot 10^{11} \text{ gram} \approx 2,06 \cdot 10^5 \text{ ton}$ .  
 Deze waarde komt overeen met de massa genoemd in het artikel.
- d In de tekst worden genoemd: ijzerchloriden, aluminiumchloride en calciumhydroxide. De formules van deze zouten zijn:  $FeCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $AlCl_3$  en  $Ca(OH)_2$ . Volgens Binas tabel 45A vormen de positieve ionsoorten uit deze zouten slecht oplosbare zouten met  $PO_4^{3-}$ .
- e Andere metaalionen die problemen opleveren zijn  $Cu^{2+}$  en  $Zn^{2+}$ , afkomstig uit leidingen en goten.
- 44 **eindopdracht – Calcium**
- a Calcium is een onedel metaal dat met water reageert. Het zullen dus alleen als  $Ca^{2+}$ -ionen voorkomen in het menselijk lichaam.  
 b 20% van 1000 mg =  $2,0 \cdot 10^2 \text{ mg}$ . In 200 mL melk bevindt zich dus  $2,0 \cdot 10^{-1} \text{ mg Ca}^{2+}$ . Dit is dus

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{2,0 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{40,08 \text{ g mol}^{-1}} = 4,99 \cdot 10^{-3} \text{ mol in } 200 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

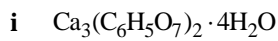
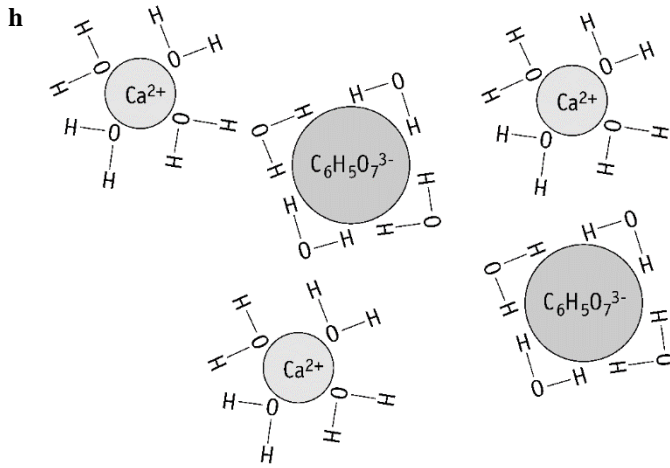
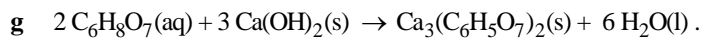
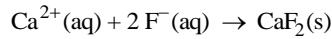


d  $\frac{1,000}{40,08} = 0,02495 \text{ mol Ca}$ . Dit zit in  $\frac{0,02495}{3} = 8,317 \cdot 10^{-3} \text{ mol calciumcitraat}$ .

$8,318 \cdot 10^{-3} \text{ mol calciumcitraat}$  heeft een massa van

$$8,318 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 40,08 + 12 \cdot 12,01 + 10 \cdot 1,008 + 14 \cdot 16,00) = 4,145 \text{ gram}$$

f Calciumionen vormen een onoplosbaar zout met fluoride-ionen. De opname van calcium wordt zo verhinderd.



j Het tablet bevat  $\frac{0,500}{40,08} = 0,01248 \text{ mol Ca}$ . Dus  $\frac{4}{3} \cdot 0,01248 = 0,01663 \text{ mol H}_2\text{O}$ .

$$0,01663 \cdot 18,016 = 0,2997 \text{ g water. Massapercentage} = \frac{0,2997}{2,5} \cdot 100\% = 12\%$$