

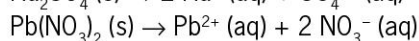
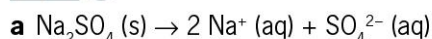
Reacties van zouten

5.1 Neerslagreacties

A 1

Als zich een chemisch evenwicht heeft ingesteld, verlopen twee omkeerbare reacties tegelijkertijd met dezelfde snelheden. De concentraties van de ionen zijn constant.

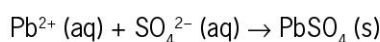
B 2



b De positieve en negatieve ionen kunnen niet naast elkaar in een oplossing voorkomen omdat ze elkaar heel sterk aantrekken.

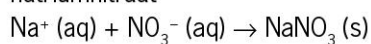
c

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

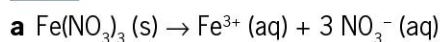


d In ieder geval bevinden zich Na^+ -ionen en NO_3^- -ionen in het filtraat. Als geen van beide zouten in overmaat wordt gebruikt, komen er vrijwel uitsluitend Na^+ - en NO_3^- -ionen in het filtraat voor.

e natriumnitraat

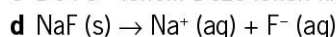


B 3



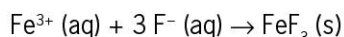
b Kleur is een eigenschap van de stof en niet van een enkel ion. Het ontstaan van de kleur is dus een proces op macroniveau.

c De Fe^{3+} -ionen. Deze ionen kleuren een oplossing geel.



e

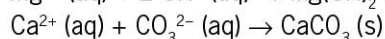
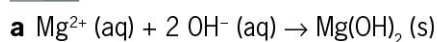
	NO_3^-	F^-
Fe^{3+}	g	s
Na^+	g	g



f Omdat ijzer(III)fluoride een matig oplosbaar zout is, ontstaat er een evenwicht waardoor er nog steeds Fe^{3+} -ionen in de oplossing aanwezig zijn. De gele kleur is afkomstig van deze Fe^{3+} -ionen. Deze zijn dus nog in de oplossing aanwezig nadat zich een neerslag heeft gevormd.

Ijzer(III)fosfaat is een slecht oplosbaar zout. De nog aanwezige ijzer(III)ionen zullen daardoor een neerslag met de fosfaationen vormen.

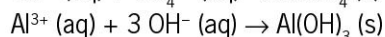
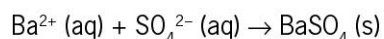
B 4



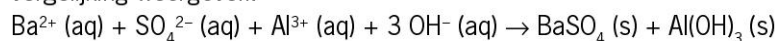
b In de suspensie zijn aanwezig de vaste stof magnesiumcarbonaat, water, magnesium- en carbonaationen. Dat er ook magnesium- en carbonaationen zijn heb je aangetoond met de neerslagreacties.

B 5

	OH ⁻	SO ₄ ²⁻
Ba ²⁺	g	s
Al ³⁺	s	g



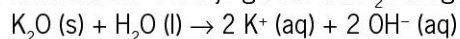
Het neerslag bestaat dus uit twee zouten. Je mag deze twee neerslagreacties ook in één vergelijking weergeven:

**B 6** 

Een zout dat niet oplost is iets anders dan het ontstaan van een neerslag. Een neerslag is een chemisch reactie, er ontstaat een nieuwe vaste stof als oplossingen worden samengevoegd. In dit geval ontstaat er geen nieuw zout, maar lost het zout niet op in water. Rick heeft geen gelijk.

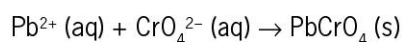
B 7

a In hoofdstuk 4 heb je gezien dat K₂O reageert met water:



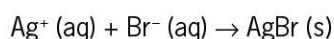
b De chromaationen staan niet in Binas tabel 45A, maar uit de tekst kun je afleiden dat het chromaation een slecht oplosbaar zout vormt met lood(II)ionen.

	NO ₃ ⁻	CrO ₄ ²⁻
Pb ²⁺	g	s
K ⁺	g	g

**C 8** 

Vorming neerslag A:

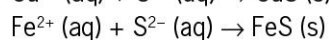
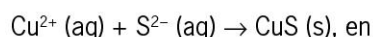
	Br ⁻
Ag ⁺	s
Cu ²⁺	g
Fe ²⁺	g
Ca ²⁺	g



Omdat er een overmaat Br⁻ wordt toegevoegd, is alle Ag⁺ neergeslagen. Door het filtreren is er geen AgBr meer aanwezig.

Vorming neerslag B:

	Br ⁻	S ²⁻
Cu ²⁺	g	s
Fe ²⁺	g	s
Ca ²⁺	g	m



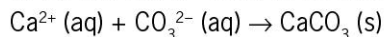
Na toevoegen van de natriumsulfideoplossing aan het filtraat zullen er twee zouten neerslaan. Neerslag B zal dus bestaan uit een mengsel van CuS en FeS. We zijn ervan uitgegaan dat het matig oplosbare CaS hier niet neerslaat.

Vorming neerslag C:

Door het filtreren is er geen CuS en FeS meer aanwezig.

	Br ⁻	S ²⁻	CO ₃ ²⁻
Ca ²⁺	g	m	s

Er zal niet veel S²⁻ meer in het mengsel aanwezig zijn.



Samengevat:

Neerslag A: AgBr

Neerslag B: een mengsel van CuS en FeS

Neerslag C: CaCO₃

C 9

- a** Omdat je geen neerslag krijgt dat je kunt filtreren. De ionen blijven in oplossing. Het is overigens wel mogelijk om op deze manier toch een zout te maken. Dit leer je in de volgende paragraaf.
- b** In de waterstofchloridemoleculen bevinden zich (polaire) atoombindingen.
- c** In ammoniumchloride is geen metaal aanwezig. Gewoonlijk bestaat een zout uit een metaalion en een niet-metaalion.
- d** $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- e** Je kunt 7,39 mol ammoniumchloride oplossen in 1,0 kg water. Dit is ook 7,39 mol in 1,0 L water. Er is 150 mL = 0,150 L water, zodat:

hoeveelheid (mol)	7,39	x
volume (L)	1,0	0,150

$$x = \frac{7,39 \text{ mol} \times 0,150 \text{ L}}{1,0 \text{ L}} = 1,1 \text{ mol ammoniumchloride kan oplossen.}$$

C 10 ★

- a** titaan(IV)oxide: TiO₂
cadmiumselenide: CdSe
cadmiumsulfide: CdS
- b** Kwik(II)ionen en sulfide-ionen
- c** Natriumzouten en nitraatzouten zijn vrijwel altijd goed oplosbaar. Hierdoor krijg je de ionen die je wilt laten neerslaan door het samenvoegen van de zoutoplossingen bij elkaar in een oplossing. Daarnaast vormen de natriumionen en de nitraationen samen geen neerslag, dus je krijgt maar één zoutneerslag: de stof die je wilt hebben.

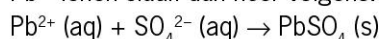
5.2 Neerslagreacties toegepast

A 11

Kalium-, natrium- en ammoniumzouten zijn vrijwel altijd goed oplosbaar. Dat geldt ook voor nitraten.

B 12

Je zou (een overmaat van) een oplossing van natriumsulfaat kunnen gebruiken. De Pb²⁺-ionen slaan dan neer volgens:



Er zijn uiteraard ook andere oplossingen te bedenken. Het gaat erom dat je een goed oplosbaar zout neemt waarvan het negatieve ion met de Pb²⁺-ionen een slecht oplosbaar zout vormt.

B 13

- a** Voeg bijvoorbeeld een bariumnitraatoplossing toe aan een natriumcarbonaatoplossing:

$$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s})$$
 Filtreer het mengsel. Spoel het residu na met gedestilleerd water en droog het, bijvoorbeeld in een oventje.
- b** Voeg bijvoorbeeld een zilvernitraatoplossing toe aan een natriumbromideoplossing:

$$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgBr}(\text{s})$$
 Filtreer het mengsel. Spoel het residu na met gedestilleerd water en droog het.
- c** Voeg bijvoorbeeld een bariumnitraatoplossing in de juiste (mol)verhouding toe aan een zinksulfaatoplossing:

$$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$$
 Filtreer het mengsel. Het filtraat is nu belangrijk, omdat dit in feite een zinknitraatoplossing is. Om hier vast zinknitraat van te maken, moet je het filtraat indampen:

$$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$$

B 14

- 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.

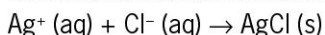
$$\text{NaBr}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$$

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

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

B 15

Voeg allereerst water toe en probeer de drie stoffen op te lossen. Alleen calciumfosfaat lost niet op. De buis waarin een suspensie ontstaat bevat calciumfosfaat. Voeg aan de inhoud van de twee andere buizen bijvoorbeeld zilvernitraatoplossing toe. In de buis met calciumchloride zal een neerslag van zilverchloride zichtbaar worden:



De buis met calciumnitraat zal helder blijven.

B 16

De geur wordt veroorzaakt door de component die verdampt. Het pigment is een zout en zal niet snel verdampen, dat zou trouwens ook betekenen dat de kleur verdwijnt. Ook het bindmiddel verdampt niet. Droge verf bestaat uit uitgehard bindmiddel en pigment. De typische geur zal worden veroorzaakt door het verdampende oplosmiddel.

B 17

- a** Los een beetje van de stof op en voeg bijvoorbeeld een magnesiumchlorideoplossing 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 na het toevoegen van de magnesiumchloride een neerslag ontstaat, dan is het natriumchloride verontreinigd met natriumcarbonaat. Ontstaat er geen neerslag, dan was het natriumchloride niet verontreinigd met natriumcarbonaat.
- b** 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 vertroebeling kunt concluderen of het mengsel verontreinigd was of niet.
- c** Zie het antwoord bij a.

B 18

- 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 met sulfaationen vormen.
- b** Voeg water toe aan een kleine hoeveelheid van de stof en schud. Is het verkregen mengsel helder, dan is er geen zinkoxide aanwezig. Zinkoxide lost namelijk slecht op in water en dan zou je een suspensie waarnemen.
- c** Los een spatelpuntje van de stof op en voeg er bijvoorbeeld een zinksulfaatoplossing aan toe. Is er een neerslag zichtbaar, dan was er ammoniumfosfaat aanwezig. Treedt er geen neerslagvorming op, dan is de stof niet verontreinigd, omdat sulfaationen met zinkionen geen neerslag vormen.

B 19

- a** Magnesiumammoniumfosfaathexahydraat en kaliummagnesiumfosfaathexahydraat
- b**
$$\text{Mg}^{2+} + \text{PO}_4^{3-} + \text{NH}_4^+ + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$$
- c** 1500 m³ urine staat voor 5 ton struviet. De molaire massa van struviet is 245,42 g mol⁻¹. Er is dan:

massa (g)	5 · 10 ⁶	245,42
hoeveelheid (mol)	x	1,00

$$x = \frac{5 \cdot 10^6 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{245,42 \text{ g}} = 2,0 \cdot 10^4 \text{ mol struviet}$$

De molaire massa van fosfaat is 94,97 g mol⁻¹, er is dan:

massa (g)	x	94,97
hoeveelheid (mol)	2,0 · 10 ⁴	1,00

$$x = \frac{2,0 \cdot 10^4 \text{ mol} \times 94,97 \text{ g}}{1,00 \text{ mol}} = 2 \cdot 10^6 \text{ g fosfaat}$$

Er kan dus 2 · 10³ kg fosfaat worden teruggewonnen.

- d** Uit 1500 m³ urine kan 2 · 10³ kg fosfaat worden teruggewonnen, dan levert 1 m³ urine
- $$\frac{2 \cdot 10^3 \text{ kg}}{1500} = 1,33 \text{ kg fosfaat.}$$

$$\text{Eén plasbeurt levert gemiddeld } \frac{5000 \text{ m}^3}{13 \cdot 10^6} = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ urine.}$$

De hoeveelheid fosfaat die uit één plasbeurt kan worden teruggewonnen is dan:

$$3,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 1,33 \text{ kg} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg} = 0,5 \text{ g}$$

- e** Ja, allereerst is calciumchloride goed oplosbaar. Daarnaast kunnen de Ca^{2+} -ionen uit het calciumchloride met de fosfaationen uit het rioolwater een neerslag vormen, zodat het rioolwater op deze wijze kan worden gedefosfateerd:
- $$3 \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$$
- Bij deze methode wordt dan geen stikstof verwijderd.

B 20 ★

- a** Hydrofiel en hydrofoob zijn begrippen die horen bij het macroniveau omdat het gaat over het al dan niet in water oplosbaar zijn van een stof. Als je spreekt over een molecuul, dan spreek je over het microniveau. Je kunt wel zeggen dat het molecuul een polaire kop en een apolaire staart heeft.
- b** Eerst de notatie van een natriumstearaatoplossing:
 $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- (\text{aq})$
 In reactie met hard water reageert alleen het stearaation:
 $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2 (\text{s})$ (kalkzeep)
- c** $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} (\text{s}) \rightarrow 5 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{P}_3\text{O}_{10}^{5-} (\text{aq})$ (trifosfaat)
- d** $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{P}_3\text{O}_{10}^{5-} (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{P}_3\text{O}_{10})_2^{8-} (\text{aq})$
- e** Er zijn geen vrije Ca^{2+} -ionen beschikbaar voor de neerslagvorming.
- f** Doordat bij gebruik van natriumtrifosfaat kan worden volstaan met minder waspoeder omdat de calciumionen niet meer beschikbaar zijn voor de neerslagvorming met de stearaationen van de zeep.

C 21 ★

- a** $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4 (\text{s})$
- b** Omdat er een neerslag ontstaat, is er een zout gevormd. In dit zout zijn ionbindingen aanwezig tussen de ionen waaruit het zout is gevormd. De ionen zijn daardoor niet meer gehydrateerd door watermoleculen en daarom is de ion-dipoolbinding tussen de ionen en de watermoleculen verbroken.
- c** De ionbindingen zullen sterker zijn omdat het neerslag anders niet gevormd zou worden.
- d** $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3 (\text{s})$
- e** Als een van de twee beginstoffen (bariumnitraat of natriumsulfaat) in overmaat aanwezig is, dan zal ook dat zout bij het indampen ontstaan.
- f** Je moet er dan voor zorgen dat er exact evenveel mol van beide zouten aanwezig is. Maar ook dan zal het zout niet volledig zuiver zijn omdat een deel van de barium- en sulfaationen niet neerslaat omdat het neerslaan van een zout een evenwichtsreactie is. Er zullen dus altijd nog wat barium en sulfaationen aanwezig zijn in de oplossing die je gaat indampen.
- g** $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + 2 \text{HNO}_3 (\text{l}) \rightarrow 2 \text{NaNO}_3 (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

C 22

De opgeloste stof in buis 4 is bariumjodide.

Buis 1:

Er ontstaat een wit neerslag na toevoegen van natriumsulfaat. Het positieve ion uit stof X vormt een slecht oplosbaar zout met sulfaationen. Het zijn dus Ba^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ of Hg^+ -ionen.

Buis 2:

De zinkionen geven geen neerslag met stof X. Het negatieve ion uit stof X kan dan zijn: NO_3^- , CH_3COO^- , Cl^- , Br^- , I^- , SO_4^{2-} of F^- . De chloride-ionen geven geen neerslag met stof X, dus het positieve ion uit stof X kan geen Ag^+ , Hg^+ of Pb^{2+} zijn. Alleen Ba^{2+} blijft dan over.

Buis 3:

De kwikionen geven een rood neerslag. Kwikionen slaan met bijna alle negatieve ionsoorten uit Binas tabel 45A neer, maar door de rode kleur weet je dat het HgI_2 is (Binas tabel 65B). Het positieve ion in stof X is Ba^{2+} , het negatieve ion is I^- . Stof X is dus BaI_2 .

Buis 1: $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4 (\text{s})$

Buis 2: geen reactie

Buis 3: $\text{Hg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{HgI}_2 (\text{s})$

5.3 Rekenen aan reacties

B 23

a

hoeveelheid (mol)	0,21	1,00
aantal deeltjes	x	$6,02 \cdot 10^{23}$

$$x = \frac{0,21 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23}}{1,00 \text{ mol}} = 1,3 \cdot 10^{23} \text{ deeltjes}$$

b Het molair volume kun je in Binas tabel 7 vinden ($22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$).

hoeveelheid (mol)	0,21	1,00
volume (dm^3)	x	22,4

$$x = \frac{0,21 \text{ mol} \times 22,4 \text{ dm}^3}{1,00 \text{ mol}} = 4,7 \text{ dm}^3 = 4,7 \text{ L ammoniakgas}$$

c

hoeveelheid (mol)	0,21	1,00
massa (g)	x	17,03

$$x = \frac{0,21 \text{ mol} \times 17,03 \text{ g}}{1,00 \text{ mol}} = 3,6 \text{ g}$$

d

hoeveelheid (mol)	0,21	x
volume (L)	2,3	1,00

$$x = \frac{0,21 \text{ mol} \times 1,00 \text{ L}}{2,3 \text{ L}} = 9,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

B 24

a Stap 1: $2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2$

b Stap 2: $550 \text{ kg aluminiumoxide} = 550 \cdot 10^3 \text{ g aluminiumoxide}$. De molaire massa van aluminiumoxide is $101,96 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{550 \cdot 10^3 \text{ g}}{101,96 \text{ g mol}^{-1}} = 5,39 \cdot 10^3 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$$

c Stap 3: de molverhouding $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al} = 2 : 4$

Stap 4: er ontstaat:

$$\frac{5,39 \cdot 10^3 \text{ mol}}{2} \times 4 = 1,08 \cdot 10^4 \text{ mol aluminium}$$

d Stap 5: mol omrekenen naar kg. De molaire massa is $26,98 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,08 \cdot 10^4 \text{ mol} \times 26,98 \text{ g mol}^{-1} = 2,91 \cdot 10^5 \text{ g} = 2,91 \cdot 10^2 \text{ kg aluminium}$$

B 25

a Stap 1: $4 \text{ CuO (s)} + \text{CH}_4 \text{ (g)} \rightarrow 4 \text{ Cu (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$

Stap 2: de massa CuO omrekenen naar het aantal mol

Je weet uit het rekenvoorbeeld dat er $2,0 \text{ gram CuO}$ reageert. Je wilt uitrekenen hoeveel $\text{dm}^3 \text{ CO}_2$ er ontstaat. De molaire massa van CuO is $79,545 \text{ g mol}^{-1}$.

$$2,0 \text{ g CuO} \triangleq \frac{2,0 \text{ g}}{79,545 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02514 \text{ mol CuO}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{CuO} : \text{CO}_2 = 4 : 1$

Stap 4: het aantal mol CO_2 dat ontstaat is dan:

$$\frac{2,514 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{4} = 6,286 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Stap 5: het aantal mol CO_2 omrekenen naar liter met het molair volume ($24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$):

$$6,286 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,15 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

b Stap 1 en 2 heb je bij vraag a gedaan.

Stap 3: de molverhouding $\text{CuO} : \text{H}_2\text{O} = 4 : 2 = 2 : 1$

Stap 4: het aantal mol H_2O dat ontstaat is dan:

$$\frac{2,514 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{2} = 1,257 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Stap 5: aangezien water een vloeistof is (en geen gas) kun je geen gebruikmaken van het molair volume. Je moet het volume nu uitrekenen door gebruik te maken van de dichtheid. Eerst reken je het aantal mol H_2O om naar het aantal gram. De molaire massa van water is $18,02 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,257 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}_2\text{O} \triangleq 1,257 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 0,2265 \text{ g H}_2\text{O}$$

De dichtheid van water is gegeven: $1,00 \text{ g mL}^{-1}$.

massa (g)	1,00	0,2265
volume (L)	$1,00 \cdot 10^{-3}$	x

$$x = \frac{0,2265 \text{ g} \times 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ L}}{1,00 \text{ g}} = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ L}$$

c Het volume van het gas is $0,15 \text{ L}$. Het volume van de vloeistof is $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ L}$. Het gas neemt veel meer ruimte in.

B 26

a Stap 1: $\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{NaCl} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{CaCl}_2 (\text{s})$

Stap 2: $1,00 \text{ ton CaCO}_3 = 1,00 \cdot 10^6 \text{ g CaCO}_3$ omrekenen naar mol.

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	100,09	$1,00 \cdot 10^6$

$$x = \frac{1,00 \cdot 10^6 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{100,09 \text{ g}} = 9,991 \cdot 10^3 \text{ mol CaCO}_3$$

Stap 3: de molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{NaCl} = 1 : 2$

Stap 4: er is dus $2 \times 9,991 \cdot 10^3 \text{ mol} = 1,998 \cdot 10^4 \text{ mol NaCl}$ nodig.

Stap 5: ten slotte zet je dit aantal mol weer om naar gram en ton.

hoeveelheid (mol)	1,00	$1,998 \cdot 10^4$
massa (g)	58,443	x

$$x = \frac{58,443 \text{ g} \times 1,998 \cdot 10^4 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} = 1,168 \cdot 10^6 \text{ g} = 1,17 \text{ ton NaCl}$$

b Stap 1 en 2 heb je al bij vraag a gedaan.

Stap 3: de molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1 : 1$

Stap 4: er ontstaat dus $9,991 \cdot 10^3 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$.

Stap 5: dit reken je weer om naar gram en ton.

hoeveelheid (mol)	1,00	$9,991 \cdot 10^3$
massa (g)	105,99	x

$$x = \frac{105,99 \text{ g} \times 9,991 \cdot 10^3 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} = 1,059 \cdot 10^6 \text{ g} = 1,06 \text{ ton Na}_2\text{CO}_3$$

B 27

a Stap 1: $\text{C}_7\text{H}_{16} (\text{l}) + 11 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 7 \text{CO}_2 (\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

b Stap 2: gebruik eerst de dichtheid om het aantal gram C_7H_{16} te berekenen. De dichtheid is $0,72 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 0,72 \cdot 10^3 \text{ g dm}^{-3}$ (Binas tabel 11). $1,0 \text{ L}$ benzine heeft dus een massa van $0,72 \cdot 10^3 \text{ g}$.

De molaire massa van C_7H_{16} is $100,20 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{0,72 \cdot 10^3 \text{ g}}{100,20 \text{ g mol}^{-1}} = 7,186 \text{ mol C}_7\text{H}_{16}$$

Stap 3: de molverhouding $C_7H_{16} : O_2 = 1 : 11$

Stap 4: er is $7,186 \times 11 \text{ mol} = 79,04 \text{ mol } O_2$ nodig.

Stap 5: het aantal mol zuurstof reken je om naar het aantal dm^3 door gebruik te maken van het molair volume ($24,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$).

$$79,04 \text{ mol} \times 24,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 1,929 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 O_2$$

Lucht bevat 21,2% zuurstof:

$$\frac{1,929 \cdot 10^3 \text{ dm}^3}{21,2} \times 100\% = 9,097 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = 9,1 \text{ m}^3 \text{ lucht}$$

B 28

a Stap 1: $2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 3 \text{ C} (\text{s}) \rightarrow 4 \text{ Fe} (\text{s}) + 3 \text{ CO}_2 (\text{g})$

b Stap 2: $250 \text{ ton } \text{Fe}_2\text{O}_3 = 250 \cdot 10^6 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3$ omrekenen naar mol.

De molaire massa van Fe_2O_3 is $159,69 \text{ g mol}^{-1}$.

$$250 \cdot 10^6 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3 \triangleq \frac{250 \cdot 10^6 \text{ g}}{159,69 \text{ g mol}^{-1}} = 1,565 \cdot 10^6 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

Stap 3: de molverhouding: $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{C} = 2 : 3$

Stap 4: er is:

$$\frac{1,565 \cdot 10^6 \text{ mol}}{2} \times 3 = 2,348 \cdot 10^6 \text{ mol cokes nodig.}$$

Stap 5: omrekenen naar ton cokes

De molaire massa van cokes is $12,01 \text{ g mol}^{-1}$.

$$2,348 \cdot 10^6 \text{ mol cokes} \triangleq 2,348 \cdot 10^6 \text{ mol} \times 12,01 \text{ g mol}^{-1} = 2,82 \cdot 10^7 \text{ g cokes} = 2,82 \cdot 10^1 \text{ ton cokes}$$

c Stap 1 en 2 heb je al bij vraag a en b gedaan.

Stap 3: de molverhouding: $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe} = 2 : 4$

Stap 4: er ontstaat:

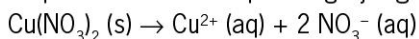
$$\frac{1,565 \cdot 10^6 \text{ mol}}{2} \times 4 = 3,130 \cdot 10^6 \text{ mol ijzer}$$

Stap 5: omrekenen naar ton ijzer. De molaire massa van ijzer is $55,85 \text{ g mol}^{-1}$.

$$3,130 \cdot 10^6 \text{ mol ijzer} \triangleq 3,130 \cdot 10^6 \text{ mol} \times 55,85 \text{ g mol}^{-1} = 1,75 \cdot 10^8 \text{ g Fe} = 1,75 \cdot 10^2 \text{ ton Fe}$$

B 29

Stap 1: stel eerst de oplosvergelijking op:



Stap 2: reken vervolgens het aantal gram om naar mol.

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	187,56	3,6

$$x = \frac{3,6 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{187,56 \text{ g}} = 0,0192 \text{ mol } \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$$

Stap 3: de molverhouding $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 : \text{Cu}^{2+} : \text{NO}_3^- = 1 : 1 : 2$

Stap 4: er zijn $0,0192 \text{ mol } \text{Cu}^{2+}$ -ionen en $2 \times 0,0192 = 0,0384 \text{ mol } \text{NO}_3^-$ -ionen in de oplossing aanwezig.

Stap 5: ten slotte reken je de concentratie uit.

Cu^{2+} -ionen:

hoeveelheid (mol)	0,0192	x
volume (L)	0,150	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ L} \times 0,0192 \text{ mol}}{0,150 \text{ L}} = 1,3 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = 1,3 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$$

NO₃⁻-ionen:

hoeveelheid (mol)	0,0384	x
volume (L)	0,150	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ L} \times 0,0384 \text{ mol}}{0,150 \text{ L}} = 2,6 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 2,6 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$$

B 30

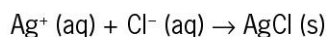
- a** Er is hier sprake van een exotherme reactie. Er komt namelijk energie vrij (onder andere) in de vorm van licht.
b Cl en BaCl₂
c De molaire massa van Ba is 137,3 g mol⁻¹.

$$\text{Uitgestoten is } \frac{2,8 \cdot 10^8 \text{ g}}{137,3 \text{ g mol}^{-1}} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ mol Ba.}$$

C 31

a

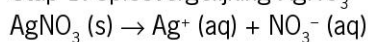
	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
Ag ⁺	g	s
Mg ²⁺	g	g



- b** Om te bepalen welke ionsoort in overmaat aanwezig is moet je het aantal mol Ag⁺ en Cl⁻ in de oplossingen berekenen.

Ag⁺-ionen:

Stap 1: oplosvergelijking AgNO₃



Stap 2: molariteit van de AgNO₃-oplossing is 0,10 mol L⁻¹.

Stap 3: de molverhouding AgNO₃ : Ag⁺ : NO₃⁻ = 1 : 1 : 1

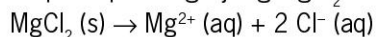
Stap 4: per liter oplossing is er 0,10 mol Ag⁺ ionen, in 25 mL zit:

hoeveelheid (mol)	0,10	x
volume (L)	1,00	2,5 · 10 ⁻²

$$x = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \times 0,10 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ag}^+$$

Cl⁻-ionen:

Stap 1: oplosvergelijking MgCl₂



Stap 2: de molariteit van de MgCl₂-oplossing is 0,030 mol L⁻¹.

Stap 3: de molverhouding MgCl₂ : Mg²⁺ : Cl⁻ = 1 : 1 : 2

Stap 4: per liter oplossing is er 2 × 0,030 = 0,060 mol Cl⁻-ionen, in 15 mL zit:

hoeveelheid (mol)	0,060	x
volume (L)	1,00	1,5 · 10 ⁻²

$$x = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \times 0,060 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cl}^- \text{-ionen}$$

Ag⁺ en Cl⁻ reageren in de molverhouding 1 : 1, dus is Ag⁺ in overmaat aanwezig.

- c** Als je wilt weten hoeveel AgCl ontstaat, reken je met de Cl⁻-ionenconcentratie.
 Stap 1 en 2 heb je al bij vraag a en b gedaan.
 Stap 3: de molverhouding AgCl : Ag⁺ : Cl⁻ = 1 : 1 : 1
 Stap 4: er kan maximaal 9,0 · 10⁻⁴ mol AgCl ontstaan, omdat de Cl⁻-ionen dan allemaal hebben gereageerd.

Stap 5: omrekenen naar gram AgCl:

hoeveelheid (mol)	1,00	$9,0 \cdot 10^{-4}$
massa (g)	143,32	x

$$x = \frac{143,32 \text{ g} \times 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} = 0,13 \text{ g}$$

d Ga alle aanwezige ionsoorten na.

Cl⁻-ionen: dit ion vormt met Ag⁺ het neerslag en komt niet meer in het filtraat voor.

$$[\text{Cl}^-] = 0,0 \text{ M}$$

Ag⁺-ionen: waren in overmaat aanwezig, $9,0 \cdot 10^{-4}$ mol van de $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol heeft gereageerd. In het filtraat is dus nog aanwezig: $2,5 \cdot 10^{-3} - 9,0 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-3}$ mol Ag⁺-ionen. Het volume van het mengsel is 25 mL + 15 mL = 40 mL. De concentratie kun je vervolgens uitrekenen.

hoeveelheid (mol)	$1,6 \cdot 10^{-3}$	x
volume (L)	$4,0 \cdot 10^{-2}$	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ L} \times 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{4,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[\text{Ag}^+] = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

Mg²⁺-ionen: deden niet mee aan de reactie en zijn dus nog volledig in het filtraat aanwezig. Omdat er per mol MgCl₂ één mol Mg²⁺-ionen is, is de molariteit van de MgCl₂-oplossing gelijk aan de molariteit van de Mg²⁺-ionen (1 : 1). In 15 mL is er:

hoeveelheid (mol)	0,030	x
volume (L)	1,00	$1,5 \cdot 10^{-2}$

$$x = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \times 0,030 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol Mg}^{2+}\text{-ionen}$$

Het totale volume is 40 mL. De concentratie kun je vervolgens uitrekenen.

hoeveelheid (mol)	$4,5 \cdot 10^{-4}$	x
volume (L)	$4,0 \cdot 10^{-2}$	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ L} \times 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{4,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

NO₃⁻-ionen: hier geldt hetzelfde als voor Mg²⁺, deze ionen doen niet mee aan de reactie. Omdat er per mol AgNO₃ één mol NO₃⁻-ionen is, is de molariteit van de AgNO₃-oplossing gelijk aan de molariteit van de NO₃⁻-ionen (1 : 1). In 25 mL is er:

hoeveelheid (mol)	0,10	x
volume (L)	1,00	$2,5 \cdot 10^{-2}$

$$x = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \times 0,10 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol NO}_3^-\text{-ionen}$$

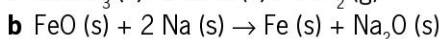
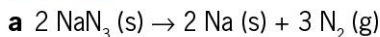
Het totale volume is 40 mL. De concentratie kun je vervolgens uitrekenen.

hoeveelheid (mol)	$2,5 \cdot 10^{-3}$	x
volume (L)	$4,0 \cdot 10^{-2}$	1,00

$$x = \frac{1,00 \text{ L} \times 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{4,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

C 32



c Stap 1: reactievergelijking bij vraag a.

Stap 2: reken het volume N_2 om naar mol, $V_m = 23 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

hoeveelheid (mol)	1,00	x
volume (dm^3)	23,0	90

$$x = \frac{1,00 \text{ mol} \times 90 \text{ dm}^3}{23,0 \text{ dm}^3} = 3,91 \text{ mol}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{N}_2 : \text{NaN}_3 = 3 : 2$

Stap 4: er is dus:

$$\frac{3,91 \text{ mol}}{3} \times 2 = 2,61 \text{ mol NaN}_3 \text{ nodig}$$

Stap 5: omrekenen naar gram NaN_3 :

hoeveelheid (mol)	1,00	2,61
massa (g)	65,02	x

$$x = \frac{65,02 \text{ g} \times 2,61 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ g NaN}_3$$

d Stap 1 en 2: heb je al bij de vragen a t/m c gedaan.

Stap 3: de molverhouding $\text{NaN}_3 : \text{Na} = 2 : 2 = 1 : 1$. De molverhouding $\text{Na} : \text{FeO} = 2 : 1$.

Stap 4: er is 2,61 mol NaN_3 ontleed en er ontstaat 2,61 mol Na. Nodig is dan

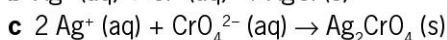
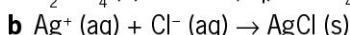
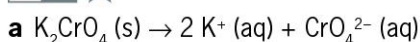
$$\frac{2,61}{2} = 1,31 \text{ mol FeO.}$$

Stap 5: omrekenen naar gram FeO:

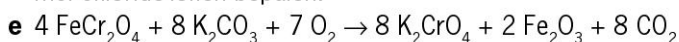
hoeveelheid (mol)	1,00	1,31
massa (g)	71,844	x

$$x = \frac{71,844 \text{ g} \times 1,31 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol}} = 94 \text{ g FeO}$$

C 33



d Op het moment dat er een roodbruin neerslag ontstaat zijn er evenveel zilverionen toegevoegd als er chloride-ionen aanwezig waren. Als je dus het aantal milliliter en de molariteit van de toegevoegde oplossing met zilverionen weet, kun je daarmee het aantal mol chloride-ionen bepalen.



f Je moet eerst uitrekenen hoeveel kaliumchromaat er maximaal kon ontstaan. Om dit te kunnen bepalen moet je uitrekenen welke beginstof in ondermaat aanwezig is. Je rekent daarom de massa's van de beginstoffen om naar kmol. 1,00 kmol chromiet heeft een massa van 223,85 kg.

FeCr_2O_4 :

$$180 \text{ kg chromiet} \triangleq \frac{180 \text{ kg}}{223,85 \text{ kg kmol}^{-1}} = 0,8041 \text{ kmol FeCr}_2\text{O}_4$$

K_2CO_3 :

$$306 \text{ g kaliumcarbonaat} \triangleq \frac{306 \text{ kg}}{138,21 \text{ kg kmol}^{-1}} = 2,214 \text{ kmol K}_2\text{CrO}_3$$

O_2 :

$$80,0 \text{ kg zuurstof} \triangleq \frac{80,0 \text{ kg}}{32,00 \text{ kg kmol}^{-1}} = 2,5 \text{ kmol } O_2$$

Om te bepalen welke van de stoffen in ondermaat aanwezig is deel je ze door de coëfficiënt uit de reactievergelijking.

 $FeCr_2O_4$:

$$\frac{0,8041 \text{ kmol}}{4} = 0,201 \text{ kmol}$$

 K_2CO_3 :

$$\frac{2,214 \text{ kmol}}{8} = 0,277 \text{ kmol}$$

 O_2 :

$$\frac{2,5 \text{ kmol}}{7} = 0,357 \text{ kmol}$$

$FeCr_2O_4$ is dus in ondermaat aanwezig. Er zal dan maximaal $0,201 \times 8 = 1,61 \text{ kmol}$ K_2CrO_4 ontstaan. De molaire massa van K_2CrO_4 is $194,2 \text{ kg kmol}^{-1}$.

Omerekend in kilogram komt dit overeen met $1,61 \text{ kmol} \times 194,2 \text{ kg kmol}^{-1} = 313 \text{ kg}$ K_2CrO_4 .

f Het rendement is dan:

$$\frac{200 \text{ kg}}{313 \text{ kg}} \times 100\% = 63,9\%$$

C 34 ★

a 250 kg suikerbieten bevat $250 \times 0,16 = 40 \text{ kg} = 40 \cdot 10^3 \text{ g}$ suiker. De molaire massa van suiker is $342,3 \text{ g mol}^{-1}$.

$$40 \cdot 10^3 \text{ g suiker} \triangleq \frac{40 \cdot 10^3 \text{ g}}{342,3 \text{ g mol}^{-1}} = 117 \text{ mol suiker}$$

Er ontstaat dan $117 \times 4 = 468 \text{ mol}$ bio-ethanol.

De molaire massa van bio-ethanol is $46,07 \text{ g mol}^{-1}$.

$468 \text{ mol} \times 46,07 \text{ g mol}^{-1} = 2,16 \cdot 10^4 \text{ gram}$ bio-ethanol

De dichtheid van bio-ethanol is $0,800 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 0,800 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.

Hiermee kun je het aantal liter bio-ethanol uitrekenen:

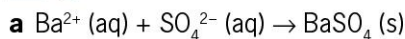
$$\frac{2,16 \cdot 10^4 \text{ g}}{0,800 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}} = 27 \text{ L bio-ethanol}$$

b Uit vraag a is bekend dat er 117 mol suiker is. Hieruit ontstaat $117 \times 4 = 468 \text{ mol}$ koolstofdioxide. Koolstofdioxide is een gas, dus je gebruikt het molair volume om het aantal liter uit te rekenen.

$$468 \text{ mol} \times 24,5 \text{ mol L}^{-1} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ L koolstofdioxide}$$

Afsluiting

1 



b Stap 1: zie vraag a.

Stap 2: om het aantal mol barium- en sulfaationen uit te kunnen rekenen moet je eerst het aantal mol bariumsulfaat weten. Je rekent het aantal gram om naar mol.

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	233,39	5,0

$$x = \frac{5,0 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{233,39 \text{ g}} = 2,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol BaSO}_4$$

Stap 3: de molverhouding $\text{Ba}^{2+} : \text{SO}_4^{2-} : \text{BaSO}_4 = 1 : 1 : 1$

Stap 4: er is $2,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol Ba}^{2+}$ en $2,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol SO}_4^{2-}$ nodig.

Stap 5: je weet nu het aantal mol en de molariteit, je kunt nu het aantal liter uitrekenen:

Ba^{2+} -ionen: de molariteit van de bariumnitraatoplossing is 0,50 M.

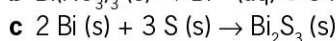
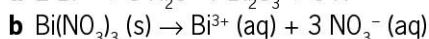
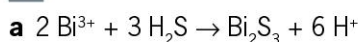
hoeveelheid (mol)	0,50	$2,14 \cdot 10^{-2}$
volume (L)	1,00	x

$$x = \frac{2,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 1,00 \text{ L}}{0,50 \text{ mol}} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

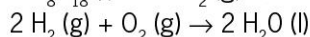
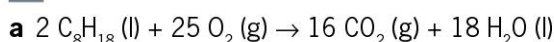
Er is dus 43 mL van de bariumnitraatoplossing nodig.

SO_4^{2-} -ionen: er is ook 43 mL van de natriumsulfaatoplossing nodig, omdat het aantal mol gelijk is aan het aantal mol Ba^{2+} -ionen en de molariteit van de natriumsulfaatoplossing gelijk is aan die van bariumnitraat.

2



3



b Bij de verbranding van waterstofgas ontstaat geen koolstofdioxide.

c $2,00 \text{ kg} = 2,00 \cdot 10^3 \text{ g}$. De molaire massa van C_8H_{18} is $114,22 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{2,00 \cdot 10^3 \text{ g}}{114,22 \text{ g mol}^{-1}} = 1,75 \cdot 10^1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

d $2,00 \text{ kg H}_2 = 2,00 \cdot 10^3 \text{ g}$. De molaire massa van H_2 is $2,016 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{2,00 \cdot 10^3 \text{ g}}{2,016 \text{ g mol}^{-1}} = 9,92 \cdot 10^2 \text{ mol H}_2$$

e Binas tabel 7: $V_m = 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

volume C_8H_{18} :

$$1,75 \cdot 10^1 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 4,29 \cdot 10^2 \text{ dm}^3 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g})$$

volume H_2 :

$$9,92 \cdot 10^2 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 2,43 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \text{ H}_2(\text{g})$$

f Stap 1 en 2: heb je al bij vraag a en c gedaan.



Stap 3: de molverhouding $\text{C}_8\text{H}_{18} : \text{H}_2\text{O} = 2 : 18 = 1 : 9$

Stap 4: bij de verbranding van benzine ontstaat $9 \times 1,75 \cdot 10^1 \text{ mol} = 1,575 \cdot 10^2 \text{ mol H}_2\text{O}$.

Stap 5: de molaire massa van H_2O is $18,02 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,575 \cdot 10^2 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 2,84 \cdot 10^3 \text{ g H}_2\text{O}$$



Stap 3: de molverhouding $\text{H}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$

Stap 4: bij de verbranding van waterstof ontstaat $9,92 \cdot 10^2 \text{ mol H}_2\text{O}$.

Stap 5: omrekenen naar gram H_2O :

$$9,92 \cdot 10^2 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 1,79 \cdot 10^4 \text{ g H}_2\text{O}$$

g Stap 3: de molverhouding $\text{C}_8\text{H}_{18} : \text{CO}_2 = 2 : 16 = 1 : 8$

Stap 4: bij de verbranding van benzine ontstaat $8 \times 1,75 \cdot 10^1 \text{ mol} = 1,40 \cdot 10^2 \text{ mol CO}_2$.

Stap 5: de molaire massa van CO_2 is $44,01 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,40 \cdot 10^2 \text{ mol} \times 44,01 \text{ g mol}^{-1} = 6,16 \cdot 10^3 \text{ g CO}_2$$

h $V_m = 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

Er ontstaat $1,40 \cdot 10^2 \text{ mol CO}_2(\text{g})$, zodat:

$$1,40 \cdot 10^2 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 3,43 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

i Bij de verbranding van waterstof ontstaat geen koolstofdioxide.

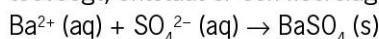
j Waterstof is brandbaar en explosief. Waterstof is lastig op een 'schone' manier te maken.

4

a $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s})$

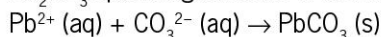
b In het filtraat zitten in elk geval Na^+ -ionen en NO_3^- -ionen. Deze beide ionsoorten kunnen alleen zouten vormen die goed oplosbaar zijn.

c Als de leerling een overmaat Na_2SO_4 -oplossing toevoegt, vind je in het filtraat naast Na^+ -ionen en NO_3^- -ionen ook SO_4^{2-} -ionen. Als je in dit geval een bariumnitraatoplossing toevoegt, ontstaat er een neerslag van BaSO_4 volgens:



Dat gebeurt in dit geval niet. Conclusie: er is geen overmaat natriumsulfaat gebruikt.

Als de leerling een overmaat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing heeft gebruikt, komen er naast Na^+ -ionen en NO_3^- -ionen ook Pb^{2+} -ionen in het filtraat voor. Bij het toevoegen van een Na_2CO_3 -oplossing ontstaat er een neerslag van PbCO_3 volgens:



Beide waarnemingen kloppen met de werkelijkheid. Conclusie: de leerling heeft een overmaat lood(II)nitraatoplossing gebruikt.

5

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

Na het toevoegen van chloride-ionen komt er geen neerslag. Het positieve ion is dus geen Ag^+ , Hg^+ , Pb^{2+} .

Met jodide-ionen ontstaat er een oranje neerslag. De hierboven genoemde ionen geven een neerslag, maar die kunnen het niet zijn. De enige mogelijkheid is dan nog Hg^{2+} .

6



a Nee, de 10 mL op het etiket is de hoeveelheid plantenvoedsel die je aan een liter water moet toevoegen om de juiste concentratie plantenvoeding in het water te krijgen. Je moet uiteraard veel meer dan 10 mL water geven, zeker voor alle planten samen.

b De dichtheid is $\frac{0,58 \text{ kg}}{500 \text{ mL}} = 0,00116 \text{ kg mL}^{-1}$. Dat is $1,2 \text{ g mL}^{-1}$.

c In het water zijn zouten opgelost die de dichtheid groter maken.

- d** Stap 1: elk NO_3^- bevat 1 stikstofatoom.
 Stap 2: eerst het aantal gram N-atomen omrekenen naar mol:

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	14,01	2,5

$$x = \frac{2,5 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{14,01 \text{ g}} = 0,18 \text{ mol N van de nitraationen}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{N} : \text{NO}_3^- = 1 : 1$

Stap 4: er is dus ook 0,18 mol NO_3^-

Stap 1: elk NH_4^+ bevat 1 stikstofatoom.

Stap 2: eerst het aantal gram N-atomen omrekenen naar mol:

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	14,01	1,54

$$x = \frac{1,54 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{14,01 \text{ g}} = 0,110 \text{ mol N van de ammoniumionen}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{N} : \text{NH}_4^+ = 1 : 1$

Stap 4: er is dus ook 0,110 mol NH_4^+ .

- e** $\text{K}_2\text{O} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
f Stap 1: zie het antwoord bij vraag e.
 Stap 2: 6,0 gram K_2O omrekenen naar mol:

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	94,20	6,0

$$x = \frac{6,0 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{94,20 \text{ g}} = 0,06369 \text{ mol K}_2\text{O}$$

1 mol K_2O levert 2 mol K^+ -ionen. In 100 g plantenvoeding is 0,13 mol K^+ -ionen opgelost.

- g** Stap 1: elk P_2O_5 -molecuul bevat 2 P-atomen, dan kunnen er 2 PO_4^{3-} -ionen worden gevormd.
 Stap 2: eerst het aantal gram P_2O_5 omrekenen naar mol:

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	141,94	2,6

$$x = \frac{2,6 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{141,94 \text{ g}} = 0,01832 \text{ mol P}_2\text{O}_5$$

Stap 3: de molverhouding $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{PO}_4^{3-} = 1 : 2$

Stap 4: er is dus $2 \times 0,01832 = 0,037 \text{ mol PO}_4^{3-}$.

- h** Het aantal mol negatieve lading van de fosfaationen is $3 \times 0,037 = 0,11 \text{ mol}$.
i Het aantal mol positieve lading is $0,110 \text{ mol NH}_4^+ + 0,13 \text{ mol K}^+ = 0,24 \text{ mol}$. Het aantal mol negatieve lading is $0,18 \text{ mol NO}_3^- + 0,11 \text{ mol PO}_4^{3-} = 0,29 \text{ mol}$. Dus het etiket kan niet volledig zijn: er zijn positieve ionen niet vermeld. De beide keren 0,11 kloppen prachtig: er zou dan ammoniumfosfaat zijn gebruikt. Maar de 0,13 mol K^+ is te weinig voor de 0,18 mol NO_3^- .
j A Fout. Losse nitraationen bestaan niet.
 B Kan. Ieder nitraat kan, als het maar geen NH_4NO_3 of KNO_3 is.
 C Dit nitraat mag niet, want dan zouden er meer ammoniumionen in de oplossing komen dan op het etiket staat.

7

- a** $\text{Li}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{LiOH} (\text{s}) + \text{CaCO}_3 (\text{s})$
b $2 \text{LiOH} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
c LiOH is lichter dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ en produceert minder water.

d Stap 1: zie het antwoord bij vraag b.

Stap 2: $2,50 \text{ kg} = 2,50 \cdot 10^3 \text{ g LiOH}$. De molaire massa van LiOH is $23,95 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\frac{2,5 \cdot 10^3 \text{ g}}{23,95 \text{ g mol}^{-1}} = 1,04 \cdot 10^2 \text{ mol LiOH}$$

Stap 3: molverhouding $\text{LiOH} : \text{CO}_2 = 2 : 1$

Stap 4: er kan dus:

$$\frac{1,04 \cdot 10^2 \text{ mol}}{2} = 5,22 \cdot 10^1 \text{ mol CO}_2 \text{ reageren}$$

Stap 5: mol omrekenen naar $\text{dm}^3 \text{ CO}_2$, $V_m = 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

$$5,22 \cdot 10^1 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 1,28 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

8

a $\text{FeCl}_3 (\text{s}) + \text{Cu} (\text{s}) \rightarrow \text{FeCl}_2 (\text{s}) + \text{CuCl} (\text{s})$

$\text{FeCl}_3 (\text{s}) + \text{CuCl} (\text{s}) \rightarrow \text{FeCl}_2 (\text{s}) + \text{CuCl}_2 (\text{s})$

b Voor één mol CuCl_2 is minimaal twee mol FeCl_3 nodig omdat dit in beide reacties wordt gebruikt.

c $\text{Fe}^{3+} (\text{aq})$ kleurt een oplossing licht geel.

d

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	162,20	$40 \cdot 10^{-3}$

$$x = \frac{40 \cdot 10^{-3} \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{162,20 \text{ g}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol FeCl}_3$$

Er is dus $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol Fe}^{3+}$ in de oplossing aanwezig.

hoeveelheid (mol)	$2,5 \cdot 10^{-4}$	x
volume (L)	0,250	1,00

$$x = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 1,00 \text{ L}}{0,250 \text{ L}} = 9,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

e $\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{s})$

f Er is $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol FeCl}_3$, dus ook $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol Fe}^{3+}$. Er is dan minimaal $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 3 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol OH}^-$ nodig.