

# 3 Rekenen aan reacties

## 1 Energie

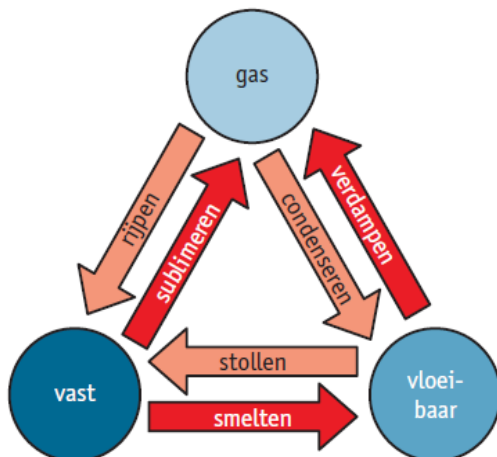
### Leerstof

- 1
  - a bijvoorbeeld: batterij, zon, wind, brandstof
  - b Bij een energie-omzetting wordt de ene soort omgezet in een ander soort energie.
  - c De totale hoeveelheid energie verandert niet bij energie-omzettingen.
  
- 2
  - a een reactie waarbij energie vrijkomt
  - b bijvoorbeeld: de verbranding van benzine of aardgas
  - c een reactie waarvoor energie nodig is
  - d bijvoorbeeld: de thermolyse van hout, de elektrolyse van water

### Toepassing

- 3
  - a Chemische energie wordt omgezet in beweging, warmte en licht.
  - b Zonlicht wordt omgezet in chemische energie.
  - c Elektrische energie wordt omgezet in chemische energie.
  - d Chemische energie wordt omgezet in elektrische energie.
  
- 4
  - a Exotherm, want de verbranding van diesel levert energie voor de auto.
  - b Endotherm, want deze reactie treedt op bij verwarmen. Wanneer het verwarmen wordt gestopt, stopt ook de reactie.
  - c Endotherm, want als de warmtebron wordt uitgezet, stopt het koken en koelt het water weer af.
  - d Exotherm, want dit is het omgekeerde effect van smelten, waarvoor warmte nodig is. De energie die vrijkomt, wordt afgegeven aan de omgeving.
  - e Exotherm, want bij de verbranding van aardgas komt energie vrij in de vorm van warmte en licht.
  
- 5 Het verwijderen van nagellak voelt koud aan. Er wordt dus warmte aan je huid onttrokken. Het verdampen van aceton uit nagellakremover is dus een endotherm proces.

6

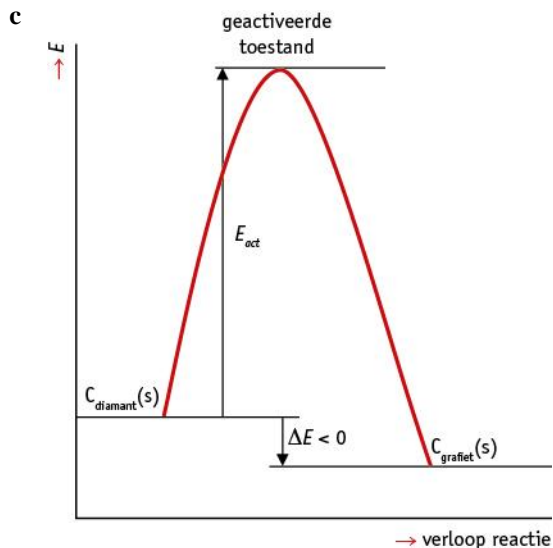


Exotherme fase-overgangen zijn stollen, condenseren en rijpen.

Endotherme fase-overgangen zijn smelten, verdampen en sublimeren.

## H3 Rekenen aan reacties

- 7 a Stap 1 beschrijving: Waterstofperoxide wordt ontleed in water en zuurstof.  
 Stap 2 reactieschema: waterstofperoxide(aq) → water(l) + zuurstof(g)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- b  $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- c De hoeveelheid energie die nodig is voor het verbreken van de atoombindingen in de moleculen van de beginstof waterstofperoxide is kleiner dan de hoeveelheid energie die vrijkomt bij het vormen van de atoombindingen van de moleculen van de reactieproducten water en zuurstof. Dit is te zien aan de grootte/dikte van de pijlen.
- d Een exotherme reactie, want er komt energie vrij.
- 8 a  $\text{CH}_4(\text{g})$  en  $\text{O}_2(\text{g})$   
 b  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 c Stap 1 beschrijving: Methaan reageert met zuurstof tot koolstofdioxide en water.  
 Stap 2 reactieschema: methaan(g) + zuurstof(g) → koolstofdioxide(g) + water(l)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- d een exotherme reactie  
 e Negatief, want er komt energie vrij.
- \*9 a In aanwezigheid van zuurstof zal het grafiet bij deze hoge temperatuur meteen verbranden tot koolstofdioxide.  
 b Voor de reactie is een erg hoge activeringsenergie nodig. Die wordt bij kamertemperatuur niet bereikt. De omzetting van grafiet naar diamant zal dus niet plaatsvinden.



## 2 Reactiesnelheid

### Leerstof

- 10 a Moleculen zijn voortdurend in beweging en botsen tegen elkaar. Als ze op de juiste plaats en met de juiste snelheid tegen elkaar botsen, heb je een effectieve botsing. Hoe meer effectieve botsingen er per tijdseenheid plaatsvinden, hoe sneller de reactie verloopt.
- b Effectieve botsingen zijn botsingen tussen moleculen die tot een reactie leiden.
- 11 a de temperatuur verhogen, de concentratie vergroten, de stof fijner verdelen, een katalysator toevoegen
- b de katalysator
- c De katalysator verlaagt de activeringsenergie, waardoor de reactie sneller kan verlopen.

### Toepassing

- 12 a Stap 1 beschrijving: IJzer reageert met water en zuurstof tot roest.  
 Stap 2 reactieschema: ijzer(s) + water(l) + zuurstof(g) → roest(s)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{Fe(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{FeO}_3\text{H}_3\text{(s)}$   
 Stap 4 kloppend maken:  $4 \text{Fe(s)} + 6 \text{H}_2\text{O(l)} + 3 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 4 \text{FeO}_3\text{H}_3\text{(s)}$
- b Door de ketting in te vetten of er een teflonspray over te spuiten. Hierdoor kunnen zuurstof en water niet in contact komen met het ijzer van de ketting.
- 13 a De verdelingsgraad. Het contactoppervlak tussen de suikermoleculen en de watermoleculen is veel groter bij gewone suiker. Er vinden daarom veel meer botsingen per seconde plaats. Hierdoor zijn er ook meer effectieve botsingen per seconde en is de oplossnelheid groter.
- b De concentratie. Schoonmaakazijn heeft een hogere concentratie azijnzuur dan tafelazijn. Bij een hogere concentratie zijn er meer botsingen per seconde. Hierdoor zijn er ook meer effectieve botsingen per seconde en is de reactiesnelheid hoger.
- c Een katalysator. Dit is niet met het botsende-deeltjesmodel te verklaren. De activeringsenergie wordt door de katalysator verlaagd.
- 14 a Het blokje hout heeft zes vlakken met een oppervlak van  $1,0 \times 1,0 \text{ cm} = 1,0 \text{ cm}^2$ . Dus het totale oppervlak is  $6 \times 1,0 \text{ cm}^2 = 6,0 \text{ cm}^2$ .
- b acht blokjes
- c Elk blokje heeft zes vlakken van  $0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ cm}^2$ . Dus per kleiner blokje  $6 \times 0,25 \text{ cm}^2 = 1,5 \text{ cm}^2$ . Het totale oppervlak is dan  $8 \times 1,5 = 12 \text{ cm}^2$ .
- d Oud oppervlak is  $6 \text{ cm}^2$ , nieuw oppervlak is  $12 \text{ cm}^2$ , dus  $\frac{12}{6} = 2 \times$  vergroot.
- 15 a  $1,00 \text{ L}$  lucht =  $1000 \text{ mL}$  en bevat 21 volume% zuurstof, dus  $\frac{21}{100} \times 1000 = 210 \text{ mL}$  zuurstof .
- b  $1,00 \text{ L}$  lucht bevat  $210 \text{ mL}$  zuurstof. De dichtheid van zuurstof is  $1,43 \text{ g/L}$ , dus met de formule  $m = \rho \cdot V$  kun je uitrekenen dat  $210 \text{ mL} = 0,210 \text{ L}$  zuurstof een massa heeft van  $m = 1,43 \text{ g/L} \times 0,210 \text{ L} = 0,30 \text{ g}$ . Dit zit in  $1,00 \text{ L}$  lucht, dus de concentratie is  $0,30 \text{ g/L}$ .
- c Dit is gelijk aan de dichtheid, dus  $1,43 \text{ g/L}$ .
- d De gloeiende houtspaander gaat feller gloeien of zelfs branden.
- e In zuivere zuurstof is de concentratie zuurstof veel hoger dan in lucht. Er zitten meer zuurstofmoleculen in eenzelfde volume. In zuivere zuurstof is het aantal botsingen per seconde tussen hout en zuurstof groter. Het aantal effectieve botsingen per seconde is dus ook groter. De reactiesnelheid van de verbranding van de houtspaander verloopt dus sneller.

**H3** Rekenen aan reacties

- \*16 a** Stap 1 beschrijving: Chloor en waterstof worden omgezet in waterstofchloride.  
 Stap 2 reactieschema:  $\text{chloor(g)} + \text{waterstof(g)} \rightarrow \text{waterstofchloride(g)}$   
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl(g)}$   
 Stap 4 kloppend maken:  $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl(g)}$
- b** 3,0% van alle botsingen is effectief dus  $\frac{3,0}{100} \times 2,0 \cdot 10^{20} = 6,0 \cdot 10^{18}$  effectieve botsingen per seconde per milliliter. Bij elke effectieve botsing worden twee HCl-moleculen gevormd, dus dat zijn  $1,2 \cdot 10^{19}$  moleculen per seconde per milliliter.
- c** Bij een verlaging van de temperatuur met  $10^\circ\text{C}$  zal de reactiesnelheid  $2\times$  zo laag zijn. Het aantal effectieve botsingen wordt dan  $\frac{6,0 \cdot 10^{18}}{2} = 3,0 \cdot 10^{18}$ .
- \*17 a**  $65 \text{ uur} = 65 \times 60 = 3900$  minuten  
 De halveringstijd is 650 minuten.  
 $\frac{3900}{650} = 6$ , dus 3900 minuten is  $6\times$  de halveringstijd.  
 Dus de concentratie is:  $0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,68 = (0,5)^6 \cdot 0,68 = 0,0106 \text{ g/L}$ .
- b** Dan is  $\frac{0,0106}{0,68} \times 100\% = 1,56\%$  nog over. Dus er is 98,44% ontleed.
- c** De helling van de lijn wordt steeds minder steil.
- d** De concentratie wordt steeds lager, waardoor de reactiesnelheid ook steeds kleiner wordt.
- e** De halfwaardetijd is nu 6,5 minuut, want na 6,5 minuut is de concentratie precies de helft van de beginconcentratie.
- f** De reactie verloopt  $100\times$  sneller, want de halfwaardetijd is gedaald van 650 minuten naar 6,5 minuut.
- g** Katalase versnelt de reactie en is dus een katalysator.

# 3 Massa

**Leerstof**

- 18 a** De totale massa van alle beginstoffen voor de reactie is gelijk aan de totale massa van alle reactieproducten na de reactie.
- b** Als je de beginstoffen niet in de juiste massaverhouding met elkaar mengt, stopt de reactie als een van de beginstoffen op is. Van de andere beginstof blijft na afloop iets over. Dat noem je de overmaat.
- 19 a** de atomaire massa-eenheid u  
**b**  $1,0 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$   
**c** door alle massa's van de atomen in een molecuul bij elkaar op te tellen

**Toepassing**

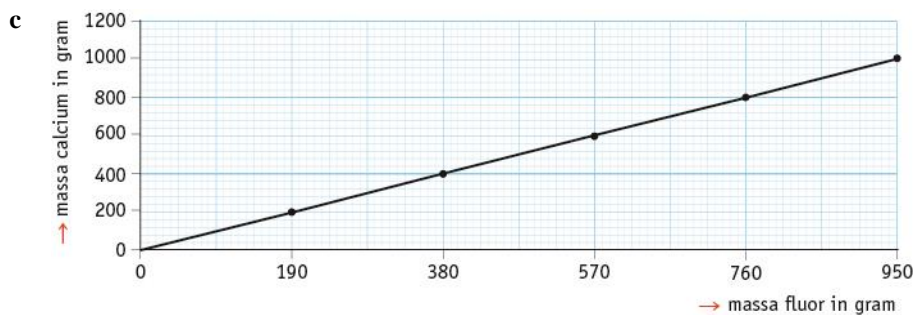
- 20 a** Ze zal zien dat de kant waar de kaars staat omhoog gaat. Bij de verbranding ontstaan gassen. De massa van de kaars zal dus afnemen.
- b** – De balans blijft in evenwicht, omdat de verbrandingsgassen niet kunnen ontsnappen.  
 – De kaars gaat na korte tijd uit, omdat de zuurstof opraakt.

## H3 Rekenen aan reacties

- 21 a Stap 1 beschrijving: Calcium en fluor reageren tot calciumfluoride.  
 Stap 2 reactieschema: calcium(s) + fluor(g) → calciumfluoride(s)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{Ca(g)} + \text{F}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaF}_2\text{(s)}$   
 Stap 4 kloppend maken:  $\text{Ca(g)} + \text{F}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaF}_2\text{(s)}$

massa calcium	massa fluor
800 g	760 g
:40	:40
20 g	19 g

De massaverhouding tussen calcium en fluor is 20 : 19.



- d ongeveer 430 g

massa calcium	massa fluor
20 g	19 g
$\times \frac{450}{20}$	$\times \frac{450}{20}$
450 g	428 g

Er is  $\frac{450}{20} \times 19 = 428$  g fluor nodig.

- f Als het goed is, zijn deze antwoorden (ongeveer) gelijk. Aflezen uit de grafiek is minder nauwkeurig.

- 22 a De totale massa van de beginstoffen is  $20,0 + 3,0 = 23,0$  g. De totale massa van de reactieproducten is  $16,0 + 7,0 = 23,0$  g. Deze massa's zijn aan elkaar gelijk, dus zijn alle beginstoffen verdwenen.  
 b Gegeven is dat 20,0 g koperoxide en 3,0 g koolstof volledig met elkaar reageren. Dan zal 10,0 g koperoxide met 1,5 g koolstof volledig reageren. Er blijft dan 1,5 g koolstof over.
- 23 a Stap 1 beschrijving: Water ontleedt tot waterstof en zuurstof.  
 Stap 2 reactieschema: water(l) → waterstof (g) + zuurstof (g)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$   
 Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$

## H3 Rekenen aan reacties

- b Volgens de wet van behoud van massa is 9,0 g water nodig voor de vorming van 1,0 g waterstof en 8,0 g zuurstof. Uit 10 g water ontstaan dan  $\frac{10}{9,0} \times 1,0 = 1,1$  g waterstof en  $10 - 1,1 = 8,9$  g zuurstof.

massa water	massa waterstof	massa zuurstof
9,0 g	1,0 g	8,0 g
$\times \frac{10}{9}$	$\times \frac{10}{9}$	$\times \frac{10}{9}$
10 g	1,1 g	8,9 g

- 24 a  $2 \times 1,008 + 1 \times 16,00 = 18,02$  u  
 b  $6 \times 12,01 + 12 \times 1,008 + 6 \times 16,00 = 180,16$  u  
 c  $2 \times 1,008 + 1 \times 32,06 + 4 \times 16,00 = 98,08$  u  
 d  $40,08 + 12,01 + 3 \times 16,00 = 100,09$  u

- 25 a Stap 1 beschrijving: Aluminium en chloor reageren met elkaar. Hierbij wordt aluminiumchloride gevormd.  
 Stap 2 reactieschema: aluminium(s) + chloor(g) → aluminiumchloride(s)  
 Stap 3 molecuulformules: Al(s) + Cl<sub>2</sub>(g) → AlCl<sub>3</sub>(s)  
 Stap 4 kloppend maken: 2 Al(s) + 3 Cl<sub>2</sub>(g) → 2 AlCl<sub>3</sub>(s)

b 26,98 u

c  $2 \times 35,45 = 70,90$  u

d aluminium : chloor =  $2 \times 26,98$  u :  $3 \times 70,90$  u = 53,96 : 212,70 = 1,00 : 3,94

e Uit de wet van behoud van massa volgt de verhouding waarin aluminiumchloride ontstaat uit aluminium en chloor. Voor 100 g aluminiumchloride is

$$\frac{100}{53,96 + 212,70} \times 53,96 = \frac{100}{266,66} \times 53,96 = 20,2 \text{ g aluminium en } 100 - 20,2 = 79,8 \text{ g chloor}$$

nodig.

massa aluminium	massa chloor	massa aluminiumchloride
53,96 g	212,70 g	266,66 g
$\times \frac{100}{266,66}$	$\times \frac{100}{266,66}$	$\times \frac{100}{266,66}$
20,2 g	79,8 g	100 g

- \*26 a Stap 1 beschrijving: Calciumoxide en water reageren met elkaar tot calciumhydroxide.  
 Stap 2 reactieschema: calciumoxide(s) + water(l) → calciumhydroxide(s)  
 Stap 3 molecuulformules: CaO(s) + H<sub>2</sub>O(l) → CaO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(s)  
 Stap 4 kloppend maken: CaO(s) + H<sub>2</sub>O(l) → CaO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(s)

b Om de chocomel en het blikje één graad in temperatuur te doen stijgen, is 3,6 kJ nodig. Om de temperatuur veertig graden (van 20 °C naar 60 °C) te laten stijgen, is  $40 \times 3,6$  kJ = 144 kJ nodig.

c Per gram CaO(s) komt 1,16 kJ vrij. Voor 144 kJ is  $\frac{144 \text{ kJ}}{1,16 \text{ J/g}} = 124$  g CaO(s) nodig. 124 g CaO(s)

reageert met  $\frac{124}{3,1} \times 1,0 = 40$  g H<sub>2</sub>O(l). In het blikje zit dus 124 g CaO(s) en 40 g H<sub>2</sub>O(l).

# 4 Productieprocessen

## Leerstof

- 27 a bijvoorbeeld: het is sterk, het heeft een lage dichtheid, het reflecteert de warmte goed, het vormt een oxidelaagje aan het oppervlak waardoor het niet verder wordt aangetast  
 b bijvoorbeeld: blikjes, ladders, kozijnen, pannen, vliegtuigen  
 c uit bauxiet
- 28 a de winning van aluminiumoxide uit bauxiet  
 b de elektrolyse van vloeibaar aluminiumoxide  
 c Het elektrolyseproces kost erg veel elektrische energie.  
 d Het aluminium wordt verder verwerkt tot producten.

## Toepassing

- 29 a natriumaluminaat-oplossing en rode modder  
 b bezinken  
 c Zo hoeft niet steeds nieuw natronloog te worden aangevoerd. Het is dus kosten- en afvalstoffenbesparend.  
 d Het is een endotherm proces, want er moet voortdurend worden verhit. Er wordt dus energie aan toegevoerd.
- 30 a Stap 1 beschrijving: Vloeibaar aluminiumoxide ontleedt in vloeibaar aluminium en zuurstof.  
 Stap 2 reactieschema: aluminiumoxide(l) → aluminium(l) + zuurstof(g)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) \rightarrow \text{Al}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) \rightarrow 4 \text{Al}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g})$
- b Stap 1 beschrijving: Koolstof verbrandt in aanwezigheid van onvoldoende zuurstof. Er ontstaat zowel koolstofmono-oxide als koolstofdioxide.  
 Stap 2 reactieschema:  
 $\text{koolstof}(\text{s}) + \text{zuurstof}(\text{g}) \rightarrow \text{koolstofdioxide}(\text{g}) + \text{koolstofmono-oxide}(\text{g})$   
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $3 \text{C}(\text{s}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- c  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2 \times 26,98 + 3 \times 16,00 = 101,96 \text{ u}$   
 $2 \text{Al} = 2 \times 26,98 = 53,96 \text{ u}$   
 massaverhouding aluminiumoxide : aluminium = 101,96 : 53,96 = 1,9 : 1,0
- 31 a Stap 1 beschrijving: Koolstof, chloor en titaanoxide gaan reactievat 1 in. Koolstofmono-oxide en titaanchloride komen reactievat 1 uit.  
 Stap 2 reactieschema:  $\text{koolstof}(\text{s}) + \text{titaanoxide}(\text{s}) + \text{chloor}(\text{g}) \rightarrow \text{koolstofmono-oxide}(\text{g}) + \text{titaanchloride}(\text{s})$   
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{C}(\text{s}) + \text{TiO}_2(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{TiCl}_4(\text{s})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{C}(\text{s}) + \text{TiO}_2(\text{s}) + 2 \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}) + \text{TiCl}_4(\text{s})$
- b Stap 1 beschrijving: Titaanchloride en magnesium gaan reactievat 2 in. Titaan en magnesiumchloride komen reactievat 2 uit.  
 Stap 2 reactieschema:  $\text{titaanchloride}(\text{s}) + \text{magnesium}(\text{s}) \rightarrow \text{titaan}(\text{s}) + \text{magnesiumchloride}(\text{s})$   
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{TiCl}_4(\text{s}) + \text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Ti}(\text{s}) + \text{MgCl}_2(\text{s})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $\text{TiCl}_4(\text{s}) + 2 \text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Ti}(\text{s}) + 2 \text{MgCl}_2(\text{s})$

## H3 Rekenen aan reacties

- c Uit 100 g titaanoxide kun je 237,4 g titaanchloride maken. Er zit 25,25% titaan in titaanchloride, dus er kan  $\frac{25,25}{100} \times 237,4 = 59,9$  g titaan worden gemaakt.

\*32 a door ijzeroxiden

b 55 tot 60%

c  $\frac{19}{46} \times 100\% = 41\%$ . Dit is dus niet in overeenstemming.

d Niet al het aluminiumoxide kan uit het bauxiet worden gehaald. Een deel blijft achter in de rode modder.

e  $\frac{46}{19} \times 1,0 = 2,4$  ton

f  $2,4 - 1,0 = 1,4$  ton

\*33 a diwaterstofsulfide

b Stap 1 beschrijving: Waterstofsulfide reageert met opgelost jood. Hierbij ontstaan zwavel en opgelost waterstofjodide.

Stap 2 reactieschema: waterstofsulfide(g) + jood(aq) → zwavel(s) + waterstofjodide(aq)

Stap 3 molecuulformules:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{S}(\text{s}) + \text{HI}(\text{aq})$

Stap 4 kloppend maken:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{S}(\text{s}) + 2 \text{HI}(\text{aq})$

c De zwavel is vast. Je kunt dus filtreren.

d Stap 1 beschrijving: Elektrolyse van opgelost waterstofjodide. Hierbij ontstaan waterstof en opgelost jood.

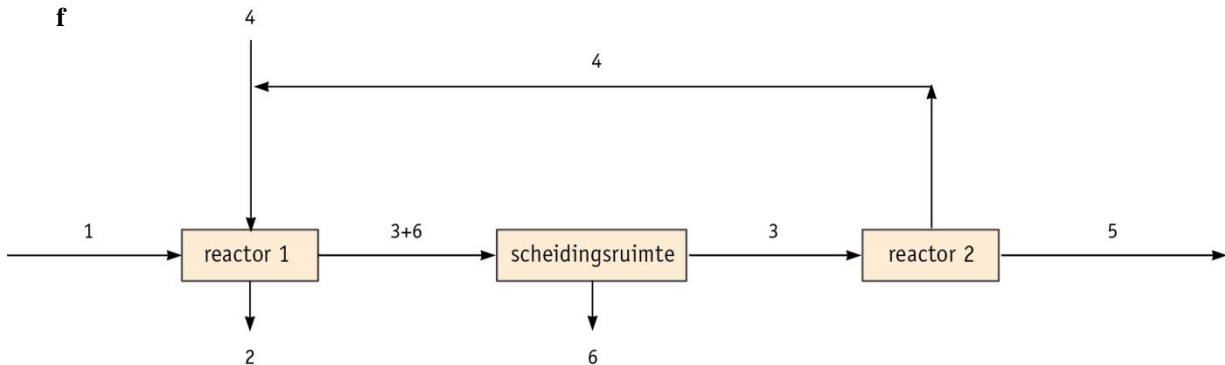
Stap 2 reactieschema: waterstofjodide(aq) → waterstof(g) + jood(aq)

Stap 3 molecuulformules:  $\text{HI}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{aq})$

Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{HI}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{aq})$

e Er ontstaat jood. Deze is ook nodig in stap 1.

f



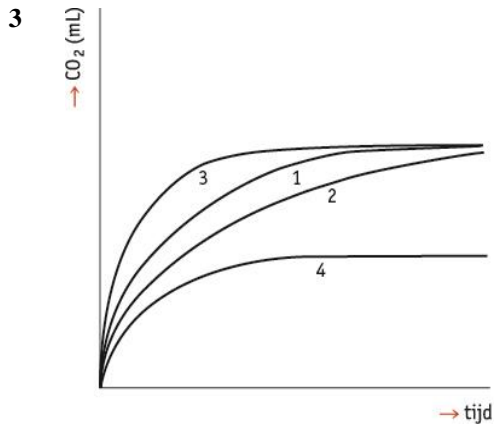
## 6 Oefenen voor de toets

- 1 a onjuist  
 b juist  
 c juist  
 d onjuist  
 e onjuist  
 f onjuist

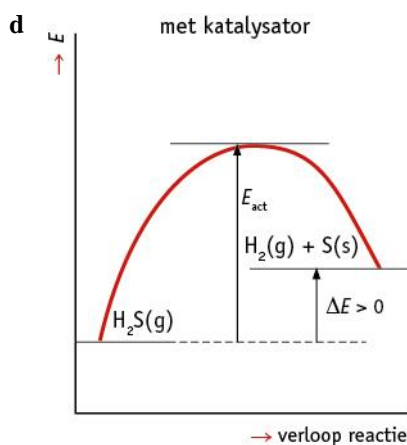
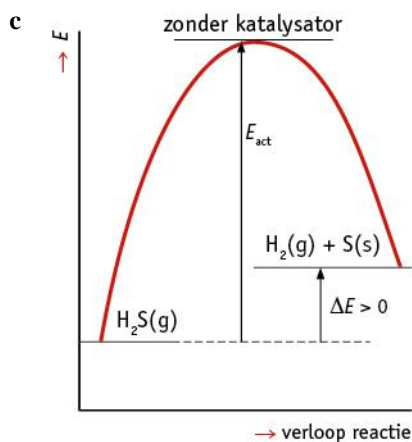


## H3 Rekenen aan reacties

- 2 a Een van de beginstoffen is een gas. Het reactieproduct is een vaste stof. De atomen van de moleculen van de gasvormige beginstof komen in de moleculen van het vaste reactieproduct terecht.
- b Dan heeft al het ijzer gereageerd, de reactie is afgelopen. De massa zal dus niet meer toenemen.
- c Er is 0,10 g ijzer aanwezig. Hieruit ontstaat 0,30 g reactieproduct. Volgens de wet van behoud van massa heeft er dus  $0,30 - 0,10 = 0,20$  g chloor gereageerd. De massaverhouding ijzer : chloor is dus  $0,10 : 0,20$ , of  $1,0 : 2,0$ .



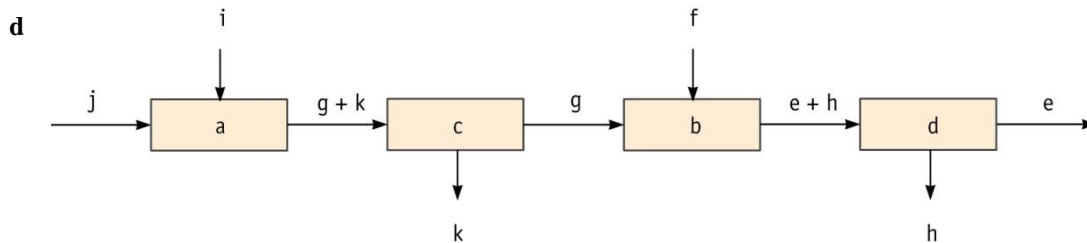
- 4 a Stap 1 beschrijving: Waterstofsulfide wordt omgezet in waterstof en zwavel.  
 Stap 2 reactieschema: waterstofsulfide(g) → waterstof(g) + zwavel(s)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$
- b Dagelijks 500 ton waterstof, dus  $500 \times 17 = 8500$  ton  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  moet er dan worden omgezet.



## H3 Rekenen aan reacties

- 5 a Met kleinere korreltjes duurt het korter. Doordat de korreltjes fijner zijn verdeeld, is er meer contactoppervlak. Er zullen dus per tijdseenheid meer botsingen plaatsvinden. Hierdoor zijn er ook meer effectieve botsingen per tijdseenheid en zal de reactie sneller gaan.
- b Een vaste stof (gesteente) moet worden gescheiden van een oplossing. Hiervoor is bezinken of filtreren geschikt.

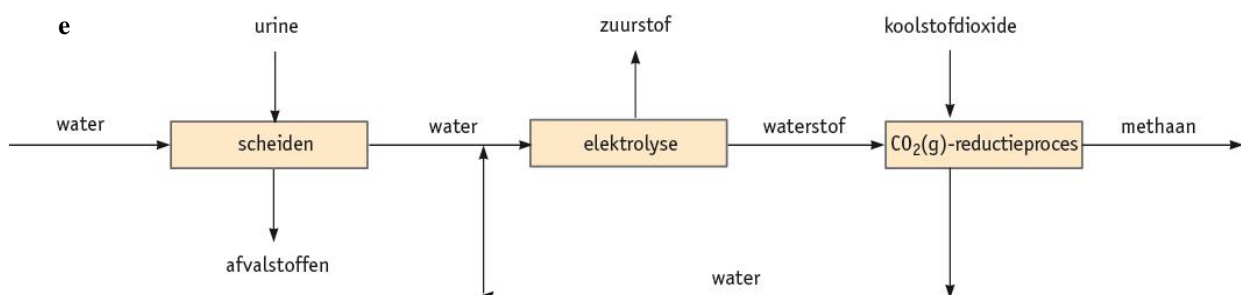
massa Zn	massa Au
65,4 u ofwel in verhouding 65,4 kg	$2 \times 197,0 = 394,0$ u ofwel in verhouding 394,0 kg
$\times \frac{10}{394,0}$	$\times \frac{10}{394,0}$
$\frac{10}{394,0} \times 65,4 = 1,7$ kg	10 kg



## 7 Praktijk | De ruimte in

- 1 a Boosters zijn hulpraketten die bij de lancering voor het grootste deel van de stuwkracht zorgen.
- b Step 1 beschrijving: Ammoniumperchloraat reageert met aluminium tot aluminiumoxide, waterstofchloride, stikstof en stoom. Stoom is waterdamp.
- Step 2 reactieschema: ammoniumperchloraat(s) + aluminium(s) → aluminiumoxide(s) + waterstofchloride(g) + stikstof(g) + water(g)
- Step 3 molecuulformules:  $\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{HCl} + \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- Step 4 kloppend maken:  $6 \text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + 10 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 5 \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6 \text{HCl} + 3 \text{N}_2(\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- 2 a elektrolyse
- b Step 1 beschrijving: Water ontleedt tot waterstof en zuurstof.
- Step 2 reactieschema: water(l) → waterstof(g) + zuurstof(g)
- Step 3 molecuulformules:  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- Step 4 kloppend maken:  $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- c destilleren
- d Step 1 beschrijving: Koolstofdioxide en waterstof reageren tot methaan en water.
- Step 2 reactieschema: koolstofdioxide(g) + waterstof(g) → methaan(g) + water(l)
- Step 3 molecuulformules:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Step 4 kloppend maken:  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



## H3 Rekenen aan reacties

- 3 a** Stap 1 beschrijving: Natriumchloraat ontleedt. Hierbij ontstaan zuurstof en natriumchloride.  
 Stap 2 reactieschema: natriumchloraat(s) → zuurstof(g) + natriumchloride(s)  
 Stap 3 molecuulformules:  $\text{NaClO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{NaCl}(\text{s})$   
 Stap 4 kloppend maken:  $2 \text{NaClO}_3(\text{s}) \rightarrow 3 \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{NaCl}(\text{s})$
- b** De kaars hoeft maar even te worden verwarmd. Als de reactie op gang is, blijft deze vanzelf verlopen. De reactie is dus exotherm.
- c**  $\frac{800}{2,22} = 360 \text{ g O}_2(\text{g})$
- d**  $\frac{360 \text{ g}}{1,8 \text{ g/min}} = 200 \text{ min}$   $\frac{360 \text{ g}}{2,4 \text{ g/min}} = 150 \text{ min}$
- Een volwassene kan dus tussen de 150 en 200 minuten met een zuurstofkaars doen.