



Chemie Overal



Noordhoff Uitgevers

Inhoud

1 Scheiden en reageren 4

- 1.1 Zuivere stof en mengsel 4
- 1.2 Scheidingsmethoden 5
- 1.3 Chemische reacties 7
- 1.4 Snelheid van een reactie 10
- Afsluiting 14

2 Bouwstenen van stoffen 16

- 2.1 Periodiek systeem 16
- 2.2 Ionen 18
- 2.3 Massa's van bouwstenen 20
- 2.4 Rekenen met eenheden 23
- 2.5 De mol 26
- Afsluiting 30

3 Stoffen en reacties 32

- 3.1 Een indeling van stoffen 32
- 3.2 Metalen en zouten 33
- 3.3 Moleculaire stoffen 35
- 3.4 Rekenen aan reacties 38
- Afsluiting 42

4 Moleculaire stoffen 45

- 4.1 Vanderwaalsbinding 45
- 4.2 Waterstofbruggen 47
- 4.3 Moleculaire stoffen mengen 50
- 4.4 Percentage, ppm en ppb 52
- Afsluiting 56

5 Zouten en zoutoplossingen 60

- 5.1 Zoutformules en namen 60
- 5.2 Zouten in water 63
- 5.3 Zouthydraten 65
- ⊕ 5.4 Reacties tussen ionen 68
- Afsluiting 72

6 Koolstofchemie 74

- 6.1 Alkanen en alkenen 74
- 6.2 Karakteristieke groepen 77
- 6.3 Reacties 79
- 6.4 Esters 82
- 6.5 Evenwichten 85
- Afsluiting 88

7 Zuren 92

- 7.1 De pH van een oplossing 92
- 7.2 Zuren in water 93
- 7.3 Molariteit 94
- 7.4 pH-berekeningen 97
- ⊕ 7.5 Zwakke zuren 99
- Afsluiting 101

Scheiden en reageren

1.1 Zuivere stof en mengsel

A 1

- a Juist, want een verbinding is één stof waarbij de moleculen uit meer dan één atoomsoort bestaan.
- b Onjuist, want een zuivere stof kan ook bestaan uit één soort moleculen en een molecuul kan uit verschillende soorten atomen bestaan.
- c Juist, want alleen een element bestaat uit één soort atomen.

B 2

Elementen zijn: goud, zilver, zuurstof en ijzer.

Verbindingen zijn: water, natriumchloride, aluminiumoxide, hout en suiker.

B 3

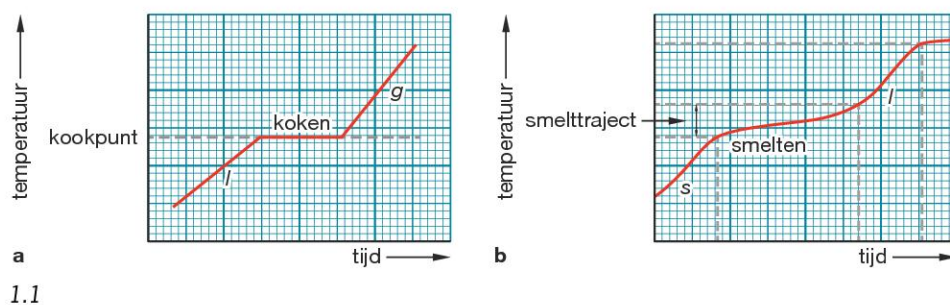
Cola is een mengsel en bestaat uit verschillende molecuulsoorten zoals watermoleculen, koolstofdioxidemoleculen, enzovoort. Er bestaan dus geen colamoleculen.

A 4

Een mengsel bestaat uit verschillende soorten deeltjes. Bij een zuivere stof zijn alle deeltjes gelijk.

A 5

- a Een zuivere stof heeft een kookpunt. Tijdens het koken verandert de temperatuur niet. Zie figuur 1.1a.
- b Een mengsel heeft een smelttraject. Tijdens het smelten stijgt de temperatuur geleidelijk. Zie figuur 1.1b.



B 6

- a Een zuivere stof heeft één soort deeltjes: figuur a en c.
- b Een mengsel bestaat uit verschillende soorten deeltjes: figuur b.
- c Figuur a bestaat uit één soort moleculen en twee soorten atomen.
Figuur b bestaat uit twee soorten moleculen en twee soorten atomen.
Figuur c bestaat uit één soort moleculen en één soort atomen.

B 7

- a 1 mengsel
- 2 mengsel
- 3 zuivere stof
- 4 mengsel
- 5 zuivere stof

6 zuivere stof (Vaak is bij de pakken suiker die je in een winkel koopt een kleine hoeveelheid van een stof bijgemengd die ervoor moet zorgen dat de suiker niet gaat plakken.)

7 mengsel

b Een zuivere stof heeft een smeltpunt en een kookpunt. Een mengsel heeft een smelttraject en een kooktraject. Je moet de stof dus smelten of koken en daarbij de temperatuur meten.

A 8

- a** oplossing
- b** emulsie
- c** oplossing
- d** suspensie

B 9

Alcohol en suiker lossen allebei op in water. In de reageerbuizen 1 en 3 zal een oplossing ontstaan. Slaolie is een vloeistof die niet in water oplost. In reageerbuis 2 zal een emulsie ontstaan. Zand lost niet op in water. In reageerbuis 4 zal een suspensie ontstaan.

B 10 

- a** Olie mengt niet met water. Olie is dus hydrofoob.
- b** Ether mengt niet met water. Ether is dus hydrofoob.

C 11 ★

- a** Alle atomen zitten door elkaar, dus er is sprake van een oplossing. Het mengsel is niet doorzichtig omdat zuiver vloeibaar ijzer in tegenstelling tot water ook niet doorzichtig is.
- b** De totale massa is 20 ton. Het percentage chroom is $\frac{3}{20} \times 100\% = 15\%$.

Met een verhoudingstabel:

massa chroom	3 ton	x
massa staal	20 ton	100%

Met kruisproducten vind je dat het massapercentage $\frac{3 \times 100}{20} = 15\%$ is.

C 12

- a** Een eutectisch mengsel smelt bij veel lagere temperatuur dan de samenstellende stoffen. Het heeft een specifieke samenstelling en een smeltpunt in plaats van een smelttraject.
- b** Bij een smelttraject verandert de temperatuur tijdens het smelten.
- c** Door zout te strooien over bevroren weggedeeltes smelt het ijs. Zo worden gladde wegen bestreden.
- d** Het smeltpunt van menthol is 42 °C en dat van kamfer 180 °C.
- e** De daling is voor menthol 42 – 20 = 22 °C en voor kamfer 180 – 20 = 160 °C.

1.2 Scheidingsmethoden

A 13

- a** filtreren
- b** destilleren en indampen

A 14

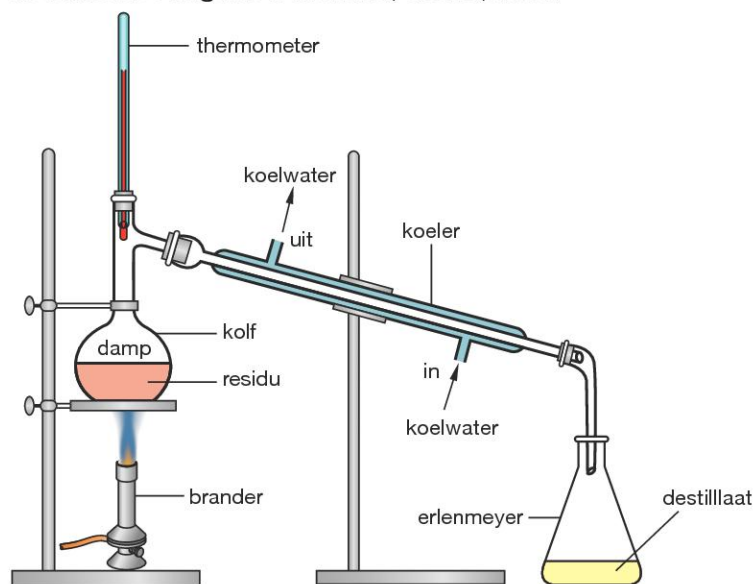
- a** verschil in oplosbaarheid
- b** verschil in deeltjesgrootte
- c** verschil in kookpunt
- d** verschil in kookpunt
- e** verschil in oplosbaarheid en aanhechtingsvermogen
- f** verschil in aanhechtingsvermogen
- g** verschil in dichtheid

B 15

- a** filtreren (bezinken)
- b** destilleren
- c** extraheren
- d** adsorberen
- e** chromatografie
- f** destilleren
- g** indampen
- h** adsorberen

B 16

- a** Een mengsel van vloeistoffen scheid je door middel van destillatie. De kookpunten moeten wel voldoende ver uit elkaar liggen.
- b** Zie figuur 1.2.
- c** De stof met het laagste kookpunt komt als eerste en de stof met het hoogste kookpunt als laatste. De volgorde is methanol, alcohol, water.



1.2

B 17

- a** Stof A komt hoger in het chromatogram. Deze stof lost goed op en hecht minder, dus hij wordt beter door de loopvloeistof meegevoerd.
- b** De oplosbaarheid in een andere loopvloeistof kan verschillen waardoor stof A nu misschien minder goed oplost dan stof B.

B 18

De smaakstoffen en eventueel suiker in de kauwgom lossen op in het speeksel, de gom zelf niet. Er vindt dus scheiding plaats die berust op verschil in oplosbaarheid: extractie.

B 19

- a** adsorptie
- b** verschil in aanhechtingsvermogen
- c** Olie is hydrofoob, want olie drijft op water en hecht goed aan de hydrofobe nanodraadjes.
- d** In vier weken zitten $4 \times 7 \times 24 = 672$ uur. De hoeveelheid olie die door één robot wordt opgezogen is $672 \times 80 = 53\,760$ L.
Het aantal robots is dus $\frac{800 \cdot 10^6}{53760} = 1,5 \cdot 10^4$ robots.
- e** Eigen antwoord, bijvoorbeeld: robots met grotere capaciteit, snellere lopende band gebruiken, langer de tijd nemen dan vier weken.

C 20

- a** Het kookpunt van methanol is 338 K en dat van ethanol 351 K.
- b** De stof met het laagste kookpunt wordt bij destillatie het eerst opgevangen, dat is methanol.
- c** Nee. Om twee vloeistoffen met behulp van destillatie van elkaar te kunnen scheiden moeten de kookpunten voldoende van elkaar verschillen. Hier is dat verschil maar 13 K en dat is heel weinig.

C 21

- a** Bij membraamfiltratie zijn de poriën van het filter veel kleiner, waardoor ook opgeloste stoffen worden tegengehouden. Bij gewone filtratie gaan opgeloste stoffen door het filter en worden alleen vaste stoffen tegengehouden.
- b** Er is sprake van een verschil in grootte van de moleculen.
- c** De oplossing kan zonder probleem worden geloosd. De oplossing bevat wel meer zout, maar de hoeveelheid is te verwaarlozen ten opzichte van de hoeveelheid zout die al in de zee zit.

C 22

- a** Extractie is alleen mogelijk als er een extractiemiddel is te vinden waarin één van beide stoffen oplost en de andere niet. Robert moet dus weten welk oplosmiddel voor dit mengsel geschikt is.
- b** Door gebruik te maken van een magneet kan Robert het ijzer uit het mengsel halen. De koolstof blijft dan vanzelf over.

1.3 Chemische reacties

A 23

- 1** Beginstoffen verdwijnen en reactieproducten ontstaan.
- 2** Massa blijft behouden.
- 3** Stoffen reageren in vaste massaverhouding.
- 4** De reactie vindt plaats bij de minimale temperatuur, de reactietemperatuur.
- 5** Elke reactie heeft een energie-effect.

A 24

De reactietemperatuur is de minimale temperatuur waarbij een reactie plaatsvindt.

B 25

- a** Je ziet vlammen, de temperatuur is dus zeer hoog.
- b** De massa van de beginstoffen is gelijk aan de massa van de reactieproducten. Dat is de wet van massabehoud.
- c** De massa $C_3H_8 = 3 \times 12,01 + 8 \times 1,008 = 44,09 \text{ u}$.
De massa $O_2 = 2 \times 16,00 = 32,00 \text{ u}$.
De massa $CO_2 = 12,01 + 2 \times 16,00 = 44,01 \text{ u}$.
De massa $H_2O = 2 \times 1,008 + 16,00 = 18,02 \text{ u}$.
- d** De vaste massaverhouding waarin propaan en zuurstof reageren tot koolstofdioxide en water is:
 $44,09 : 5 \times 32,00 : 3 \times 44,01 : 4 \times 18,02 = 44,09 : 160,00 : 132,03 : 72,08$.

B 26

Ja, er is een chemische reactie opgetreden. De stof die bij 335 °C vast wordt, heeft andere stoffeigenschappen dan de stof waarmee je bent begonnen. Die stof stolt en smelt bij 440 °C. Er is dus een stoffeigenschap veranderd, namelijk het smeltpunt = stolpunt.

A 27

exotherm en endotherm

B 28

- a** exotherm
- b** endotherm
- c** endotherm
- d** exotherm
- e** exotherm

B 29

- a** Watermoleculen en de zoutmoleculen veranderen niet bij deze processen.
- b** Het kaarsvet verdwijnt samen met de zuurstof en daarvoor in de plaats komen water en koolstofdioxide.

B 30

- a** endotherm
- b** stollen
- c** Dit is een exotherm proces, want het smelten kost energie die bij stollen weer vrijkomt.
- d** De omgeving zal warmer worden omdat het kaarsvet de warmte aan de omgeving afgeeft.

A 31

Activeringsenergie is de energie die nodig is om een reactie op gang te helpen.

B 32

Bij aardgas moet je veel warmte toevoegen, terwijl dat bij witte fosfor niet nodig is. De verbranding van aardgas heeft dus de grootste activeringsenergie.

C 33

Bij een exotherme reactie komt warmte vrij die vervolgens de activeringsenergie voor de rest van de reactie kan leveren. Bij een endotherme reactie moet je continu de reactie-energie én de activeringsenergie toevoegen.

C 34 ★

- a** Met een verhoudingstabel:

massa methaan (g)	16,04	100
massa zuurstof (g)	64,00	x

$$\text{Met kruisproducten vind je: massa zuurstof} = \frac{64,00 \times 100}{16,04} = 399 \text{ g.}$$

- b** Met een verhoudingstabel:

massa methaan (g)	16,04	100
massa water (g)	36,03	x

$$\text{Met kruisproducten vind je: massa zuurstof} = \frac{36,03 \times 100}{16,04} = 225 \text{ g.}$$

- c** Voor de reactie is de massa $100 + 399 = 499 \text{ g.}$
 Na de reactie is de massa 225 plus de massa van koolstofdioxide.
 De massa van koolstofdioxide is dus $499 - 225 = 274 \text{ g.}$

C 35 ⦿

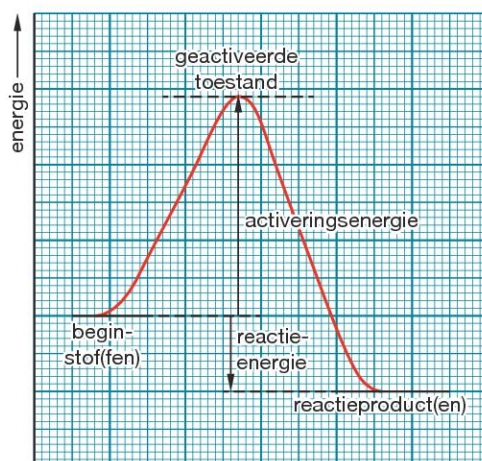
De activeringsenergie van het magnesium is veel lager dan die van ijzer. Het magnesium kun je gemakkelijk aansteken. De warmte die bij de verbranding van magnesium vrijkomt wordt gebruikt voor de activeringsenergie van het ijzer.

A 36

- a** energie
- b** De energie van de beginstoffen
De energie van de geactiveerde toestand
De energie van de reactieproducten

C 37

- a** De reactieproducten waterstof en zuurstof bezitten de meeste energie omdat er tijdens de reactie energie wordt opgenomen.
- b** Zie figuur 1.3.
- c** De wet van behoud van massa geldt, er wordt 10 g water gevormd.
- d** De reactiewarmte is even groot, want je kunt in het diagram zien dat de reactie-energie bij de ontleding van water even groot moet zijn als de reactie-energie bij de vorming van water. Het verschil in chemische energie van de beginstoffen en de reactieproducten blijft hetzelfde.



1.3

A 38

- a** Een reactievergelijking is een korte weergave van een reactie.
- b** De index staat rechts onder een atoomsymbool in een molecuulformule en geeft het aantal atomen per soort in een molecuul weer. De coëfficiënt geeft het aantal moleculen aan en staat voor de formule.
- c** De coëfficiënt mag je veranderen, want in werkelijkheid reageren heel veel moleculen. Met de coëfficiënt geef je aan in welke verhouding de moleculen reageren. De index staat in de formule van de stof en ligt bij een bepaalde stof vast, die kun je dus niet veranderen.

B 39

- a** 2 moleculen en 2 stikstofatomen plus $2 \times 3 = 6$ waterstofatomen
- b** 4 moleculen en 4 zuurstofatomen plus $4 \times 2 = 8$ waterstofatomen
- c** 3 moleculen en 3 zuurstofatomen plus $3 \times 8 = 24$ waterstofatomen plus $3 \times 3 = 9$ koolstofatomen

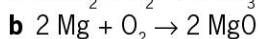
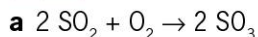
B 40

- a** $2 \text{ AgBr} \rightarrow 2 \text{ Ag} + \text{Br}_2$
- b** $\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$
- c** $\text{Zn} + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- d** $\text{N}_2\text{H}_8\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{ H}_2\text{O} + \text{N}_2$

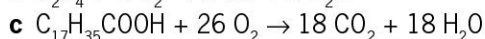
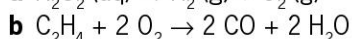
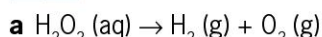
B 41

- a** $\text{C}_5\text{H}_{12} + 8 \text{ O}_2 \rightarrow 5 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- b** $2 \text{ C}_2\text{H}_6 + 7 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- c** $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- d** $2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{COOH} + 7 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$

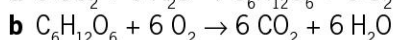
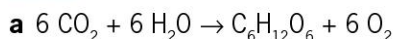
B 42



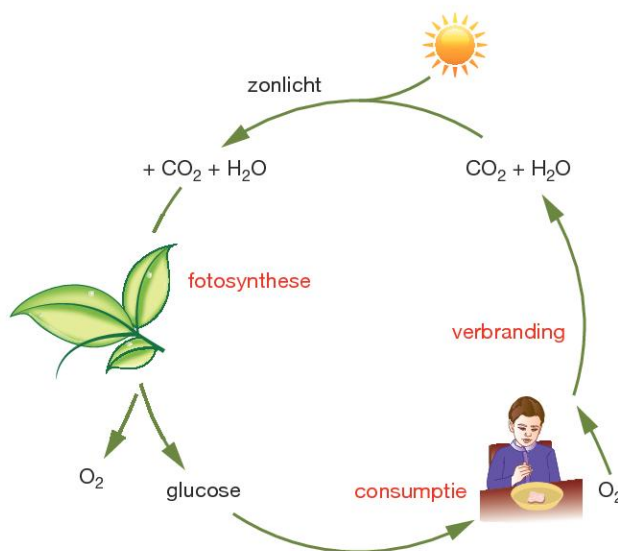
B 43



B 44

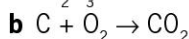
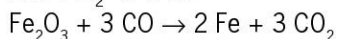
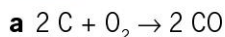


c Eigen antwoord, bijvoorbeeld een schema als figuur 1.4.



1.4

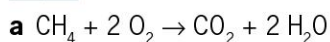
C 45



c Bij een lagere temperatuur ontstaat CO₂ dat niet met het ijzererts kan reageren.

d De reacties zijn exotherm, want er komt warmte vrij waardoor de temperatuur stijgt.

C 46



b De reactietemperatuur verschilt.

c Er is lichtenergie nodig, het is dus een endotherme reactie.

1.4 Snelheid van een reactie

A 47

a De reactietijd is de tijd van het begin tot en met het einde van een reactie. De reactiesnelheid is de hoeveelheid stof die per liter en per seconde reageert.

b Bij een grote reactiesnelheid hoort een kleine reactietijd.

B 48

a Onjuist, want als de reactietijd veel korter is kan bij een grotere reactiesnelheid toch evenveel of minder stof ontstaan.

b Dit is juist.

c Onjuist, want als in beide proeven evenveel stof is gebruikt, ontstaat er ook evenveel gas.

A 49

- a** De vijf factoren zijn: verdelingsgraad, soort stof, temperatuur, concentratie, katalysator.
b Verdelingsgraad: hoe fijner de stof verdeeld is, des te groter is de reactiesnelheid.
 Soort stof: de ene stof reageert sneller dan de andere, dit is een stoffeigenschap.
 De temperatuur: als de temperatuur $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ stijgt, gaat de reactie tweemaal zo snel.
 Concentratie: hoe groter de concentratie, des te sneller gaat de reactie.
 Een katalysator is een stof die de reactie versnelt door verlaging van de activeringsenergie. De katalysator wordt zelf niet verbruikt.

A 50

- a** Activeringsenergie is de energie die nodig is om een reactie op gang te brengen.
b Activeringsenergie speelt een rol bij de soort stof en de katalysator.

B 51

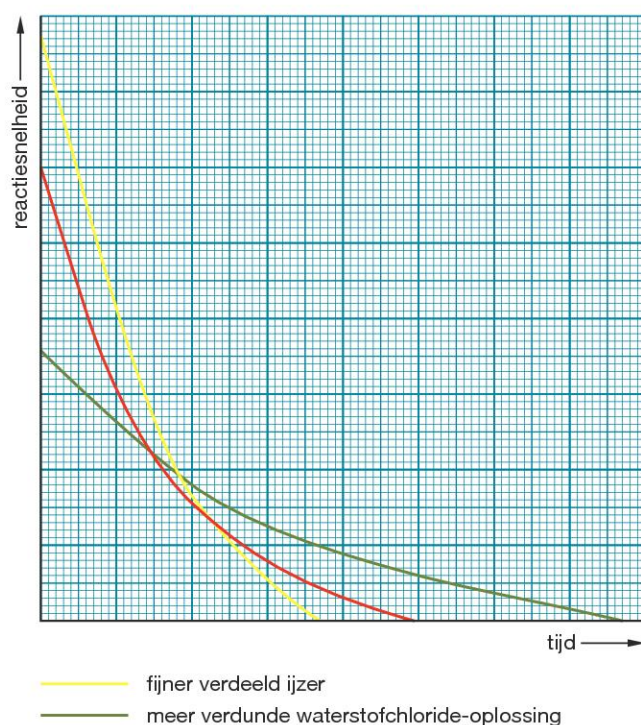
De soort stof

B 52

Als je de suikerpoeder uitstrooit in de lucht is het contactoppervlak tussen de zuurstof en de suiker veel groter. Hierdoor gaat de reactie dus zeer snel. Door de reactiewarmte stijgt bovendien de temperatuur, waardoor de reactie nog veel sneller gaat: er ontstaat een explosie.

C 53

- a** Door de grotere verdelingsgraad is de reactiesnelheid in het begin groter. De reactie is eerder afgelopen. De lijn begint hoger op de verticale as en bereikt eerder het nulpunt op de horizontale as. Zie figuur 1.5.
b Door de kleinere concentratie van waterstofchloride zal de reactiesnelheid in het begin kleiner zijn. De reactie is later afgelopen. De lijn begint nu lager op de verticale as en bereikt later het nulpunt op de horizontale as. Zie figuur 1.5.



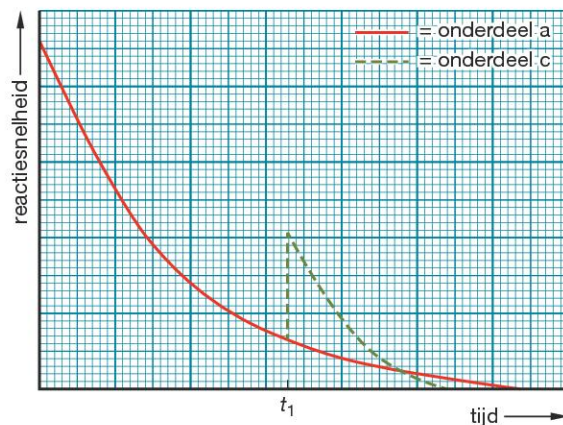
1.5

B 54

Tijdens de reactie wordt de concentratie van de beginstoffen kleiner: ze raken immers op. De reactiesnelheid wordt daardoor ook kleiner. Als de reactie is afgelopen, zijn de beginstoffen op. Er vindt geen reactie meer plaats: de snelheid is nul geworden.

B 55

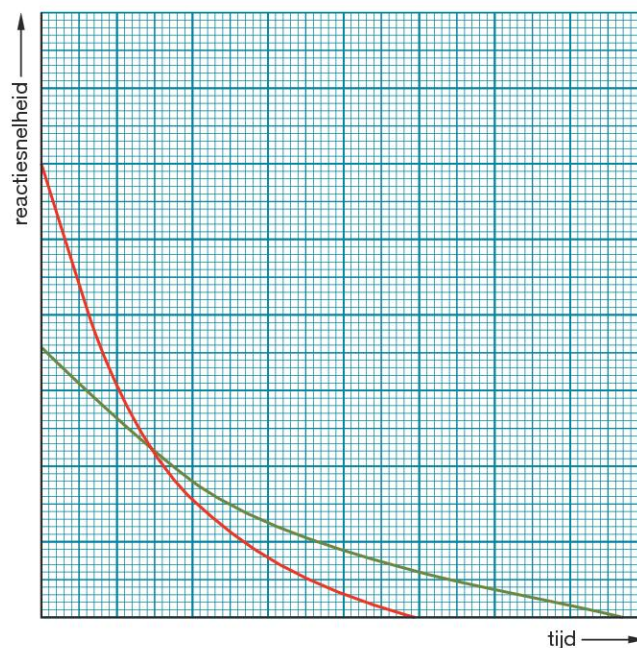
- a** Als de reactie begint, is de reactiesnelheid het grootst. Daarna wordt deze kleiner totdat de snelheid nul is. Dat komt doordat de concentratie van de beginstoffen in het begin het grootst is, dan steeds kleiner wordt en ten slotte nul is. Zie figuur 1.6.
- b** Als het volume afneemt, neemt de concentratie van alle reagerende stoffen toe. Er zit meer stof in een kleiner volume. Daardoor zal de snelheid van de reactie groter worden en is deze eerder afgelopen.
- c** Zie figuur 1.6.



1.6

C 56

De nieuwe kromme begint met een lagere waarde voor de reactiesnelheid en bereikt later de waarde nul dan de gegeven kromme. Zie figuur 1.7.

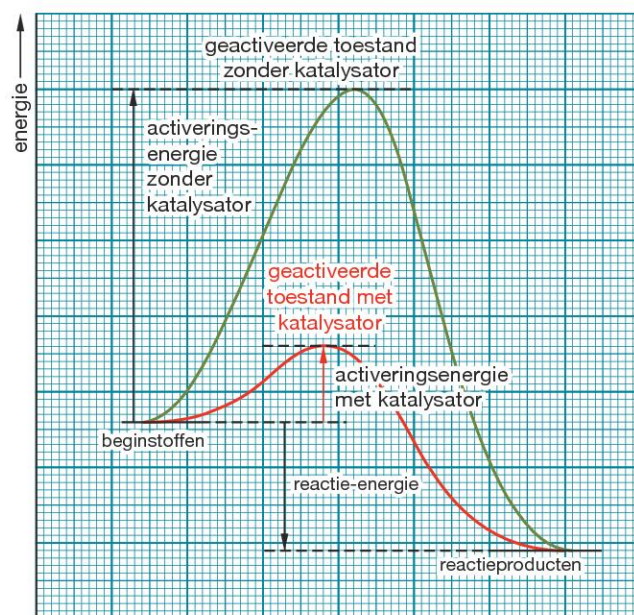


1.7

C 57

- a** $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$
- b** Een katalysator wordt tijdens de reactie niet verbruikt. Na afloop is er nog evenveel aanwezig als toen de reactie begon.

- c** Een katalysator verlaagt het niveau van de geactiveerde toestand. Het kost daardoor minder moeite om de reactie op gang te brengen. Zie figuur 1.8.



1.8

C 58

- a** $4 \text{ CO (g)} + 2 \text{ NO}_2 \text{ (g)} \rightarrow 4 \text{ CO}_2 \text{ (g)} + \text{N}_2 \text{ (g)}$
b De katalysator zorgt ervoor dat de reactie in de uitlaat bij lagere temperatuur kan plaatsvinden.

C 59

- a** Dan is de maximale hoeveelheid H_2 ontstaan en is de reactie afgelopen.
b In het begin is in proef I het meeste H_2 ontstaan. Lijn I heeft dus betrekking op de grootste reactiesnelheid.
c Reactie I verloopt sneller dan reactie II. In beide reacties is evenveel Mg gebruikt. Het verschil kan liggen in de concentratie van het gebruikte zoutzuur. Deze is dan in proef II lager dan in proef I. Een andere mogelijkheid is dat de temperatuur tijdens proef II lager was dan tijdens proef I.

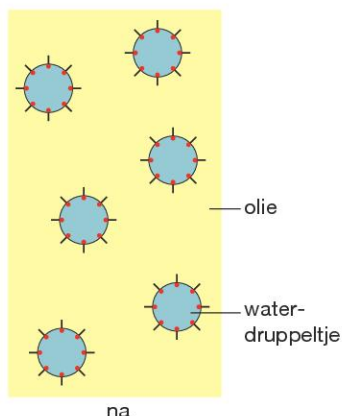
Afsluiting

1

- a** Door de temperatuur tijdens het smelten of koken te meten. Een zuivere stof heeft een smeltpunt en een kookpunt, een mengsel heeft een smelttraject en een kooktraject.
- b** Een emulsie is een troebel mengsel van twee vloeistoffen. Een suspensie is een troebel mengsel van een vaste stof en een vloeistof.
- c** De factoren zijn: verdelingsgraad, soort stof, temperatuur, concentratie en katalysator.
- d** Scheidingsmethoden zijn: filtreren (deeltjesgrootte), bezinken en centrifugeren (dichtheid), indampen en destilleren (kookpunt), extraheren (oplosbaarheid), adsorptie (aanhechtingsvermogen) en chromatografie (oplosbaarheid en aanhechtingsvermogen).
- e** Exotherm: er komt warmte vrij.
Endotherm: er wordt warmte opgenomen.

2

- a** De eierdooier is een emulgator.
- b** Zie figuur 1.9.
- c** De dikte hangt af van de hoeveelheid druppeltjes. Je hebt te veel olie toegevoegd, waardoor de oliedruppeltjes samenvloeien en het water in druppeltjes in de olie zit. Doordat er meer olie dan water is, zijn er minder waterdruppeltjes dan er eerst oliedruppeltjes waren. Daardoor wordt de emulsie minder dik.



1.9

3

- a** Er verdwijnen stoffen en er ontstaan reactieproducten, gisten is dus een chemische reactie.
- b** Filtreren, want er is een filter.
Centrifugeren, want het mengsel wordt rondgeslingerd.
- c** Er vindt ook bezinken van de vaste restanten na het gisten plaats.
- d** $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
- e** Dit is een ontledingsreactie.
- f** Het gist levert een enzym, dat is een katalysator.
- g** Het CO_2 dat tijdens de gisting op fles ontstaat kan de fles laten springen, als de fles niet stevig genoeg is.

4

- a** De hoeveelheid zoutzuur is bij elke reactie hetzelfde, er ontstaat dezelfde hoeveelheid gas.
- b** De verdelingsgraad verschilt, dus de reactiesnelheid verschilt bij de drie proeven.

- c** Bij proef 3 is de reactiesnelheid het grootst, want het contactoppervlak is bij het ijzer in poedervorm maximaal. Dus de curve loopt heel steil (groen). Bij proef 1 is de reactiesnelheid het kleinst, want het contactoppervlak is hier minimaal. De curve loopt hier het minste steil (rood). De reactiesnelheid van proef 2 zit daartussen (geel).
- d** Lijn A hoort bij proef 3, de grootste reactiesnelheid, dus de kortste reactietijd. Lijn C hoort bij proef 1, de kleinste reactiesnelheid, dus de grootste reactietijd. Lijn B hoort bij proef 2.

5

- a** Bereken met een verhoudingstabel:

goud (karaat)	24	9
goud (%)	100	x

Met een kruisproduct vind je dat het percentage goud $\frac{9 \times 100}{24} = 37,5\%$ is.

- b** De 9 karaat ring bevat 37,5% goud. De massa van de ring met goud en koper is 7,0 g.

De ring bevat dus $\frac{37,5}{100} \times 7,0 = 2,6$ g goud.

6

- a** $\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- b** reactietemperatuur
- c** De bacterie gebruikt enzymen, die werken als katalysator.
- d** emulgator

7

- a** De luciferkop bevat naast paraffine nog meer stoffen. Lucy haalt met de wasbenzine alleen de paraffine uit de luciferkoppen. Deze scheidingsmethode heet extraheren.
- b** oplossing
- c** 25 luciferkoppen bevatten 214 mg. Dan bevat 1 luciferkop $\frac{214}{25} = 8,56$ mg paraffine.
- Een doosje lucifers bevat 45 lucifers en dat is $45 \times 8,56 = 385$ mg aan paraffine.

8

- a** Bij dynamiet is de activeringsenergie het grootst. Bij nitroglycerine is een schok al voldoende, terwijl bij dynamiet een lont nodig is.
- b** De katalysator. De poreuze aarde verhoogt de activeringsenergie, waardoor de reactie langzamer gaat. De aarde is dus een (negatieve) katalysator.
- c** $4 \text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{N}_2 + \text{O}_2$

Bouwstenen van stoffen

2.1 Periodiek systeem

A 1 

Een atoom is opgebouwd uit een kern met protonen en neutronen. Eromheen zitten de elektronen in een elektronenwolk.

A 2

proton: p
neutron: n
elektron: e⁻

B 3

Lucht bestaat zelf uit atomen, die weer uit een kern en elektronen bestaan. Lucht kan dus nooit tussen de kern en de elektronen van een ander atoom zitten. Tussen de kern en de elektronen in een atoom bevindt zich niets.

A 4 

Het atoomnummer is gelijk aan het aantal protonen in de kern. Het massagetal is gelijk aan de som van het aantal protonen en het aantal neutronen in de kern.

B 5

- a 56 protonen (gelijk aan het atoomnummer) en $138 - 56 = 82$ neutronen.
- b 56 elektronen. In een atoom is het aantal elektronen gelijk aan het aantal protonen.
- c Barium, Ba

B 6

- a Zie onderstaande tabel. De lading is +18e.

	lading (C)	lading e
proton	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	+1
neutron	0	0
elektron	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	-1

- b 18- of -18e

A 7

- a Atomen van dezelfde atoomsoort die verschillende aantallen neutronen hebben heten isotopen.
- b N-15 en $^{15}_7\text{N}$

B 8

- a $^{220}_{86}\text{Rn}$
- b $^{210}_{84}\text{Po}$
- c $^{179}_{79}\text{Au}$

B 9

- a 7 p, 7 e⁻ en 8 n
- b 27 p, 27 e⁻ en 53 n
- c 53 p, 53 e⁻ en 78 n

A 10

Bij het atoommodel van Bohr bevinden de elektronen zich in verschillende schillen in plaats van in één elektronenwolk.

B 11

- a** In de K-schil passen twee en in de L schil passen acht elektronen.
b Omdat de L-schil verder van de kern zit, is deze ook groter.

A 12

- a** Fluor, chloor, broom, jood en astat
b Helium, neon, argon, krypton, xenon en radon

B 13

- a** koolstof, C
b argon, Ar
c vanadium, V

B 14

De elementen die chemisch gezien enigszins op magnesium lijken staan in dezelfde groep als magnesium. Het zijn beryllium (Be), calcium (Ca), strontium (Sr), barium (Ba) en radium (Ra).

B 15

- a** Zuurstof heeft atoomnummer 8. Dat betekent dat een zuurstofatoom 8 protonen en ook 8 elektronen heeft. Het massagetal is 16 en dus is het aantal neutronen in de kern:
 $16 - 8 = 8$ neutronen.
b Neon heeft atoomnummer 10 en heeft dus 10 protonen in de kern en 10 elektronen in de elektronenwolk. Een neonatoom met massagetal 22 bezit $22 - 10 = 12$ neutronen.

B 16

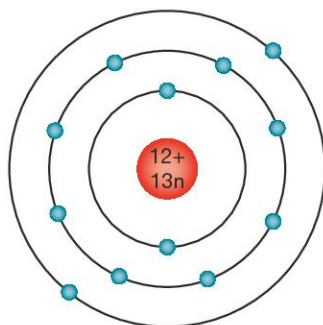
- a** $^{24}_{12}\text{Mg}$, magnesium
b $^{58}_{28}\text{Ni}$, nikkel

B 17

symbool	atoomnummer	aantal protonen	aantal elektronen	aantal neutronen	massagetal
N	7	7	7	7	14
Li	3	3	3	4	7
Zn	30	30	30	36	66
Cl	17	17	17	20	37
P	15	15	15	16	31

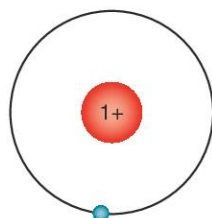
C 18

- a** Zie figuur 2.1a.



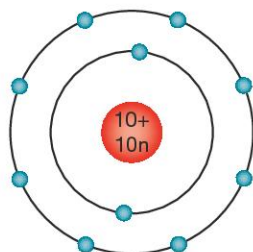
2.1a

b Zie figuur 2.1b.



2.1b

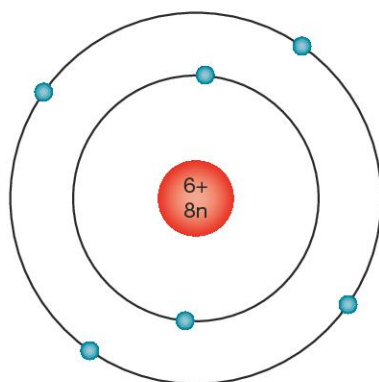
c Zie figuur 2.1c.



2.1c

C 19

- a** In C-14 bevinden zich 6 protonen en 8 neutronen.
- b** C-14 verandert in N-14 omdat er een proton extra ontstaat.
- c** Zie figuur 2.2.



2.2

C 20 ★

- a** Een calciumatoom bevat 20 protonen. Een americiumatoom bevat 95 protonen. Samen is dit 115.
- b** Het nieuwe element heeft 173 neutronen in de kern. Calcium had $48 - 20 = 28$ neutronen. Americium had $243 - 95 = 148$ neutronen. Samen is dit $148 + 28 = 176$ neutronen. Er komen dus drie neutronen vrij.
- c** Helium bezit twee protonen. De kernlading is dus $2+$.

2.2 Ionen

A 21 ☉

- a** Een ion
- b** Er is meer negatieve lading in de elektronenwolk dan positieve lading in de kern, dus het ion is negatief geladen.
- c** Er is meer positieve lading in de kern dan negatieve lading in de elektronenwolk, dus het ion is positief geladen.

B 22

- a** 4p, 2e⁻
- b** 8p, 10e⁻
- c** 26p, 24e⁻
- d** 26p, 23e⁻

B 23

- a** K⁺, 18 e⁻
- b** S²⁻, 18 e⁻

B 24

- a** Ne heeft atoomnummer 10, dus 10 protonen en elektronen. De verdeling van de elektronen is 2,8.
- b** Cl⁻ heeft atoomnummer 17, dus 17 protonen. Omdat er een lading 1- in het ion aanwezig is, is er één extra elektron. Er zijn dus 18 elektronen. De verdeling van de elektronen is 2,8,8.
- c** Al³⁺ heeft atoomnummer 13, dus 13 protonen. Omdat er een lading 3+ in het ion aanwezig is, zijn er drie elektronen minder. Er zijn dus 10 elektronen. De verdeling van de elektronen is 2,8.

B 25

- a** natriumion
- b** fluoride-ion
- c** bariumion
- d** bromide-ion

B 26

- a** K⁺
- b** I⁻
- c** Ca²⁺
- d** Cl⁻

A 27

- a** De atoomsoorten uit groep twee behoren alle tot de metalen, dus vormen ze positieve ionen.
- b** De atoomsoorten uit groep zeventien behoren alle tot de niet-metalen, dus vormen ze negatieve ionen.
- c** IJzer en koper zijn metalen en vormen dus positieve ionen. Zwavel is een niet-metaal en vormt dus negatieve ionen.

B 28

symbool	atoomnummer	aantal protonen	aantal elektronen	aantal neutronen	massagetal
Na ⁺	11	11	10	12	23
Cl ⁻	17	17	18	18	35
Ca	20	20	20	20	40
O ²⁻	8	8	10	8	16
I ⁻	53	53	54	74	127

C 29

Het natriumion is 1+ geladen en het chloride-ion is 1- geladen. Blijkbaar zitten er evenveel van beide ionen in natriumchloride waardoor de positieve en de negatieve lading elkaar opheffen.

B 30

- a** Uit Binas tabel 99 kun je afleiden dat de elektronenverdeling van natrium volgens Bohr 2,8,1 is. Natrium heeft een valentie-elektron en zal dus een elektron afstaan.

- b** $2 \text{ Na (s)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{ Na}^+ \text{ (aq)} + 2 \text{ OH}^- \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$
- c** De negatieve lading wordt gevormd door de elektronen, maar die worden in alle richtingen het water in geschoten en blijven niet dichtbij elkaar zitten. Er ontstaat geen opeenhoping van elektronen.
- d** Je hebt hier te maken met een explosie veroorzaakt door elektrische krachten. De eenheid waarin lading wordt uitgedrukt is de Coulomb. Daar is de naam coulomb-explosie dus van afgeleid.
- e** De explosie van het aardgasblik is geen coulomb-explosie, want de moleculen aardgas en zuurstof die in die explosie reageren zijn geen geladen deeltjes, maar ongeladen moleculen.

C 31 ★

- a** edelgassen
- b** De negatief geladen elektronen bewegen zich naar elektrode A toe. Positief en negatief trekken elkaar aan. Elektrode A zal dus positief zijn.
- c** 39 protonen en 36 elektronen

2.3 Massa's van bouwstenen

A 32 ⓪

De atomaire massa-eenheid u

A 33

- a** Massa proton = 1,01 u
Massa neutron = 1,01 u
- b** De massa van een elektron is zo klein in vergelijking met de massa van een proton en een neutron, dat je deze meestal verwaarloost.

B 34

- a** 16,00 u
- b** 35,45 u
- c** 197,0 u
- d** 107,9 u

B 35

- a** De protonen en de neutronen
- b** Een proton en een neutron hebben een massa van 1,01 u. Een elektron slechts $5,49 \cdot 10^{-4}$ u. Dit is veel minder. In de kern van het atoom bevindt zich dus vrijwel alle massa van het atoom.

A 36

De massa van de elektronen is verwaarloosbaar klein ten opzichte van de massa van de kern van een atoom. Een ion is een atoom dat één of meer elektronen heeft opgenomen of afgestaan. Daarbij is de massa niet veranderd.

A 37 ⓪

Atoommassa's zijn gemeten waarden, massagetalen zijn telwaarden (massagetel = aantal protonen + aantal neutronen in de atoomkern).

A 38

Bij het optellen en aftrekken van meetwaarden rond je af op het minste aantal decimalen.

B 39 ⓪

- a** meetwaarde
- b** telwaarde
- c** meetwaarde

B 40

- a** $10,2 + 0,54 = 10,74$ cm. Dit moet je afronden op het minste aantal decimalen: 10,7 cm.
b $4,51 + 3 = 7,51$ kg. Dit moet je afronden op het minste aantal decimalen: 8 kg.

B 41

- a** $\text{H}_3\text{PO}_4 = (3 \times 1,008) + 30,97 + (4 \times 16,00) = 97,99$ u
b $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = (6 \times 12,01) + (12 \times 1,008) + (6 \times 16,00) = 180,16$ u
c $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_4\text{S} = (16 \times 12,01) + (18 \times 1,008) + (2 \times 14,01) + (4 \times 16,00) + 32,06 = 334,38$ u
d $\text{P}_2\text{O}_5 = (2 \times 30,97) + (5 \times 16,00) = 141,94$ u

B 42

- a** De molecuulmassa van NH_3 is $14,01 + (3 \times 1,008) = 17,03$ u.
b De molecuulmassa van H_2SO_4 is $(2 \times 1,008) + 32,06 + (4 \times 16,00) = 98,08$ u.
c De molecuulmassa van Br_2 is $2 \times 79,90 = 159,8$ u.
d De ionmassa van O^{2-} is 16,00 u.
e De ionmassa van Fe^{3+} is 55,85 u.

B 43

- a** 2 H: massa = $2 \times 1,008 = 2,016$ u
 4 O: massa = $4 \times 16,00 = 64,00$ u
 Totale massa van 2 H + 4 O = $2,016$ u + $64,00$ u = $66,02$ u
 De atoomsoort X heeft dus een massa van $145,0 - 66,02 = 79,0$ u.
b X = seleen (atoomnummer 34, atoommassa 78,96 u)

C 44 ★

- a** De molecuulmassa van H_2O is $(2 \times 1,008) + 16,00 = 18,02$ u.
 De molecuulmassa van D_2O is $(2 \times 2,014102) + 16,00 = 20,03$ u.
b $\frac{\text{massa molecuul D}_2\text{O}}{\text{massa molecuul H}_2\text{O}} = \frac{20,03}{18,02} = 1,112$.
 Een molecuul D_2O is dus 1,112 maal zo zwaar als een molecuul H_2O .
c De elektronenwolk bepaalt de omvang van een atoom. De omvang van een D-atoom is even groot als de omvang van een H-atoom. Het verschil zit hem alleen in de samenstelling van de atoomkern. Je kunt concluderen dat een molecuul D_2O even groot is als een molecuul H_2O .
d $1,000 \text{ dm}^3$ zuiver 'D₂O-water' bestaat uit hetzelfde aantal moleculen als $1,000 \text{ dm}^3$ zuiver 'gewoon water'. De dichtheid van zuiver 'D₂O-water' is dus $1,112 \times 0,9982 \text{ kg dm}^{-3} = 1,110 \text{ kg dm}^{-3}$.
e Zuiver 'D₂O-water' wordt zwaar water genoemd omdat het een grotere dichtheid heeft dan zuiver 'gewoon water'.

C 45

- a** De massa van een B-10 atoom is 10,0129 u en van een B-11 atoom 11,0093 u.
b In elke 1000 atomen boor bevinden zich 199 atomen B-10.
c In elke 1000 atomen boor bevinden zich 801 atomen B-11.
d De massa van de B-10 atomen is $199 \times 10,0129 \text{ u} = 1992,5671$ u.
e De massa van de B-11 atomen is $801 \times 11,0093 = 8818,4493$ u.
f De totale massa van de B-10 en de B-11 atomen is $1992,5671 + 8818,4493 = 10\,811,0164$ u. Dat is de massa van 1000 booratomen.
g De gemiddelde massa van één booratoom is $\frac{10\,811,0164}{1000} = 10,8110$ u, de afgeronde

waarde van de massa van boor in Binas tabel 99 is 10,81 u, dus dat komt overeen.

A 46

Het massapercentage van een atoomsoort in een verbinding geeft aan hoeveel u van die atoomsoort voorkomt per 100 u van de verbinding.

B 47

De molecuulmassa van suiker, $C_{12}H_{22}O_{11}$, is 342,30 u.

In 1 molecuul $C_{12}H_{22}O_{11}$ zitten 12 C-atomen. De massa van 12 C-atomen = $12 \times 12,01 = 144,12$ u.

In 342,3 u $C_{12}H_{22}O_{11}$ is dus 144,12 u C aanwezig.

Het massapercentage C in $C_{12}H_{22}O_{11}$ kun je uitrekenen met de volgende formule:

$$\frac{\text{massa atoomsoort}}{\text{massa molecuul}} \times 100\% = \dots \text{ massa-\%}$$

$$\frac{144,12}{342,30} \times 100\% = 42,10 \text{ massa-\%}$$

Het massapercentage C in $C_{12}H_{22}O_{11} = 42,10\%$.

B 48

a De molecuulmassa van $C_7H_{14}O_2$ is $7 \times 12,01 + 14 \times 1,008 + 2 \times 16,00 = 130,18$ u.

b In 1 molecuul $C_7H_{14}O_2$ zitten 2 O-atomen. De massa van 2 O-atomen = $2 \times 16,00 = 32,00$ u.

In 130,18 u $C_7H_{14}O_2$ is dus 32,00 u O aanwezig.

Het massapercentage O in $C_7H_{14}O_2$ kun je uitrekenen met de volgende formule:

$$\frac{\text{massa atoomsoort}}{\text{massa molecuul}} \times 100\% = \dots \text{ massa-\%}$$

$$\frac{32,00}{130,18} \times 100\% = 24,58 \text{ massa-\%}$$

Het massapercentage O in $C_7H_{14}O_2 = 24,58\%$.

B 49

De massa van de diamant is 22,06 g. In 100 g diamant zit 0,50 g stikstof.

massa diamant (g)	22,06	100
massa stikstof (g)	x	0,50

$$x = \frac{22,06 \times 0,50}{100} = 0,11\%$$

C 50

a 100 u verbinding bevat 86 u C-atomen en 14 u waterstofatomen.

b Een molecuul van de verbinding weegt 56,0 u. 86% hiervan is C. Dus als de verbinding 100 u zou wegen, zou er 86 u C in zitten. Zet de gegevens in een verhoudingstabel.

massa verbinding (u)	56,0	100
massa C (u)	x	86

$$x = \frac{56,0 \times 86}{100} = 48,2 \text{ u}$$

De rest, $56 - 48,2 = 8$ u, is waterstof.

c C weegt 12,01 u, H weegt 1,008 u.

d In één molecuul zitten 48,2 u C-atomen. Met hoeveel C-atomen komt dat overeen? Zet de gegevens in een verhoudingstabel.

massa C (u)	12,01	48,2
aantal C-atomen	1	x

$$x = \frac{1 \times 48,2}{12,01} = 4$$

In één molecuul zitten 8 u H-atomen. Moet hoeveel H-atomen komt dat overeen?
Zet de gegevens in een verhoudingstabel.

massa H (u)	1,008	8
aantal H-atomen	1	x

$$x = \frac{1 \times 8}{1,008} = 8$$

e De molecuulformule van de verbinding is C_4H_8 .

2.4 Rekenen met eenheden

A 51 

Iets wat je kunt meten en uitdrukken in een getal noem je een grootte. Achter dit getal zet je dan een eenheid.

B 52

- a $41,1 \text{ km} = 41,1 \times 10^3 \text{ m} = 4,11 \cdot 10^4 \text{ m}$
- b $0,0535 \text{ ML} = 0,0535 \times 10^6 \text{ L} = 0,0535 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 5,35 \cdot 10^1 \text{ m}^3$ (m^3 afgeleide van de grondeenheid m)
- c $6,38 \cdot 10^3 \text{ mg} = 6,38 \cdot 10^3 \times 10^{-6} \text{ kg} = 6,38 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

B 53

- a $4,3 \text{ g} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
- b $2 \cdot 10^3 \text{ m} = 2 \text{ km}$
- c $4 \cdot 10^6 \text{ kg} = 4 \cdot 10^{12} \text{ mg}$
- d $5,7 \cdot 10^3 \text{ g} = 5,7 \text{ kg}$
- e $1,12 \text{ cm} = 11,2 \text{ mm}$
- f $4,9 \text{ mL} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ L}$
- g $7,1 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 7,1 \text{ mL}$
- h $6,1 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ } \mu\text{g}$
- i $4,5 \text{ cm}^3 = 4,5 \text{ mL}$
- j $123 \text{ cm} = 1,23 \text{ m}$
- k $89 \text{ } \mu\text{g} = 8,9 \cdot 10^{-5} \text{ g}$
- l $125 \text{ mL} = 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ L}$ of $0,125 \text{ L}$

A 54 

Daarvoor is de dichtheid nodig.

A 55 

- a Van de nauwkeurigheid van het meetinstrument
- b Cijfers die iets zeggen over de nauwkeurigheid van de gemeten waarden

B 56

- a 2
- b 3 (Nullen waar een getal mee begint, zijn geen significante cijfers.)
- c 2 (Nullen waar een getal mee begint, zijn geen significante cijfers.)
- d 4 (Nullen aan het eind van een getal zijn wel significante cijfers.)

B 57

De meetwaarde met het grootste aantal significante cijfers is steeds het nauwkeurigst.

- a $10,20 \text{ cm}$ is nauwkeuriger.
- b $205,0 \text{ g}$ is nauwkeuriger.
- c $24,0 \text{ dm}^3$ is nauwkeuriger.

B 58

- a** Let op: het aantal significante cijfers moet bij elke omzetting hetzelfde blijven.
 Komma één plaats naar rechts: de macht wordt één lager. Komma één plaats naar links: de macht wordt één hoger.
- 1 $266,0 \text{ kg} = 266,0 \cdot 10^0 \text{ kg} = 2,660 \cdot 10^2 \text{ kg}$
 - 2 $0,01716 \text{ mL} = 0,01716 \cdot 10^0 \text{ mL} = 1,716 \cdot 10^{-2} \text{ mL}$
 - 3 $34 \cdot 10^4 \text{ L} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ L}$
 - 4 $0,020 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ g}$
- b** 1 en 2 hebben vier significante cijfers; 3 en 4 hebben twee significante cijfers.
- c** 1 $2,660 \cdot 10^2 \text{ kg} = 2,7 \cdot 10^2 \text{ kg}$
 2 $1,716 \cdot 10^{-2} \text{ mL} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mL}$
 3 en 4 hebben al twee significante cijfers.

B 59

- a** $0,06 \times 2,4 = 0,144 = 1 \cdot 10^{-1}$
- b** $19,7 - 0,32 = 19,38 = 19,4$
- c** $\frac{14,2 + 9}{2,11} = 10,995... = 1,1 \cdot 10^1$
- d** $\frac{3,0 \times 7,0}{18,0 \times 2,60} = 0,4487... = 4,5 \cdot 10^{-1}$
- e** $\frac{2 \cdot 10^8}{4,1 \cdot 10^3} = 48\,780,4870 = 5 \cdot 10^4$
- f** $\frac{9,8 \cdot 10^3 \times 1,03 \cdot 10^5}{2,11} = 168\,2333,... = 2 \cdot 10^6$

B 60

- a** De dichtheid van glycerol is $1,26 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	$1,26 \cdot 10^3$	x
volume (m ³)	1,00	5,4

$$x = \frac{1,26 \cdot 10^3 \times 5,4}{1,00} = 6,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

- b** De dichtheid van helium is $0,178 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	0,178	x
volume (m ³)	1,00	0,94

$$x = \frac{0,178 \times 0,94}{1,00} = 0,17 \text{ kg}$$

- c** De dichtheid van suiker is $1,58 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	$1,58 \cdot 10^3$	x
volume (m ³)	1,00	12

$$x = \frac{1,58 \cdot 10^3 \times 12}{1,00} = 1,9 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

B 61

- a** De dichtheid van stookolie is $0,95 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	$0,95 \cdot 10^3$	50
volume (m ³)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 50}{0,95 \cdot 10^3} = 5,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

- b** De dichtheid van waterstofgas is $0,090 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	0,090	$45 \cdot 10^5$
volume (m^3)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 45 \cdot 10^5}{0,090} = 5,0 \cdot 10^7 \text{ m}^3$$

- c** De dichtheid van graniet is $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	$2,7 \cdot 10^3$	230
volume (m^3)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 230}{2,7 \cdot 10^3} = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

B 62

De dichtheid van zeewater is $1,024 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

massa (kg)	$1,024 \cdot 10^3$	x
volume (m^3)	1,00	$94 \cdot 10^{12}$

$$x = \frac{1,024 \cdot 10^3 \times 94 \cdot 10^{12}}{1,00} = 9,6 \cdot 10^{16} \text{ kg}$$

B 63

- a** De dichtheid van aluminium is $2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. De dichtheid van ijzer is $7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.
De dichtheid van aluminium is veel lager dan die van ijzer.

- b** $2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 2,70 \cdot 10^6 \text{ g m}^{-3} = 2,70 \cdot 10^3 \text{ g dm}^{-3}$

massa (g)	$2,70 \cdot 10^3$	93,0
volume (dm^3)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 93,0}{2,70 \cdot 10^3} = 0,0344 \text{ dm}^3 = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$$

C 64 ★

- a** De dichtheid van lood is $11,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. De dichtheid van water is $0,9982 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

b

massa (kg)	$0,9982 \cdot 10^3$	1,0
volume (m^3)	1,00	x

$$x = \frac{1,0 \times 1,00}{0,9982 \cdot 10^3} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,0 \text{ dm}^3$$

c

massa (kg)	$11,3 \cdot 10^3$	1,0
volume (m^3)	1,00	x

$$x = \frac{1,0 \times 1,00}{11,3 \cdot 10^3} = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 8,8 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$$

d $\frac{1,13 \cdot 10^3}{0,9982 \cdot 10^3} = 11,3$

Lood is dus 11,3 keer zo zwaar als water.

- e** Let op! De dichtheid van osmium is gegeven in kg dm^{-3} . Deze moet je dus eerst omrekenen in kg m^{-3} . De dichtheid wordt dan $22,587 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

$$\frac{22,587 \cdot 10^3}{0,9982 \cdot 10^3} = 22,6$$

Osmium is dus 22,6 keer zo zwaar als water.

- f** Osmium heeft atoomnummer 76 en heeft dus 76 protonen in de kern. Het Os^{4+} -ion bevat dan $76 - 4 = 72$ elektronen. Het Os^{8+} -ion bevat $76 - 8 = 68$ elektronen.

C 65

- a** De dichtheid van water is $0,9982 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.

$$500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$$

massa (g)	$0,9982 \cdot 10^3$	x
volume (L)	1,00	0,500

$$x = \frac{0,9982 \cdot 10^3 \times 0,500}{1,00} = 499 \text{ g}$$

- b** De dichtheid van kwik is $13,5 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.

massa (g)	$13,5 \cdot 10^3$	x
volume (dm^3)	1,00	0,500

$$x = \frac{13,5 \cdot 10^3 \times 0,500}{1,00} = 6,75 \cdot 10^3 \text{ g}$$

- c** Reken eerst uit hoeveel keer zwaarder kwik is dan water:

$$\frac{13,5 \cdot 10^3}{0,9982 \cdot 10^3} = 13,5$$

Als je nu de hoeveelheid water deelt door dit getal weet je hoeveel mL kwik dezelfde massa heeft als 500 mL water:

$$\frac{500}{13,5} = 37,0 \text{ mL}$$

2.5 De mol

A 66 

$$6,02 \cdot 10^{23}$$

B 67

- a** De molaire massa van NaCl is $22,99 + 35,45 = 58,44 \text{ g}$.
b De molaire massa van C_2H_6 is $(2 \times 12,01) + (6 \times 1,008) = 30,07 \text{ g}$.
c De molaire massa van H_2O_2 is $(2 \times 1,008) + (2 \times 16,00) = 34,02 \text{ g}$.
d De molaire massa van Ag is $107,9 \text{ g}$.

B 68

$$6,02 \cdot 10^{23} \times 45 \text{ g} = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ g}$$

B 69 

De molaire massa is de massa van één mol stof en wordt uitgedrukt in g. De molecuulmassa is de massa van één molecuul en wordt uitgedrukt in u.

B 70

De massa van één ijzeratoom is groter dan de massa van één natriumatoom. Dan is de massa van $6,02 \cdot 10^{23}$ ijzeratomen, dus één mol ijzer, ook groter dan de massa van $6,02 \cdot 10^{23}$ natriumatomen, dus één mol natrium.

A 71

De molaire massa

B 72**a**

massa (g)	32,00	x
hoeveelheid (mol)	1,00	2,7

$$x = \frac{2,7 \times 32,00}{1,00} = 86 \text{ g O}_2$$

b

massa (g)	58,12	x
hoeveelheid (mol)	1,00	2,7

$$x = \frac{2,7 \times 58,12}{1,00} = 156,9 \text{ g C}_4\text{H}_{10} = 1,6 \cdot 10^2 \text{ g C}_4\text{H}_{10}$$

c

massa (g)	253,8	x
hoeveelheid (mol)	1,00	$1,22 \cdot 10^{-3}$

$$x = \frac{1,22 \cdot 10^{-3} \times 253,8}{1,00} = 3,10 \cdot 10^{-1} \text{ g I}_2$$

d

massa (g)	17,03	x
hoeveelheid (mol)	1,00	$3,05 \cdot 10^{-4}$

$$x = \frac{3,05 \cdot 10^{-4} \times 17,03}{1,00} = 5,19 \cdot 10^{-3} \text{ g NH}_3$$

B 73

De berekeningen in deze opgave zijn uitgevoerd met het rekenschema. Je berekent eerst de molaire massa van de stof en berekent dan met de formule het aantal mol.

a De molaire massa van N₂ is 28,02 g mol⁻¹.

$$4,6 \cdot 10^2 \text{ g} \triangleq \frac{4,6 \cdot 10^2}{28,02} = 16 \text{ mol N}_2$$

b De molaire massa van N₂O is 44,02 g mol⁻¹.

$$8,12 \text{ g} \triangleq \frac{8,12}{44,02} = 0,184 \text{ mol N}_2\text{O}$$

c De molaire massa van C₁₂H₂₂O₁₁ is 342,30 g mol⁻¹.

$$1,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} \triangleq \frac{1,0 \cdot 10^{-2}}{342,30} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

d De molaire massa van Ar is 39,95 g mol⁻¹.

$$1,2 \cdot 10^{-3} \text{ g} \triangleq \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{39,95} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol Ar}$$

B 74**a** $2 \text{ C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + 7 \text{ O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{ CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$ **b** Als je 0,10 dm³ ethaan verbrandt, heb je $\frac{0,10 \text{ dm}^3}{2} \times 7 = 0,35 \text{ dm}^3$ zuurstof nodig.**c** Er ontstaat $2 \times 0,10 = 0,20 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$ en $3 \times 0,10 \text{ dm}^3 = 0,30 \text{ dm}^3 \text{ H}_2\text{O}$.**d** Het getal van Avogadro wordt $\frac{9,648\,533\,65 \times 10^4 \text{ C}}{1,602\,176\,565 \times 10^{-19} \text{ C}} = 6,022\,141\,29 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23}$

C 75

massa (g)	3,285	x
hoeveelheid (mol)	0,027	1,00

De molaire massa van chloroform is:

$$x = \frac{3,285 \times 1,00}{0,027} = 122 \text{ g mol}^{-1}$$

C 76 ★

- a** $20 \times 20 \times 20 = 8,0 \cdot 10^3$ zandkorrels
b Er is dan $100 \times 10 \times 2,0 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ zand.
c In $1,0 \text{ cm}^3$ zitten $8,0 \cdot 10^3$ korrels. $1,0 \text{ m}^3$ is 10^6 maal groter dan $1,0 \text{ cm}^3$. In $1,0 \text{ m}^3$ zitten dus $8,0 \cdot 10^3 \times 10^6 = 8,0 \cdot 10^9$ zandkorrels. In $2,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ zitten dan $2,0 \cdot 10^3 \times 8,0 \cdot 10^9 = 1,6 \cdot 10^{13}$ zandkorrels.
d Je hebt $6,02 \cdot 10^{23}$ zandkorrels in een mol. In $1,0 \text{ m}^3$ zitten $8,0 \cdot 10^9$ zandkorrels.

aantal zandkorrels	$8,0 \cdot 10^9$	$6,02 \cdot 10^{23}$
volume (m^3)	1,0	x

$$x = \frac{1,0 \times 6,02 \cdot 10^{23}}{8,0 \cdot 10^9} = 7,5 \cdot 10^{13} \text{ m}^3$$

C 77 ★

- a** $400 \times 31,1035 = 1,24 \cdot 10^4 \text{ g} = 12,4 \text{ kg}$
b De molaire massa van goud is $197,0 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,24 \cdot 10^4 \text{ g} \triangleq \frac{1,24 \cdot 10^4}{197,0} = 62,9 \text{ mol goud}$$

- c** De hoeveelheid goud in deze armband is $47 \times 0,82 = 38,54 \text{ g}$.

$$1 \text{ troy ounce heeft een waarde van } \frac{395\,000}{400} = 987,50 \text{ euro.}$$

Omdat 1 troy ounce gelijk staat aan 31,1035 g heeft 1,0 gram een waarde van

$$\frac{987,50}{31,1035} = 31,75 \text{ euro.}$$

De waarde van het goud in de armband is dan $38,54 \times 31,75 = \text{€ } 1224,-$.**C 78**

- a** In een Na^+ -ion zijn 11 protonen en 10 elektronen aanwezig. In een Cl^- -ion zijn 17 protonen en 18 elektronen aanwezig.

b $2,17 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 2,17 \cdot 10^6 \text{ g m}^{-3} = 2,17 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$

c

massa (g)	$2,17 \cdot 10^3$	500
volume (L)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 500}{2,17 \cdot 10^3} = 0,230 \text{ L}$$

- d** De molaire massa van natriumchloride is $58,44 \text{ g mol}^{-1}$.

massa (g)	58,44	500
hoeveelheid (mol)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 500}{58,44} = 8,56 \text{ g}$$

C 79**a** De formule van cafeïne is $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$.**b** $M = (8 \times 12,01) + (10 \times 1,008) + (4 \times 14,01) + (2 \times 16,00) = 194,20 \text{ g mol}^{-1}$

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	194,20	0,125

$$x = \frac{0,125 \times 1,00}{194,20} = 6,44 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

c

aantal deeltjes	$6,02 \cdot 10^{23}$	x
hoeveelheid (mol)	1,00	$6,44 \cdot 10^{-4}$

Dat komt overeen met $\frac{6,44 \cdot 10^{-4} \times 6,02 \cdot 10^{23}}{1,00} = 3,88 \cdot 10^{20}$ moleculen.

Afsluiting

1

symbool	atoomnummer	aantal protonen	aantal elektronen	aantal neutronen	massagetal
K ⁺	19	19	18	20	39
Br	35	35	35	46	81
Cu	29	29	29	34	63
S ²⁻	16	16	18	16	32
F ⁻	9	9	10	10	19

2

a $14,3 + 15,36 = 29,7 \text{ mL}$

b $0,79 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 0,79 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1} \times 29,7 \text{ mL} = 0,0297 \text{ L}$

massa (g)	$0,79 \cdot 10^3$	x
volume (L)	1,00	0,0297

$$x = \frac{0,79 \cdot 10^3 \times 0,0297}{1,00} = 23 \text{ g}$$

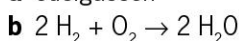
c De molaire massa van methanol is $12,01 + 4 \times 1,008 + 16,00 = 32,04 \text{ g mol}^{-1}$.

d

massa (g)	32,04	23
hoeveelheid (mol)	1,00	x

$$x = \frac{1,00 \times 23}{32,04} = 0,72 \text{ mol}$$

3

a edelgassen

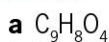
c De molaire massa van water is $18,02 \text{ g mol}^{-1}$.

Je kunt het rekenschema gebruiken.

$$0,71 \text{ g water} \triangleq \frac{0,71}{18,02} = 0,03940 \text{ mol water}$$

$$0,03940 \text{ mol water} \triangleq 0,03940 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,4 \cdot 10^{22} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

4



b $M = (9 \times 12,01) + (8 \times 1,008) + (4 \times 16,00) = 180,15 \text{ g mol}^{-1}$

Gebruik het rekenschema:

$$0,500 \text{ g} \triangleq \frac{0,500}{180,15} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

5



a Er gaan elektronen (spontaan van nikkel) naar het koperplaatje, dus het koperplaatje wordt negatief geladen.

b Aantal protonen: 28

Aantal neutronen: 35

- c** Een atoom van het element dat is ontstaan, heeft een neutron minder, daar is een proton uit ontstaan. Het heeft dus 29 protonen en 34 neutronen, dus is het element koper (Cu-63) ontstaan.

6

- a** edelgassen

b

symbool	In ^{40}K en in ^{40}Ar
aantal protonen	ongelijk
aantal neutronen	ongelijk
aantal elektronen	ongelijk

- c** Door de insluiting van argon lijkt het alsof er na stolling van het gesteente meer argon is ontstaan uit ^{40}K waardoor de ouderdom van het gesteente als ouder wordt bepaald dan de werkelijke ouderdom.

Stoffen en reacties

3.1 Een indeling van stoffen

A 1 

De stof moet bestaan uit geladen deeltjes.

De geladen deeltjes moeten vrij kunnen bewegen.

A 2

Moleculaire stoffen, zouten en metalen

A 3

Zink is een metaal, geleidt in de vaste en de vloeibare fase. Natriumchloride is een zout en geleidt alleen in de vloeibare fase. Kamfer is een moleculaire stof en geleidt nooit stroom.

B 4

Bij schrikdraad krijg je een schok als je de draad aanraakt. Bij een elektriciteitsnoer zorgt het pvc ervoor dat je geen schok krijgt. Pvc geleidt dus geen stroom. Het is een moleculaire stof.

A 5

a In de formules van moleculaire stoffen staan uitsluitend symbolen van niet-metalen.

b In de formules van zouten worden symbolen van een metaal en een niet-metaal gecombineerd.

c In de formules van metalen staat uitsluitend een symbool van een metaal.

B 6

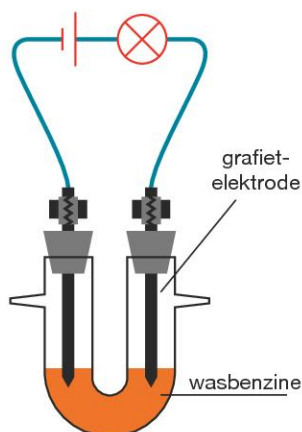
a In de formule van een verbinding komen verschillende soorten atomen voor, in de formule van een element komen uitsluitend atomen van dezelfde soort voor.

b Moleculaire stoffen kunnen ook elementen zijn: H_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , P_4 , S_8 , enzovoort.

B 7

a Als het lampje in de stroomkring van de opstelling in figuur 3.1 gaat branden, geleidt de stof stroom, anders niet.

b Barry ziet dat de led niet gaat branden, want C_8H_{18} is een moleculaire stof.



3.1

B 8

- a** natrium (Na^+), chloride (Cl^-), kalium (K^+) en calcium (Ca^{2+}) leveren een bijdrage aan de stroomgeleiding, het zijn geladen deeltjes.
- b** Er is vocht nodig om ionen te kunnen laten bewegen. Met droge handen komt er geen stroomgeleiding.
- c** 2 uur en 45 minuten komt overeen met 2,75 uur, dus 2,75 liter zweet.
De sporter raakt dan $2,75 \times 300 \text{ mg}$ kaliumionen kwijt. Dat is $2,75 \times 300 \times 10^{-3} \text{ g} = 8,25 \cdot 10^{-1} \text{ g}$ kalium.

De molaire massa van kalium is $39,10 \text{ g mol}^{-1}$. Er is dus $\frac{8,25 \cdot 10^{-1}}{39,10} = 2,11 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ kaliumatomen verdwenen.

B 9**a,b**

naam	formule	soort stof	stroomgeleiding	
			(s)	(l)
waterstofperoxide	H_2O_2	moleculaire stof	nee	nee
magnesiumchloride	MgCl_2	zout	nee	ja
oliezuur	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	moleculaire stof	nee	nee
zink	Zn	metaal	ja	ja
zilverjodide	AgI	zout	nee	ja
natrium	Na	metaal	ja	ja

In de formule van een moleculaire stof komen alleen symbolen van niet-metalen voor. In formules van zouten worden symbolen van een metaal en een niet-metaal gecombineerd. In formules van metalen staat uitsluitend een symbool van een metaal.

3.2 Metalen en zouten

A 10

- a** Metalen geleiden stroom in de vaste fase door de vrije elektronen en in de vloeibare fase door de vrij bewegende metaalionen én de vrije elektronen.
- b** Zouten geleiden de stroom alleen in vloeibare fase. Als het zout smelt, komen de ionen los uit het ionrooster en kunnen dan vrij bewegen. De ionen zorgen dan voor de geleiding.

B 11

- a** De elektronen in de buitenste schil van het metaalatom kunnen loskomen uit het atoom waardoor een positief geladen metaalion ontstaat. De vrij bewegende elektronen en de positieve metaalionen trekken elkaar sterk aan. Deze aantrekkingskracht is de metaalbinding.
- b** Een ionrooster is opgebouwd uit positieve en negatieve ionen. Deze ionen trekken elkaar sterk aan en vormen zo de ionbinding.

B 12

De ionbinding in zouten is heel sterk. Daardoor is er meer energie nodig om die bindingen te verbreken en hebben zouten hoge smeltpunten.

B 13

De sterkte van de ionbinding hangt samen met het soort ionen in het zout. Kennelijk is de ionbinding tussen ijzerionen en chloride-ionen minder sterk dan de ionbinding tussen ijzerionen en zuurstofionen. Er is dus minder energie nodig om FeCl_2 te smelten dan om FeO te smelten.

A 14

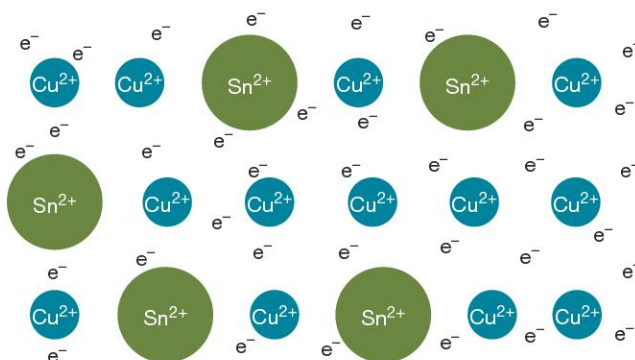
In een metaal kunnen de positieve ionen vrij gemakkelijk ten opzichte van elkaar verschuiven, de elektronen trekken de ionen nog even sterk aan: het metaal zal niet breken. In een zout kunnen de ionen niet goed langs elkaar schuiven: de ionen met gelijke lading stoten elkaar af en het zout breekt.

B 15

- a** Een legering is een afgekoeld mengsel van samengesmolten metalen.
- b** Het gehalte aan koolstof in staal is vrij laag, de samenstelling van koolstofstaal is 99% Fe en 0,8% C. De samenstelling van gietijzer is 94% Fe, 2,5% Si en 2 tot 4% C. Het gehalte koolstof is veel hoger dan bij staal.
- c** De verstoring van het metaalrooster is bij gietijzer van een andere aard dan bij staal. Aantal en soort van de ingebouwde atomen verschillen en daarmee verschillen de eigenschappen van de legering.

B 16

Doordat in brons op diverse plaatsen in het rooster Sn^{2+} -ionen zitten die veel groter zijn dan Cu^{2+} -ionen kunnen de lagen niet meer langs elkaar schuiven en is het materiaal harder geworden. Zie figuur 3.2.



3.2

C 17

In messing zit volgens Binas tabel 9 maximaal 45 massa-% zink.
 100 kg messing bevat 45 kg zink.
 Je hebt 12,3 kg messing.
 Zet deze gegevens in een verhoudingstabel.

massa zink (kg)	45	x
massa messing (kg)	100	12,3

Door gebruik te maken van kruisproducten vind je:

$$x = \frac{12,3 \times 45}{100} = 5,5 \text{ kg zink}$$

In 12,3 kg messing zit 5,5 kg zink.

A 18

Bij de vorming van ionen verandert de elektronenverdeling dusdanig dat het ion een elektronenverdeling krijgt die lijkt op die van het in het periodiek systeem dichtstbij staande edelgas.

B 19

Volgens Bohr heeft natrium een elektronenverdeling van 2,8,1. Natrium geeft een elektron af en krijgt een elektronenverdeling van 2,8 (neon). Fluor heeft volgens Bohr een elektronenverdeling van 2,7. Door het opnemen van een elektron van natrium wordt de elektronenverdeling 2,8 (neon). De ontstane Na^+ -ionen en F^- -ionen vormen door de ionbinding het zout natriumfluoride.

B 20

- a** 1 $2 \text{ Na (s)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ NaCl (s)}$
 2 $\text{Mg (s)} + \text{Br}_2 \text{ (l)} \rightarrow \text{MgBr}_2 \text{ (s)}$
 3 $\text{Fe (s)} + \text{S (s)} \rightarrow \text{FeS (s)}$

- b** 1 Elk Na-atoom staat een elektron af. Hierbij ontstaat dezelfde elektronenverdeling als bij neon. Elk atoom chloor neemt een elektron op en krijgt dan dezelfde elektronenverdeling als argon.
 2 Elk Mg-atoom staat twee elektronen af. Hierbij ontstaat dezelfde elektronenverdeling als bij neon. Elk broomatoom neemt een elektron op en krijgt daarmee dezelfde elektronenverdeling als krypton.
 3 Elk Fe-atoom staat twee elektronen af. Hierdoor ontstaat geen edelgasconfiguratie. Elk zwavelatoom neemt twee elektronen op en lijkt daarmee op argon.
- c** Als pyriet een metaal zou zijn moet het in vaste toestand stroom kunnen geleiden. Dat gebeurt niet: het is een zout.

B 21 ★

- a** Hoe groter de lading, des te groter de aantrekkingskracht of de afstotende kracht. Mg^{2+} -ionen en O^{2-} -ionen trekken elkaar dus sterker aan dan Na^+ -ionen en Cl^- -ionen.
- b** Het smeltpunt van $\text{MgO} = 3098 \text{ K}$. Het smeltpunt van $\text{NaCl} = 1074 \text{ K}$.
 De aantrekkingskracht tussen de ionen in MgO is groter dan die tussen de ionen in NaCl . De ionbinding in MgO is daardoor sterker dan die in NaCl . Het smeltpunt van MgO is dus hoger dan dat van NaCl .

C 22

- a** Lithiumbromide is een zout omdat in de formule een symbool van een metaal (lithium) en een symbool van een niet-metaal (broom) voorkomt. Tetrabroommethaan is een moleculaire stof omdat in de formule alleen symbolen van niet-metalen (koolstof en broom) voorkomen.
- b** Lithiumbromide zal in vaste toestand geen stroom geleiden, maar in gesmolten toestand wel. Tetrabroommethaan is een moleculaire stof en zal nooit stroom geleiden.
- c** Lithiumatomen staan elk een elektron aan broomatoomen af. De lithiumatomen gaan zo over in positief geladen ionen. De Br-atomen nemen elk één elektron op en gaan daarbij over in negatief geladen bromide-ionen. Tussen de tegengesteld geladen ionen ontstaat een ionbinding. Er vormt zich een ionrooster.
- d** Lithiumbromide bestaat uit positieve en negatieve ionen. Tetrabroommethaan bestaat uit ongeladen moleculen.

C 23

- a** Ze moesten de rotsen vermalen en mengen met water. Als je dat aanbrengt op de rotswand verdampt het water en blijft de okerkleur over.
- b** Water heeft geen lading. Er zijn twee ijzerionen met een lading van $3+$, dat is totaal $6+$. Er zijn drie zuurstofionen met een totale lading van $6-$ om het geheel neutraal te maken. Dus het zuurstofion heeft een lading van $2-$.
- c** Als de verf snel breekt moet je niet in dikke lagen schilderen, maar een aantal dunne lagen op elkaar aanbrengen. Elke laag moet eerst droog zijn voor je de volgende aanbrengt.
- d** 10 Na^+ -ionen hebben een lading van $10+$. 6 Al^{3+} -ionen hebben een lading van $18+$, 6 Si^{4+} -ionen hebben een lading van $24+$. De totale positieve lading is $52+$. Er zijn 24 O^{2-} -ionen met een lading van $48-$, dus moeten er 2 S^{2-} -ionen zijn om de formule neutraal te maken.

3.3 Moleculaire stoffen

A 24

Moleculaire stoffen zijn opgebouwd uit ongeladen moleculen en kunnen dus in geen enkele fase stroom geleiden.

A 25 ○

mono, di, tri en tetra

B 26

- a** (mono)koolstofmono-oxide
- b** (mono)zwaveldioxide
- c** (mono)koolstofdioxide
- d** (mono)zwaveltrioxide
- e** difosfortrioxide
- f** distikstoftetraoxide

B 27

- a** H_2O
- b** PCl_3
- c** H_2O_2
- d** N_2O_4
- e** SiCl_4

A 28

- a** De elektronen die zorgen voor de binding met een ander atoom heten bindingselektronen.
- b** Twee atomen leveren elk een elektron aan een gemeenschappelijk elektronenpaar. De zo ontstane binding heet een atoombinding.

B 29

- a** H_2O : twee bindingen
 NH_3 : drie bindingen
 CH_4 : vier bindingen
 Cl_2 : 1 binding
- b** H_2O : het H-atoom deelt een e^- met O en lijkt dan op He, het O-atoom deelt 2 e^- met 2 H-atomen en lijkt dan op Ne.
 NH_3 : het H-atoom deelt een e^- met N en lijkt dan op He, het N-atoom deelt 3 e^- met 3 H-atomen en lijkt dan op Ne.
 CH_4 : het H-atoom deelt een e^- met C en lijkt dan op He, het C-atoom deelt 4 e^- met 4 H-atomen en lijkt dan op Ne.
 Cl_2 : het Cl-atoom deelt een e^- met een ander Cl-atoom en lijkt dan op Ar.

B 30

Er wordt geen gemeenschappelijk elektronenpaar gevormd, maar een elektron (of meer) springt over van het metaalatom naar het niet-metaalatom. Er ontstaan ionen en die vormen een ionbinding, dus er bestaat geen atoombinding.

C 31

Atoombindingen worden alleen verbroken bij een chemische reactie, niet bij een faseverandering. Bij het koken van water blijven de moleculen intact, bij het ontleden van water worden de atoombindingen verbroken.

A 32 

De covalentie van een atoomsoort van een niet-metaal komt overeen met het aantal elektronen dat een atoom nodig heeft om de elektronenverdeling van een edelgas te krijgen. De covalentie geeft dus ook het aantal bindingen aan dat een atoom kan vormen.

B 33

- a** 1 Br staat in groep 17 en heeft daarom covalentie 1.
2 As staat in groep 15 en heeft daarom covalentie 3.
3 H staat in groep 1 en heeft daarom covalentie 1.
4 Si staat in groep 14 en heeft daarom covalentie 4.
5 Se staat in groep 16 en heeft daarom covalentie 2.
- b** 1 Br lijkt op Kr.
2 As lijkt op Kr.
3 H lijkt op He.

- 4 Si lijkt op Ar.
5 Se lijkt op Kr.

C 34

Natrium is een metaal en staat bij een chemische reactie een elektron af. Er wordt geen atoombinding gevormd.

A 35

Een structuurformule geeft aan welke atomen in een molecuul van de stof aanwezig zijn en hoe ze met elkaar verbonden zijn.

A 36

H_2 , C_2H_6 , CH_4O , C_2H_4 en N_2

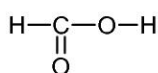
B 37

Aan een Se-atoom zitten twee bindingsstreepjes. De covalentie van de atoomsoort seleen is dus 2. Se staat in groep 16 van het periodiek systeem. Daaruit kun je ook afleiden dat de covalentie 2 is.

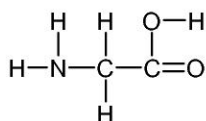
Aan een As-atoom zitten drie bindingsstreepjes. De covalentie van de atoomsoort arseen is dus 3.

As staat in groep 15 van het periodiek systeem. Daaruit kun je ook afleiden dat de covalentie 3 is.

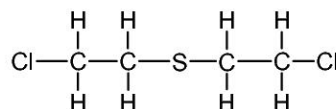
B 38



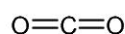
methaanzuur



aminoethaanzuur

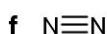
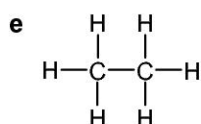
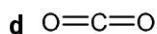
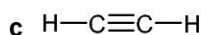
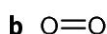
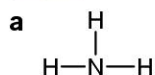


mosterdgas



koolstofdioxide

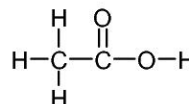
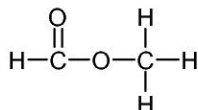
B 39



C 40

Een C-atoom heeft vier elektronen in zijn buitenste schil en heeft er nog vier nodig om de elektronenverdeling van een edelgas te krijgen. Een H-atoom heeft één elektron in zijn buitenste schil en heeft er nog één nodig om de elektronenverdeling van een edelgas te krijgen. Het C-atoom deelt vier elektronen met vier H-atomen. Daardoor ontstaan vier atoombindingen tussen één C-atoom en vier H-atomen. De formule is dus CH_4 en niet CH_5 .

C 41 ★



C 42

- a** Water behoort tot de moleculaire stoffen.
b Alleen covalente bindingen komen in een watermolecuul voor.
c Zuurstof heeft 2 elektronen in de K-schil en 6 in de L-schil, dus de elektronenverdeling is 2,6. Zie Binas tabel 99.
d Kunstsneeuw kristallen hebben een grote kern en kleine punten. Als die punten slijten, blijft er een compacte kern als bolletje over en dat slijt veel minder.
e Een hectare is een oppervlakte van 10 000 m². Het volume van een sneeuwlaag van 30 cm = 0,30 m is 10 000 × 0,30 = 3000 m³. Daarvoor is 760 000 L water nodig, dus per m³ sneeuw is $\frac{760\,000}{3000} = 253$ L water nodig.
f Met 40 miljard L water = 40 · 10⁹ L water kun je $\frac{40 \cdot 10^9}{253} = 1,6 \cdot 10^8$ m³ sneeuw maken.
g De totale kosten zijn dan 1,6 · 10⁸ × 3,00 euro = 4,8 · 10² miljoen euro.
h Het zout laat de sneeuw smelten, maar daarvoor is warmte nodig. De onderliggende sneeuw koelt af en een deel van het naar beneden sijpelende smeltwater bevriest opnieuw, waardoor de sneeuwlaag verhardt.

3.4 Rekenen aan reacties

C 43

- a** De molverhouding is de verhouding waarin hoeveelheden beginstoffen (in mol) met elkaar reageren en hoeveelheden reactieproducten (in mol) ontstaan.
b Stoichiometrische verhouding
c De molverhouding kun je aflezen uit een reactievergelijking. De molverhouding komt overeen met de coëfficiënten uit de reactievergelijking.

B 44

- a, b** 1 In 1 molecuul H₂O₂ komen 2 atomen O voor.
 De molverhouding H₂O₂ : O = 1 : 2.
 Eén mol H₂O₂ bevat dus twee mol O-atomen.
 2 In 1 molecuul O₂ komen 2 atomen O voor.
 De molverhouding O₂ : O = 1 : 2.
 Eén mol O₂ bevat dus twee mol O-atomen.
 3 In 1 molecuul O₃ komen 3 atomen O voor.
 De molverhouding O₃ : O = 1 : 3.
 Eén mol O₃ bevat dus drie mol O-atomen.
 4 In 1 molecuul C₂H₆O komt 1 atoom O voor.
 De molverhouding C₂H₆O : O = 1 : 1.
 Eén mol C₂H₆O bevat dus één mol O-atomen.

C 45

- a** 1,00 u = 1,66 · 10⁻²⁴ g
 Je hebt 16,04 u CH₄ = 16,04 × 1,66 · 10⁻²⁴ = 2,66 · 10⁻²³ g CH₄.
b M (molaire massa) van CuO = 63,55 + 16,00 = 79,55 g mol⁻¹.
 Je hebt 5,282 · 10⁻²² g CuO, zet deze gegevens in een verhoudingstabel.

$$\frac{5,282 \cdot 10^{-22}}{79,55} = 6,640 \cdot 10^{-24} \text{ mol CuO}$$

Je kunt ook gebruikmaken van een verhoudingstabel:

hoeveelheid CuO (mol)	1,000	x
massa CuO (gram)	79,55	$5,282 \cdot 10^{-22}$

Door gebruik te maken van kruisproducten vind je:

$$\frac{5,282 \cdot 10^{-22} \times 1,000}{79,55} = 6,640 \cdot 10^{-24} \text{ mol CuO}$$

A 46

Je volgt altijd het volgende stappenplan:

Stap 1: stel de reactievergelijking op.

Stap 2: reken de massa of het volume van de gegeven stof om naar het aantal mol.

Stap 3: leid de molverhouding af.

Stap 4: bereken het aantal mol gevraagde stof.

Stap 5: reken het aantal mol stof om naar de gevraagde eenheid.

B 47

Gebruik bij deze opgave het rekenschema. Je kunt natuurlijk zelf een verhoudingstabel gebruiken als je dat prettiger vindt.

a M (molaire massa) van CuO = $63,55 + 16,00 = 79,55 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 2,0 g CuO, dit komt overeen met:

$$\frac{2,0}{79,55} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol CuO}$$

b Molaire massa van $\text{O}_2 = 2 \times 16,00 = 32,00 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 2,25 mg $\text{O}_2 = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ g O}_2$, dit komt overeen met:

$$\frac{2,25 \cdot 10^{-3}}{32,00} = 7,03 \cdot 10^{-5} \text{ mol O}_2$$

c Molaire massa van $\text{O}_3 = 3 \times 16,00 = 48,00 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 15,8 g O_3 , dit komt overeen met:

$$\frac{15,8}{48,00} = 0,329 \text{ mol O}_3$$

d Molaire massa van $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = (2 \times 12,01) + (6 \times 1,008) + 16,00 = 46,07 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 2,155 kg $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 2,155 \cdot 10^3 \text{ g C}_2\text{H}_6\text{O}$, dit komt overeen met:

$$\frac{2,155 \cdot 10^3}{46,07} = 46,78 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$$

B 48

Gebruik ook hier het rekenschema.

a Molaire massa van Cu = $63,55 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 0,025 mol, dit komt overeen met $63,55 \times 0,025 = 1,6 \text{ g Cu}$.

b Molaire massa $\text{C}_2\text{H}_6 = (2 \times 12,01) + (6 \times 1,008) = 30,07 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 1,237 mol C_2H_6 , dit komt overeen met $30,07 \times 1,237 = 37,20 \text{ g C}_2\text{H}_6$.

c Molaire massa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = (6 \times 12,01) + (12 \times 1,008) + (6 \times 16,00) = 180,2 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 3,00 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, dit komt overeen met $180,2 \times 3,00 = 540 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

d Molaire massa $\text{NH}_3 = (1 \times 14,01) + (3 \times 1,008) = 17,03 \text{ g mol}^{-1}$

Je hebt 1,05 mol NH_3 , dit komt overeen met $17,03 \times 1,05 = 17,9 \text{ g NH}_3$.

B 49

a De molaire massa van $\text{CaCO}_3 = 40,08 + 12,01 + (3 \times 16,00) = 100,09 \text{ g mol}^{-1}$.

Je hebt 1,00 kg = $1,00 \cdot 10^3 \text{ g CaCO}_3$.

$$\text{Er is } \frac{1,00 \cdot 10^3}{100,09} = 9,99 \text{ mol CaCO}_3.$$

- b** Molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1 : 1$ (Zie de reactievergelijking.)
c Er ontstaat ook 9,99 mol Na_2CO_3 .
d Molaire massa $\text{Na}_2\text{CO}_3 = (2 \times 22,99) + 12,01 + (3 \times 16,00) = 105,99 \text{ g mol}^{-1}$
 Je hebt 9,99 mol Na_2CO_3 .
 Dit komt overeen met $105,99 \times 9,99 = 1,06 \cdot 10^3 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 = 1,06 \text{ kg Na}_2\text{CO}_3$.

B 50

- a** De molaire massa van H_3PO_4 is: $97,99 \text{ g mol}^{-1}$. Je wilt 25,0 g H_3PO_4 maken. Dit komt overeen met $\frac{25,0}{97,99} = 0,255 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$.
b De molverhouding $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1 : 2$.
c Je moet oplossen $0,255 : 2 = 0,128 \text{ mol P}_2\text{O}_5$.
d De molaire massa van P_2O_5 is $141,94 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je moet dus $0,128 \times 141,94 = 18,1 \text{ gram P}_2\text{O}_5$ oplossen.

B 51

- a** $\text{N}_2\text{H}_4 (\text{l}) + 2 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{l}) \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{N}_2 (\text{g})$
b De molaire massa van $\text{N}_2\text{H}_4 = (2 \times 14,01) + (4 \times 1,008) = 32,05 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt 1,00 kg = $1,00 \cdot 10^3 \text{ g N}_2\text{H}_4$, dit komt overeen met:

$$\frac{1,00 \cdot 10^3}{32,05} = 3,12 \cdot 10^1 \text{ mol N}_2\text{H}_4$$

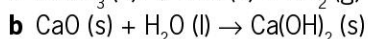
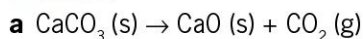
c Molverhouding $\text{N}_2\text{O}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 1 : 2$ (Zie de reactievergelijking in vraag a.)
d Je hebt $3,12 \cdot 10^1 \times 2 = 6,24 \cdot 10^1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$ nodig.
e De molaire massa van $\text{H}_2\text{O}_2 = (2 \times 1,008) + (2 \times 16,00) = 34,02 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt $6,24 \cdot 10^1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$, dit komt overeen met $34,02 \times 6,24 \cdot 10^1 = 2,12 \cdot 10^3 \text{ g H}_2\text{O}_2 = 2,12 \text{ kg H}_2\text{O}_2$.

C 52

- Stap 1: de reactievergelijking heb je al.
 Stap 2: de molaire massa van $\text{HCl} = 1,008 + 35,45 = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt 10,0 g HCl , dit komt overeen met $\frac{10,0}{36,46} = 0,274 \text{ mol HCl}$.
 Stap 3: molverhouding $\text{H}_2 : \text{HCl} = 1 : 2$ (Zie de reactievergelijking in de opgave.)
 Stap 4: je hebt nodig: $0,274 : 2 = 0,137 \text{ mol H}_2$.
 Stap 5: de molaire massa van $\text{H}_2 = 2 \times 1,008 = 2,016 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt $0,137 \text{ mol H}_2$, dit komt overeen met $2,016 \times 0,137 = 2,76 \cdot 10^{-1} \text{ g H}_2$.
 Om 10,0 g HCl te maken heb je $2,76 \cdot 10^{-1} \text{ g H}_2$ nodig.

C 53

- a** De molaire massa van $\text{SO}_3 = 32,06 + (3 \times 16,00) = 80,06 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt 45 g SO_3 , dat komt overeen met $\frac{45}{80,06} = 0,562 \text{ mol SO}_3$.
b De molaire massa van $\text{H}_2\text{O} = (2 \times 1,008) + 16,00 = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je hebt 20 g H_2O , dat komt overeen met $\frac{20}{18,02} = 1,11 \text{ mol H}_2\text{O}$.
c Molverhouding $\text{SO}_3 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ (Zie de reactievergelijking.)
d Er is 0,562 mol SO_3 en 1,11 mol H_2O aanwezig.
 De molverhouding is $1 : 1$, dus H_2O is in overmaat aanwezig en SO_3 reageert op.
e SO_3 gaat op. Dat is dus de stof waarmee je verder rekent, 0,562 mol SO_3 .
f De molverhouding $\text{SO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 : 1$ (Zie de coëfficiënten in de reactievergelijking.)
 Er kan dus ook 0,562 mol H_2SO_4 ontstaan. De molaire massa van $\text{H}_2\text{SO}_4 = (2 \times 1,008) + 32,06 + (4 \times 16,00) = 98,08 \text{ g mol}^{-1}$.
 Er ontstaat $98,08 \times 0,562 = 55 \text{ g H}_2\text{SO}_4$.

C 54 ★

c Volgens het atoommodel van Bohr is de elektronenverdeling voor een calciumatoom 2,8,8,2. Calcium staat in groep 2 van het periodiek systeem, het calciumion zal een 2+ lading hebben. De elektronenverdeling van het zuurstofatoom is 2,6. Zuurstof staat in groep 16 van het periodiek systeem en zal dus een lading van 2- hebben. De elektronenverdeling van Ca^{2+} is hetzelfde als van argon en de elektronenverdeling van O^{2-} is hetzelfde als van neon.

d Stap 1: de reactievergelijking staat bij a.

Stap 2: de molaire massa van $\text{CaO} = 56,08 \text{ g mol}^{-1}$.

Je wilt 1,25 kg CaO maken. Dit is $1,25 \cdot 10^3$ gram en komt overeen met:

$$\frac{1,25 \cdot 10^3}{56,08} = 22,29 \text{ mol CaO}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{CaO} = 1 : 1$.

Stap 4: je hebt dus 22,29 mol CaCO_3 nodig.

Stap 5: de molaire massa van CaCO_3 is $100,09 \text{ g mol}^{-1}$.

Er is dus $22,29 \times 100,09 = 2,23 \cdot 10^3 \text{ g} = 2,23 \text{ kg}$ schelpen nodig.

Afsluiting

1

MgBr_2 is een zout. In de formule zie je het symbool van een metaal en een niet-metaal. De magnesiumatomen hebben elk twee elektronen aan de broomatomen afgegeven. Daardoor zijn Mg^{2+} -ionen en Br^- -ionen ontstaan. Die trekken elkaar aan waardoor een ionbinding tot stand komt.

Br_2 is een moleculaire stof. In de formule zie je alleen symbolen van niet-metalen. De Br-atomen hebben elk een bindingselektron bijgedragen aan de atoombinding (covalentie 1).

2

a De stoffen 2, 3, 6 en 7 zijn moleculaire stoffen omdat in de moleculen van die stoffen alleen niet-metaal-atomen voorkomen.

Stof 1 is een metaal: deze wordt weergegeven met alleen een symbool van een metaal. De stoffen 4, 5 en 8 zijn zouten: ze worden weergegeven met het symbool van een metaal en een niet-metaal.

- b**
- 2 monojoodtrichloride
 - 3 diwaterstofselenide
 - 6 distikstoftrioxide
 - 7 diwaterstofdioxide (waterstofperoxide)

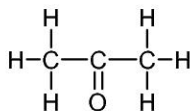
3



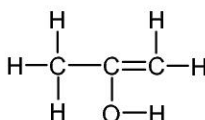
a In een acetonmolecuul komen alleen atomen van niet-metalen voor.

b De covalentie van C is 4, die van O is 2 en van H is de covalentie 1.

c



De andere formule die ontstaat als de dubbele binding zich verplaatst is:



4



a In de formules van de chroomoxiden staan symbolen van een metaal en een niet-metaal. Alle chroomoxiden zijn zouten en geen moleculaire stoffen. Je mag de regels voor de naamgeving van moleculaire stoffen dus niet gebruiken.

b $2 \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3 \text{Si} + 3 \text{CaO} \rightarrow 4 \text{Cr} + 3 \text{CaSiO}_3$

c Stap 1: voor de reactievergelijking zie b.

Stap 2: de molaire massa van Cr_2O_3 is $(2 \times 52,00) + (3 \times 16,00) = 152,00 \text{ g mol}^{-1}$.

25,0 kg Cr_2O_3 is $25,0 \cdot 10^3$ gram. Dit komt overeen met $\frac{25,0 \cdot 10^3}{152,00} = 164,5 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3$.

Stap 3: de molverhouding $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Si} = 2 : 3$.

Stap 4: er is $\frac{164,5}{2} \times 3 = 246,8 \text{ mol Si}$ nodig.

Stap 5: de molaire massa van Si is $28,09 \text{ g mol}^{-1}$. Je moet dus gebruiken:

$28,09 \times 246,8 = 6,93 \cdot 10^3 \text{ gram Si} = 6,93 \text{ kg Si}$

- d** De molverhouding Si: $\text{CaSiO}_3 = 3 : 3 = 1 : 1$.
 246,8 mol Si (zie c) komt overeen met 246,8 mol CaSiO_3 .

5

- a** zink
b $2 \text{ Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CuO}$
c De molecuulmassa van $\text{CuO} = 63,55 + 16,00 = 79,55 \text{ u}$.
 In 79,55 u CuO zit 63,55 u Cu.

$$\text{Het massapercentage Cu is } \frac{63,55}{79,55} \times 100\% = 79,89\%.$$

De molecuulmassa van $\text{Cu}_2\text{O} = 2 \times 63,55 + 16,00 = 143,1 \text{ u}$.
 In 143,1 u Cu_2O zit $2 \times 63,55 = 127,1 \text{ u Cu}$.

$$\text{Het massapercentage Cu is } \frac{127,1}{143,1} \times 100\% = 88,82\%.$$

6

- a** $4 \text{ CuO (s)} + \text{CH}_4 \text{ (g)} \rightarrow 4 \text{ Cu (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$
b Stap 1: zie a.
 Stap 2: er is 2,00 g CuO . De molaire massa van CuO is $79,55 \text{ g mol}^{-1}$.

$$2,00 \text{ g CuO} \triangleq \frac{2,00}{79,55} = 0,02514 \text{ mol CuO}$$

Stap 3: de molverhouding $\text{CuO} : \text{Cu} = 4 : 4 = 1 : 1$.

Stap 4: er ontstaat dus 0,02514 mol Cu.

Stap 5: de molaire massa van Cu is $63,55 \text{ g mol}^{-1}$.

$$0,02514 \text{ mol Cu} \triangleq 0,02514 \times 63,55 = 1,60 \text{ g Cu}$$

- c** Het aardgas gaat verbranden:
 $\text{CH}_4 \text{ (g)} + 2 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$

7

- a** De molaire massa van suiker is $342,30 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,00 \text{ kg suiker komt overeen met } 1,00 \cdot 10^3 \text{ gram. Dat is } \frac{1,00 \cdot 10^3}{342,30} = 2,92 \text{ mol suiker.}$$

- b** In 1 molecuul suiker zitten 12 atomen koolstof. 1 mol moleculen komt overeen met $6,02 \cdot 10^{23}$ moleculen. Dat geeft $6,02 \cdot 10^{23} \times 12 \times 2,92 = 2,11 \cdot 10^{25}$ koolstofatomen.

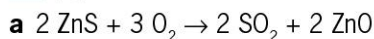
- c** Je kunt $\frac{1,00 \cdot 10^3}{3,5} = 286$ suikerklontjes maken.

- d** Je moet $\frac{286}{9} = 32$ blikjes cola drinken.

8

- a** Er is $48,0 \text{ cm}^2 \times 0,0500 \text{ cm} = 2,40 \text{ cm}^3$ zilver nodig.
b De dichtheid van zilver is $10,50 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 10,50 \text{ kg dm}^{-3} = 10,50 \text{ g cm}^{-3}$.
 Je hebt $2,40 \times 10,50 = 25,2 \text{ g}$ zilver nodig.
c De molaire massa van zilver is $107,9 \text{ g mol}^{-1}$.

$$25,2 \text{ g zilver} \triangleq \frac{25,2}{107,9} = 0,234 \text{ mol zilver}$$

9 ★

b Stap 1: zie a.

Stap 2: de molaire massa van ZnS = 65,38 + 32,06 = 97,44 g mol⁻¹.

Er is 1,50 ton ZnS = 1,50 · 10⁶ gram ZnS. Dat komt overeen met $\frac{1,50 \cdot 10^6}{97,44} = 1,54 \cdot 10^4$ mol ZnS.

Stap 3: de molverhouding ZnS : SO₂ = 1 : 1.

Stap 4: er ontstaat dus ook 1,54 · 10⁴ mol SO₂.

Stap 5: de molaire massa van SO₂ = 32,06 + (2 × 16,00) = 64,06 g mol⁻¹.

Er ontstaat 1,54 · 10⁴ × 64,06 = 9,86 · 10⁵ g = 9,86 · 10⁻¹ ton SO₂.

c Stap 1 en 2: zie a en b.

Stap 3: de molverhouding ZnS : O₂ = 2 : 3.

Stap 4: voor 1,54 · 10⁴ mol ZnS is $\frac{1,54 \cdot 10^4}{2} \times 3 = 2,31 \cdot 10^4$ mol O₂ nodig.

Stap 5: dat is: 2,31 · 10⁴ × 32,00 = 7,392 · 10⁵ g O₂ = 7,39 · 10² kg O₂.

e De dichtheid van zuurstofgas is 1,43 kg m⁻³.

$$7,39 \cdot 10^2 \text{ kg O}_2 \triangleq \frac{7,39 \cdot 10^2}{1,43} = 517 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

10 ★

a De koolstof uit de koekkrumels kan met zuurstof uit de lucht reageren tot koolstofdioxide.

b Het grafiet heeft een smeltpunt van 3923 K. De temperatuur van de oven is veel lager, dus kan de koolstof uit grafiet niet verdampen.

c De covalentie van koolstof is 4. In figuur 3.42 zijn per koolstofatoom drie elektronen bij de getekende atoombindingen betrokken. Elk koolstofatoom heeft dus nog één elektron dat beschikbaar is voor stroomgeleiding.

d In 220 gram koekjes zit $\frac{45}{100} \times 220 = 99$ g koolstof.

Het oppervlak van dertig voetbalvelden = 30 × 110 × 70 = 2,31 · 10⁵ m².

Het aantal gram koolstof per m² is dan $\frac{99}{2,31 \cdot 10^5} = 4,3 \cdot 10^{-4}$ g m⁻².

e Er is 4,3 · 10⁻⁴ g koolstof per m², dit is 4,3 · 10⁻⁴ × 10⁻³ = 4,3 · 10⁻⁷ kg koolstof per m². De dikte van de grafeenlaag vind je door het aantal kg koolstof te delen door de dichtheid, dus:

$$\frac{4,3 \cdot 10^{-7}}{2,5 \cdot 10^3} = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

11

a In gemalen koffie zit 1,2 massa-% cafeïne.

In 250 g gemalen koffie zit $\frac{1,2}{100} \times 250 = 3,0$ g cafeïne.

b In 100 g gemalen koffie zit 1,2 g cafeïne.

In 10 g gemalen koffie zit 0,12 g cafeïne. Er wordt 20% van de cafeïne geëxtraheerd.

1,0% van 0,12 = 0,0012 g cafeïne, 20% van 0,12 = 20 × 0,0012 = 0,024 g cafeïne

In een kop koffie is dus 0,024 g cafeïne opgelost.

c De molaire massa van cafeïne:

(8 × 12,01) + (10 × 1,008) + (4 × 14,01) + (2 × 16,00) = 194,2 g mol⁻¹.

In een kop koffie zit 0,024 g cafeïne, dat is $\frac{0,024}{194,2} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ mol cafeïne.

Moleculaire stoffen

4.1 Vanderwaalsbinding

A 1

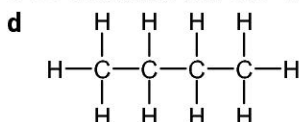
- a** vanderwaalskracht
b vanderwaalsbinding

A 2

- a** De molecuulmassa, hoe groter de molecuulmassa is, hoe sterker de vanderwaalsbinding.
b Zodra een stof verdampt of sublimeert wordt de vanderwaalsbinding verbroken.

B 3

- a** Butaan bestaat uit koolstof- en waterstofatomen. Dit zijn allebei niet-metaalatomen, butaan is dus een moleculaire stof.
b Als butaan verdampt gaan de moleculen vrij bewegen. Er is dan geen aantrekkingskracht meer tussen de moleculen. Het is dus de vanderwaalsbinding die wordt verbroken.
c De covalentie van C is 4. De covalentie van H is 1.



4.1

- e** atoombinding
f $C_4H_{10} \rightarrow 4 C + 5 H_2$
g De atoombindingen worden verbroken.
h De molaire massa van butaan is $58,12 \text{ g mol}^{-1}$.

Het aantal mol butaan is dan $\frac{10,0}{58,12} = 0,1721 \text{ mol}$.

Uit één mol butaan ontstaat 5 mol waterstof, er ontstaat dus $0,1721 \times 5 = 0,8603 \text{ mol H}_2$.
 De molaire massa van waterstof is $2,016 \text{ g mol}^{-1}$. De massa van het ontstane waterstof is dan $0,8603 \times 2,016 = 1,73 \text{ g H}_2$.

B 4

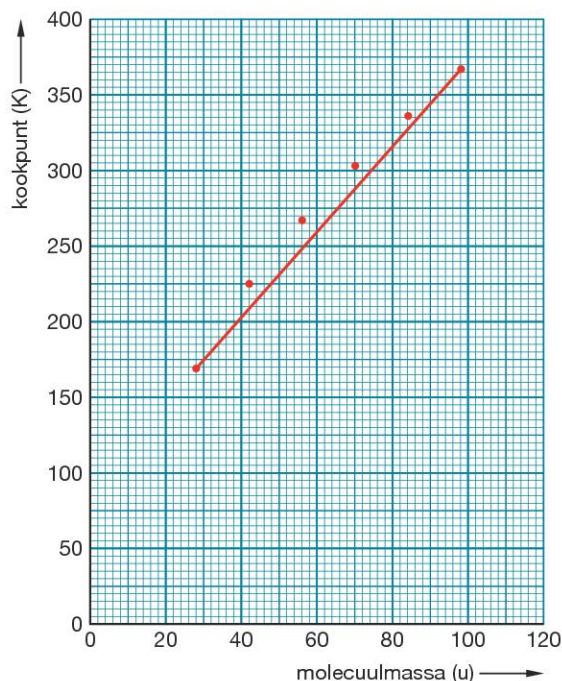
Op microniveau zitten de moleculen in een vaste stof of vloeistof dicht bij elkaar. In een gas is de ruimte tussen de moleculen juist erg groot. Doordat je in een gas minder moleculen in een bepaald volume hebt, heb je ook een lagere massa per volume. De dichtheid van een gas is dus kleiner dan die van een vaste stof of vloeistof.

B 5 

- a** Zie onderstaande tabel en figuur 4.2.

molecuul-formule	kookpunt (K)	massa (u)	molecuul-formule	kookpunt (K)	massa (u)
C_2H_4	169	28,05	C_5H_{10}	303	70,13
C_3H_6	225	42,08	C_6H_{12}	336	84,16
C_4H_8	267	56,10	C_7H_{14}	367	98,18

- b** Een stof is vloeibaar als het kookpunt hoger ligt dan kamertemperatuur (298 K). Als het kookpunt lager ligt dan de kamertemperatuur, dan is de stof gasvormig. C_5H_{10} , C_6H_{12} en C_7H_{14} zijn dus vloeibaar en C_2H_4 , C_3H_6 en C_4H_8 zijn gasvormig.



4.2

C 6

- a** Koolstofdissulfide bestaat uit koolstof- en zwavelatomen, beide zijn niet-metaalatomen.
b $S=C=S$
c $20^\circ C$ komt overeen met 293 K, dit ligt tussen het smelt- en het kookpunt in. Koolstofdissulfide is dan vloeibaar.
d vanderwaalsbinding
e atoombindingen
f De atoombinding is meestal een sterkere binding dan de vanderwaalsbinding. Er is dan een hoge temperatuur nodig om de atoombinding te verbreken.
g De molaire massa van koolstofdissulfide is $76,141 \text{ g mol}^{-1}$. Het aantal mol

$$\text{koolstofdissulfide is dan } \frac{4,37}{76,141} = 5,74 \cdot 10^{-2} \text{ mol CS}_2.$$

Uit één mol koolstofdissulfide ontstaat twee mol zwavel, er ontstaat $5,74 \cdot 10^{-2} \times 2 = 0,115 \text{ mol S}$.

De molaire massa van zwavel is $32,06 \text{ g mol}^{-1}$. De massa is dan $0,115 \times 32,06 = 3,68 \text{ g S}$.

C 7

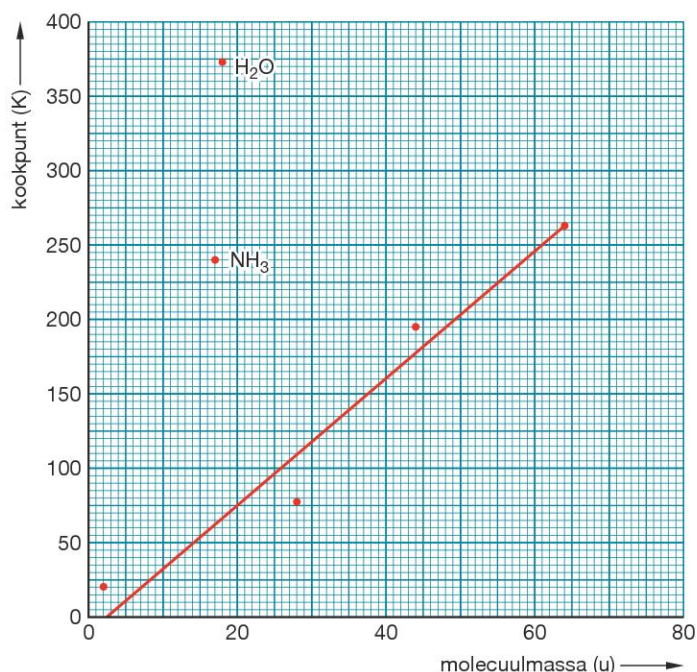
- a** Lucht bestaat voor het overgrote deel uit zuurstof- en stikstofmoleculen. Als het filter al deze moleculen tegenhoudt, is het filter snel vol. Daarnaast kan er dan geen zuurstof het filter passeren, waardoor er een zuurstoftekort in de ruimte ontstaat.
b In figuur 4.6 is te zien dat de ruimte tussen de nanovezels enkele nanometer tot enkele tientallen nanometer groot is. Kleine moleculen zoals zuurstof en stikstof zijn minder dan 1 nm groot. Deze kunnen dus gemakkelijk tussen de nanovezels door bewegen.

C 8 ★

- a,b** Zie de onderstaande tabel en figuur 4.3.

molecuulformule	massa (u)	kookpunt (K)	molecuulformule	massa (u)	kookpunt (K)
H_2	2,016	20,3	CO_2	44,01	195
N_2	28,02	77,4	SO_2	64,06	263

- b** De kookpunten van water en ammoniak liggen veel hoger dan je op basis van hun molecuulmassa zou verwachten.
- c** Als er nog een tweede type binding voorkomt, is de aantrekkingskracht tussen de moleculen groter. Er is dan een hogere temperatuur nodig om de bindingen tussen de moleculen te verbreken.
- d** Het kookpunt van water is hoger dan die van ammoniak, terwijl ze bijna dezelfde molecuulmassa hebben. De extra binding is in water dus het sterkst.



4.3

A 9

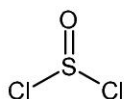
De vanderwaalsbindingen tussen de moleculen van de stof en de moleculen van het oplosmiddel worden verbroken. Er worden nieuwe vanderwaalsbindingen gevormd tussen de moleculen van de opgeloste stof en het oplosmiddel.

B 10

a smeltpunt = $-105 + 273 = 168$ K

kookpunt = $80 + 273 = 353$ K

b



4.4

- c** De vanderwaalsbindingen tussen SOCl₂-moleculen en benzeenmoleculen worden verbroken. Er worden nieuwe vanderwaalsbindingen tussen SOCl₂-moleculen en benzeenmoleculen gevormd.
- d** Tijdens een chemische reactie ontstaan nieuwe moleculen. Atoombindingen in de moleculen van de beginstoffen worden verbroken en nieuwe atoombindingen in de moleculen van de reactieproducten worden gevormd.

4.2 Waterstofbruggen

A 11

- a** Een polaire atoombinding is een atoombinding waarin het gemeenschappelijk elektronenpaar van de binding iets dichterbij het ene atoom ligt dan bij het andere atoom. Hierdoor wordt het ene atoom iets negatief geladen en het andere atoom iets positief geladen.

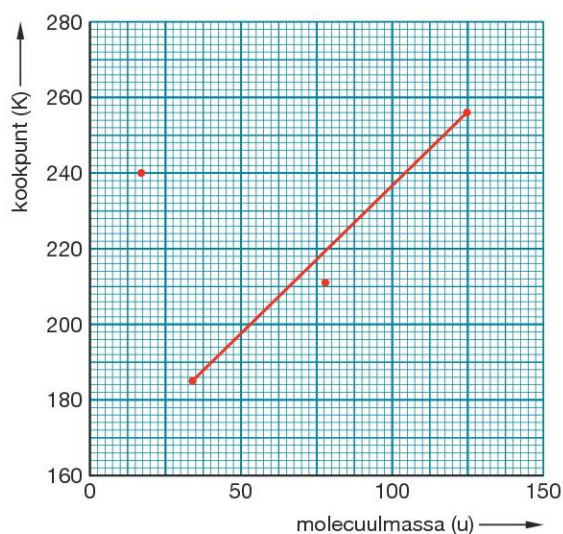
- b** vanderwaalsbinding
c OH-groepen en/of NH-groepen

B 12

a,b Zie onderstaande tabel en figuur 4.5.

groep 15	massa (u)	kookpunt (K)
NH ₃	17,03	240
PH ₃	33,99	185
AsH ₃	77,94	211
SbH ₃	124,8	256

- c** Het kookpunt neemt van PH₃ tot en met SbH₃ toe, omdat de molecuulmassa toeneemt. Ammoniak heeft een hoger kookpunt dan je op basis van zijn molecuulmassa zou verwachten, omdat ammoniak door zijn NH-groepen in staat is om waterstofbruggen te vormen.

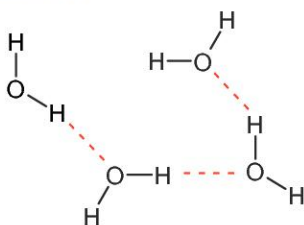


4.5

B 13

In de vloeibare fase bewegen de watermoleculen continu ten opzichte van elkaar. Door deze beweging worden steeds H-bruggen gevormd en verbroken. In de vaste fase bewegen de watermoleculen niet ten opzichte van elkaar, maar trillen op een vaste plaats. Hierdoor blijven de waterstofbruggen intact.

B 14



4.6

A 15

Hoe meer OH- en/of NH-groepen er voorkomen in een molecuul, hoe hoger het kookpunt is van de stof die uit deze moleculen bestaat.

B 16

Methaan bevat geen OH- en/of NH-groepen en kan dus geen waterstofbruggen vormen. Anders gezegd: methaan bevat alleen C-H-bindingen en dit zijn geen polaire atoombinding. Methaan kan dus geen waterstofbruggen vormen.

B 17

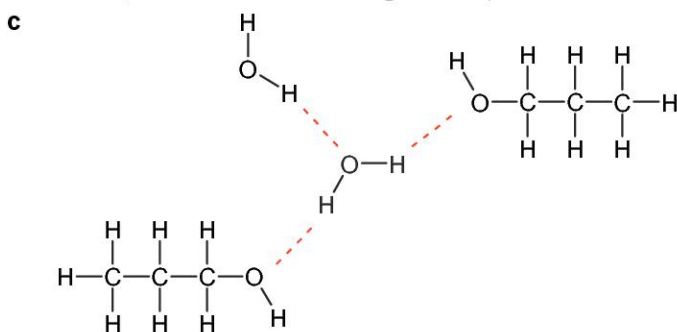
De moleculen van ethaanamine en ureum zijn in staat om waterstofbruggen te vormen, omdat ze NH-groepen bevatten.

B 18

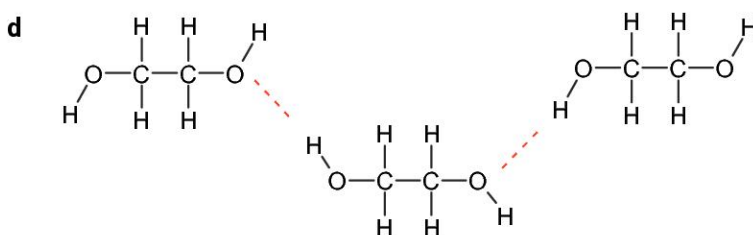
a Propaan-1-ol, ethaan-1,2-diol en methanol kunnen waterstofbruggen vormen, omdat ze OH-groepen bevatten.

b Van het laagste naar het hoogste kookpunt: methaan, propaan, butaan, methanol, propaan-1-ol, ethaan-1,2-diol. Methaan, propaan en butaan kunnen geen H-bruggen vormen, dus is er alleen de vanderwaalsbinding aanwezig. Methaan heeft de laagste molecuulmassa en dus de zwakste vanderwaalsbinding. Voor butaan geldt juist het omgekeerde.

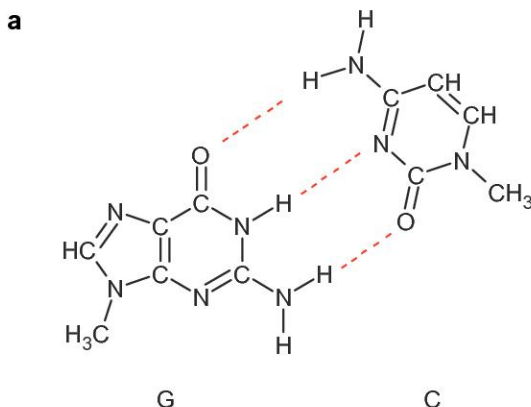
Methanol kan H-bruggen vormen en heeft de laagste molecuulmassa (dus de zwakste vanderwaalsbinding) en komt dus na butaan. Propaan-1-ol en ethaan-1,2-diol kunnen beide H-bruggen vormen en hebben ongeveer dezelfde molecuulmassa, maar ethaan-1,2-diol heeft twee OH-groepen tegenover 1 OH-groep in propaan-1-ol. Ethaan-1,2-diol heeft dus het hoogste kookpunt.



4.7



4.8

C 19

4.9

b Dit zijn O-atomen die met een dubbele binding aan een C-atoom zijn gebonden en N-atomen die met drie bindingen aan een C-atoom zijn gebonden.

c Als 27% A is, dan moet T ook 27% zijn, omdat A altijd aan T bindt. Dan blijft er $100 - (2 \times 27) = 46\%$ over. Deze 46% moet C en G zijn. Omdat deze ook 1 : 1 aan elkaar binden is $46 : 2 = 23\%$ C en 23% G.

C 20

Watermoleculen kunnen onderling waterstofbruggen vormen. Als je een punaise op een wateroppervlak brengt, zorgen deze H-bruggen ervoor dat de watermoleculen bij elkaar blijven en dan blijft de punaise drijven. Hexaan kan geen waterstofbruggen vormen, dus zullen de hexaanmoleculen uitwijken als je een punaise op een oppervlak van hexaan legt. De punaise zinkt dan.

C 21 ★

Om een stof geheel te laten verdampen moet je alle bindingen tussen de moleculen verbreken. Bij water kost dit meer energie, omdat er in water naast de vanderwaalsbinding ook waterstofbruggen voorkomen. Water heeft daardoor de grootste verdampingswarmte.

A 22

Het mesoniveau is het niveau dat tussen microniveau en macroniveau in ligt. Je kijkt dan naar grotere structuren waarin de deeltjes van het microniveau zijn geordend. Bijvoorbeeld kristalroosters.

B 23

- a** In een vaste stof zijn de moleculen in een rooster tegen elkaar aan gestapeld. In een vloeistof bewegen de moleculen langs elkaar en is de ruimte tussen de moleculen groter. In het rooster van de vaste stof zijn er meer moleculen per volume. Er is dan ook meer massa per volume, de dichtheid is dus groter en die daalt dan bij het smelten.
- b** In figuur 4.15 kun je zien dat de afstand tussen watermoleculen in vast water (ijs) relatief groot is, groter dan de ruimte tussen moleculen in de vloeibare fase. Als water smelt, wordt de afstand tussen de watermoleculen juist kleiner. Hierdoor krijg je meer massa per volume en dus een hogere dichtheid.
- c** Je kijkt hier naar de manier waarop de moleculen van het microniveau geordend zijn in het kristalrooster van ijs, dus naar structuren van het mesoniveau. Als je zou kijken naar individuele watermoleculen kun je de kleinere dichtheid van ijs niet verklaren.

4.3 Moleculaire stoffen mengen

A 24

- a** De eerste factor is of een stof uit moleculen bestaat die waterstofbruggen kunnen vormen. Het kunnen vormen van waterstofbruggen bevordert de oplosbaarheid van een stof. De tweede factor is of de moleculen van de stof een lange staart van C- en H-atomen bevat. Hoe langer deze staart, hoe slechter de stof oplost.
- b** Een hydrofobe stof is een stof die slecht oplost in water.

B 25

Ethanol zal het beste oplossen in water. Zowel ethanolmoleculen als propaan-1-olmoleculen bevatten een OH-groep en kunnen dus waterstofbruggen vormen, maar ethanol heeft de kortste staart van C- en H-atomen.

B 26

- a** In de laag komen geen OH- of NH-groepen voor. Er is dus geen mogelijkheid voor deze laag om waterstofbruggen te vormen. Dat maakt de laag hydrofoob.
- b** In figuur 4.29 leg je een relatie tussen de eigenschappen van de hydrofobe stof en de ordening van een groot aantal atoomgroepen op het dragermateriaal. Het is dus een voorstelling op mesoniveau.

A 27

- a** De oplosbaarheid geeft de maximale hoeveelheid stof aan die kan oplossen in 100 g oplosmiddel bij een bepaalde temperatuur.
- b** Hoe hoger de temperatuur, hoe meer er van een vaste stof in water kan oplossen.
- c** Hoe hoger de temperatuur, hoe minder er van een gas in water kan oplossen.

A 28

- a** Een oplossing is onverzadigd als er minder stof in is opgelost dan mogelijk is.
b Een verzadigde oplossing bevat de maximale hoeveelheid stof die erin kan oplossen.

B 29 

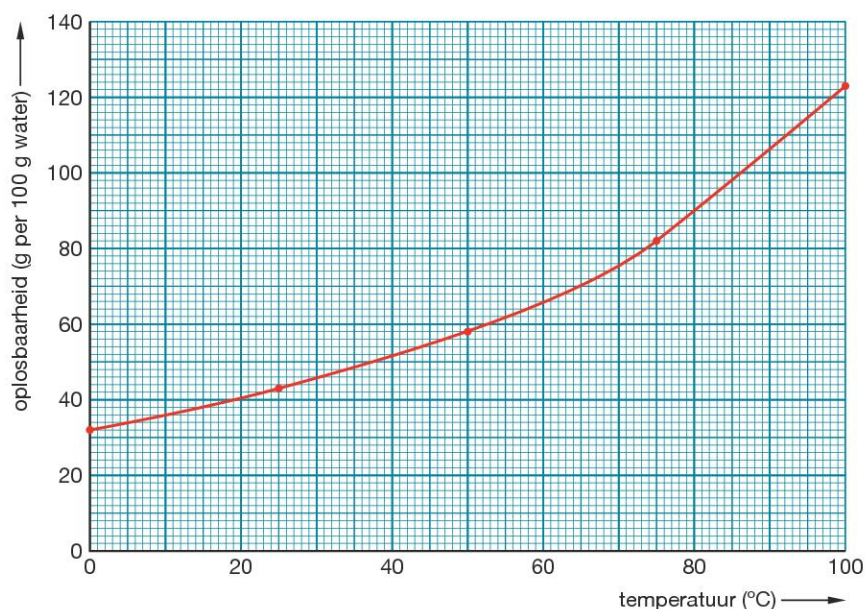
José heeft gelijk. Als je een oplossing verwarmt, zal de oplosbaarheid van een vaste stof toenemen, terwijl de oplosbaarheid van een gas juist afneemt. Als je een verzadigde oplossing van een vaste stof verwarmt, kan er meer van die stof in oplossen, dus wordt de oplossing onverzadigd.

B 30

- a** In warm water kan minder zuurstof oplossen dan in koud water. Het zuurstofgehalte neemt dus af.
b De vissen en planten krijgen mogelijk zuurstoftekort en kunnen daardoor sterven.

C 31

- a** Zie figuur 4.10.
b Bij ongeveer 40 °C
c Afgelezen uit de grafiek is de oplosbaarheid bij 20 °C nog maar 40 g glucose per 100 g water. Aangezien Touria 50 g glucose heeft opgelost, zal $50 - 40 = 10$ g glucose niet meer oplossen en naar de bodem zakken.



4.10

C 32 ★

Een verzadigde ammoniakoplossing van 10 °C bevat $\frac{250}{100} \times 68 = 170$ g NH_3 .

De oplosbaarheid bij 30 °C is nog maar $\frac{250}{100} \times 43 = 107,5$ g NH_3 .

Er zal dus $170 - 107,5 = 63$ g ammoniak uit de oplossing verdwijnen.

A 33

Een mengsel van hydrofele stoffen of een mengsel van hydrofobe stoffen

B 34

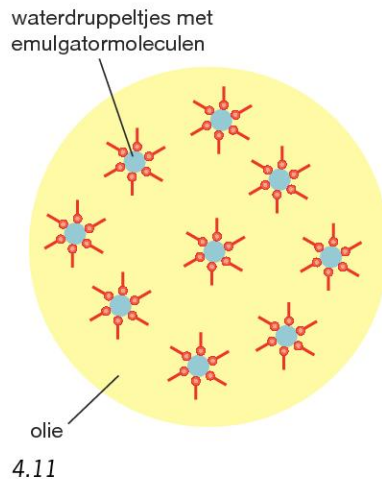
- a** Octaan en pentaan zijn beide hydrofoob en zullen dus mengen.
b Broom is hydrofoob, terwijl water hydrofiel is. Ze zullen dus niet of slecht mengen.
c Ethanol en methanol zijn beide hydrofiel en zullen dus mengen.

B 35

- a** (1) troebel, (2) wit
- b** (1) troebel, (2) kleurloos
- c** (1) helder

B 36

- a** Zie figuur 4.11.
- b** Deze tekening beschrijft een situatie op mesoniveau. Waterdruppeltjes die door een omringing met emulgatormoleculen blijven zweven in olie. Het gemengd blijven van olie en water verklaar je door naar een grotere structuur op mesoniveau te kijken.



B 37

- a** Olie is hydrofoob en azijn is hydrofiel, deze twee mengen dus niet.
- b** De eidooier dient als emulgator en houdt de twee vloeistoffen gemengd.

C 38

- a** Schuim bestaat uit kleine druppels van lucht die zweven in water.
- b** Lucht bestaat vooral uit N_2 en O_2 . Beide zijn hydrofoob en mengen niet goed met water, hierdoor verdwijnen de bellen al snel.
- c** Ook dit schuim bestaat uit kleine luchtbelletjes die zweven in water.
- d** Het water bevat ook zeepdeeltjes: deeltjes met een hydrofobe staart en een hydrofiel kop. De hydrofobe luchtbelletjes worden omhuld door de zeepdeeltjes. De staarten van de zeepdeeltjes steken in de luchtbelletjes. De koppen steken naar buiten en vormen een hydrofiel laag om elk luchtbelletje. Daardoor kan het blijven zweven in het water. Het schuim zal pas na lange tijd verdwijnen.

4.4 Percentage, ppm en ppb

A 39

In procenten, parts-per-million (ppm) of parts-per-billion (ppb)

B 40

- a** 100 mL van het mengsel bevat 0,25 mL water.
- b** 1 kg lucht bevat 4,67 mg ozon.
- c** 100 g van de dressing bevat 60 g olie.

A 41

De massa of het volume van de stof en de massa of het volume van het totale mengsel

B 42

- a** De gegeven stof is alcohol. Het mengsel is lucht.
b 0,220 mg
c In Binas tabel 12 kun je vinden dat de massa van 1 m³ lucht gelijk is aan 1,293 kg. De massa van 1 L lucht is dan 1,293 g.
d 1 L uitgeademde lucht bevat 0,220 mg alcohol. 1 L lucht komt overeen met 1,293 g lucht. Hier is een verhoudingstabel gemakkelijk.

massa lucht (g)	1,293	1000
massa alcohol (mg)	0,220	x

De hoeveelheid alcohol in 1000 g lucht is dan $\frac{0,220 \times 1000}{1,293} = 170 \text{ mg}$.

$$\text{e } \frac{\text{hoeveelheid alcohol}}{\text{hoeveelheid lucht}} \times 100\% = \frac{0,170}{1000} \times 100\% = 0,017 \text{ massa-\% alcohol}$$

B 43

- a** De massa van 1 m³ water is 998,2 kg. De massa van 1,0 L is dan 998,2 g. Samen met het opgeloste glucose komt de totale massa uit op 998,2 + 125 = 1123 g.
b In de oplossing zit $\frac{125}{1123} \times 100\% = 11,1 \text{ massa-\% glucose}$.

B 44

- a** 0,3 µg = 0,3 · 10⁻⁹ kg

De hoeveelheid kaliumfosfaat in de oplossing is $\frac{0,3 \cdot 10^{-9}}{1} \times 10^9 = 0,3 \text{ massa-ppb}$.

- b** De formule invullen geeft $\frac{\text{hoeveelheid kaliumfosfaat}}{1} \times 10^9 = 0,21$.

Uitgewerkt is dit: hoeveelheid kaliumfosfaat = 0,21 × 10⁻⁹ × 1 = 0,21 · 10⁻⁹ kg = 0,21 µg.

B 45

- a** De massa van het oxaalzuur is 10,8 g per 1,00 kg drooggewicht.
 10,8 g = 10,8 · 10⁻³ kg

De hoeveelheid oxaalzuur in het drooggewicht is $\frac{10,8 \cdot 10^{-3}}{1,00} \times 100\% = 1,08 \text{ massa-\%}$.

- b** De massa van het β-caroteen is 0,068 g per 1,00 kg drooggewicht.
 0,068 g = 0,068 · 10⁻³ kg

De hoeveelheid β-caroteen in het drooggewicht is $\frac{0,068 \cdot 10^{-3}}{1,00} \times 10^6 = 68,0 \text{ massa-ppm}$.

- c** Verse spinazie bestaat voor 93,0 massaprocent uit water en 7,0 massaprocent drooggewicht. Per 1,00 kg drooggewicht is er dan $\frac{100}{7} \times 1,00 = 14,3 \text{ kg spinazie}$.

Dit is de totale massa van het mengsel.

Dit mengsel bevat 6,48 g chlorofyl-a.
 6,48 g = 6,48 · 10⁻³ kg

De hoeveelheid chlorofyl-a in de spinazie is $\frac{6,48 \cdot 10^{-3}}{14,3} \times 10^6 = 453 \text{ massa-ppm}$.

- d** De totale massa van het mengsel is wederom 14,3 kg. Dit mengsel bevat 8,78 g luteïne = $8,78 \cdot 10^{-3}$ kg.

$$\text{De hoeveelheid luteïne in de spinazie is } \frac{8,78 \cdot 10^{-3}}{14,3} \times 10^6 = 614 \text{ massa-ppm.}$$

B 46

- a** De oplosbaarheid van gassen neemt af bij een hogere temperatuur (en zuurstof is een gas).

- b** De oplosbaarheid van zuurstof in water bij 60 °C is 22 mg per kg water.

$$22 \text{ mg} = 22 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\text{Het water bevat dan } \frac{22 \cdot 10^{-6}}{1,0} \times 10^6 = 22 \text{ massa-ppm zuurstof.}$$

Dit is meer dan 15 massa-ppm, dus de vissen kunnen overleven in dit water.

- c** 1 m³ zuurstof heeft een massa van 1,43 kg. Met een verhoudingstabel bereken je het volume van $22 \cdot 10^{-6}$ kg zuurstof.

massa (kg)	1,43	$22 \cdot 10^{-6}$
volume (m ³)	1,0	x

$$22 \cdot 10^{-6} \text{ kg zuurstof heeft een volume van } \frac{22 \cdot 10^{-6} \times 1,0}{1,43} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3.$$

1 m³ water heeft een massa van 998,2 kg.

massa (kg)	998,2	1,0
volume (m ³)	1,0	x

$$1,0 \text{ kg water heeft dan een volume van } \frac{1,0 \times 1,0}{998,2} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$\text{Het volumepercentage zuurstof is } \frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{1,0 \cdot 10^{-3}} \times 100\% = 1,5 \text{ volume-}\%$$

C 47 ★

Het totale volume van de kamer is $4,0 \times 2,5 \times 2,8 = 28 \text{ m}^3$.

2,0 mol CO komt overeen met $2,0 \times 28,01 = 56,02 \text{ g CO} = 56,02 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

1 m³ CO heeft een massa van 1,25 kg.

massa (kg)	1,25	$56,02 \cdot 10^{-3}$
volume (m ³)	1,0	x

$$56,02 \cdot 10^{-3} \text{ kg CO komt dan overeen met } \frac{1,0 \times 56,02 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 4,48 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3.$$

$$\text{Het volumepercentage CO in de kamer is dan } \frac{4,48 \cdot 10^{-2}}{28} \times 100\% = 0,16 \text{ volume-}\%$$

Dit is minder dan de grens van 0,40 volume-%.

C 48 ★

- a** Een volume van $4,6 \cdot 10^8 \text{ L}$ benzine komt overeen met $4,6 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ benzine.

1 m³ benzine heeft een massa van $0,72 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

$4,6 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ benzine heeft dan een massa van $4,6 \cdot 10^5 \times 0,72 \cdot 10^3 = 3,3 \cdot 10^8 \text{ kg}$.

Hiervan is 250 massa-ppm zwavel. Invullen in de formule voor ppm is:

$$\frac{\text{hoeveelheid zwavel}}{3,3 \cdot 10^8} \times 10^6 = 250 \text{ ppm}$$

$$\text{De hoeveelheid zwavel} \times 10^6 = 3,3 \cdot 10^8 \times 250.$$

$$\text{De hoeveelheid zwavel is } 8,3 \cdot 10^4 \text{ kg.}$$

- b** Het zwavelgehalte neemt met een factor $250 : 50 = 5,0$ af. De hoeveelheid zwavel die wordt verbrand neemt daardoor ook met een factor 5,0 af. Er wordt dan nog

$$\frac{8,3 \cdot 10^4}{5,0} = 1,7 \cdot 10^4 \text{ kg zwavel verbrand.}$$

Dit is een vermindering van $8,3 \cdot 10^4 - 1,7 \cdot 10^4 = 6,6 \cdot 10^4 \text{ kg}$.

$6,6 \cdot 10^4 \text{ kg}$ zwavel komt overeen met $6,6 \cdot 10^7 \text{ g}$. De molaire massa van zwavel is

$32,06 \text{ g mol}^{-1}$. Er is dan $\frac{6,6 \cdot 10^7}{32,06} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ mol}$ zwavel. Per mol zwavel ontstaat er

ook 1,0 mol zwaveldioxide. Er wordt dus $2,1 \cdot 10^6 \text{ mol}$ zwaveldioxide minder uitgestoten.

De molaire massa van zwaveldioxide is $64,06 \text{ g mol}^{-1}$.

$2,1 \cdot 10^6 \text{ mol}$ zwaveldioxide komt dan overeen met $2,1 \cdot 10^6 \times 64,06 = 1,3 \cdot 10^8 \text{ g} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ kg}$ zwaveldioxide minder uitstoot.

C 49

- a** $0,04 \mu\text{g} = 0,04 \cdot 10^{-6} \text{ g}$. De massa van het mengsel is 1 g lichaamsvocht.

$0,04 \mu\text{g}$ penicilline komt overeen met $\frac{0,04 \cdot 10^{-6}}{1,0} \times 10^6 = 0,04 \text{ massa-ppm}$ per gram

lichaamsvocht.

- b** 11 liter lichaamsvocht komt overeen met $11 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ lichaamsvocht.

$1,0 \text{ cm}^3$ lichaamsvocht heeft een massa van 1,1 g. $11 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ lichaamsvocht heeft dan een massa van $11 \cdot 10^3 \times 1,1 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ g}$.

Het aantal massa-ppm is 0,04. De formule invullen geeft:

$$\frac{\text{hoeveelheid penicilline}}{1,2 \cdot 10^4} \times 10^6 = 0,04 \text{ ppm}$$

De hoeveelheid penicilline $\times 10^6 = 1,2 \cdot 10^4 \times 0,04$.

Er is dus $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,48 \text{ mg}$ penicilline nodig.

- c** Nee, de dosis is bij een klein kind veel kleiner, omdat het lichaam van een klein kind minder lichaamsvocht bevat.

Afsluiting

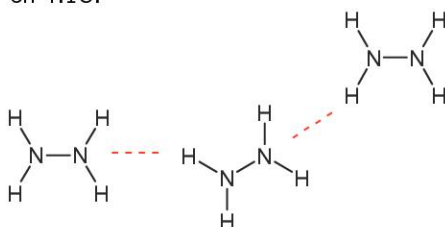
1

- a Vanderwaalsbindingen worden verbroken.
- b Vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen alcoholmoleculen en vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen watermoleculen worden verbroken en nieuwe vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen alcohol- en watermoleculen worden gevormd.
- c Vanderwaalsbindingen worden verbroken.
- d Er worden geen ionbindingen verbroken. De bindingen zijn alleen iets minder sterk in de vloeibare fase.
- e Vanderwaalsbindingen tussen joodmoleculen en vanderwaalsbindingen tussen hexaanmoleculen worden verbroken en nieuwe vanderwaalsbindingen tussen jood- en hexaanmoleculen worden gevormd.
- f Bij ammoniak worden geen bindingen verbroken want, ammoniak is een gas. Bij water worden vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen verbroken en nieuwe vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen ammoniakmoleculen en watermoleculen worden gevormd.
- g Bij de ontleding van H_2O_2 worden atoombindingen verbroken en nieuwe atoombindingen gevormd.
- h Hier worden geen bindingen verbroken of gevormd.

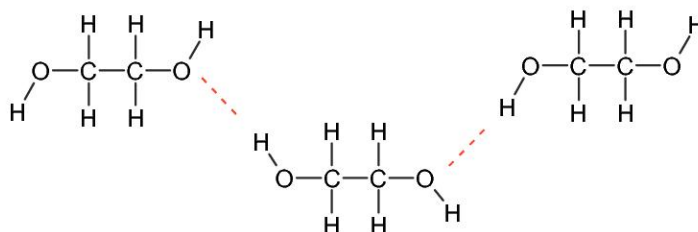
2



- a Hydrazine (l), dichloormethaan (l), ethaan-1,2-diol (l), methanal (g)
- b Hydrazine en ethaan-1,2-diol zijn in staat om waterstofbruggen te vormen. Zie figuur 4.12 en 4.13.



4.12



4.13

3

- a $12,01 + 2 \times 16,00 = 44,01 \text{ u}$
- b De molaire massa van koolstofdioxide is $44,01 \text{ g mol}^{-1}$.
 $1,4 \cdot 10^6 \text{ kg} = 1,4 \cdot 10^9 \text{ g}$
 Dit komt overeen met $\frac{1,4 \cdot 10^9}{44,01} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ mol CO}_2$.

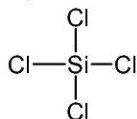
c Koolstofdioxide is een gas en gassen lossen slechter op als de temperatuur toeneemt. Door de lagere temperatuur op de bodem van het meer lost daar dus meer CO_2 op.

d Verdwenen is $\frac{80 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{10}} \times 100\% = 0,50 \text{ volume-\% CO}_2$.

4

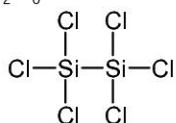
a Silicium is een metalloïde en chloor is een niet-metaal. Op basis hiervan zouden de verbindingen zouten of moleculaire stoffen kunnen zijn. Aangezien de kookpunten van de siliciumverbindingen vrij laag zijn, is het aannemelijker dat het moleculaire stoffen zijn.

b SiCl_4 :



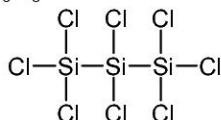
4.14

Si_2Cl_6 :



4.15

Si_3Cl_8 :



4.16

c De molecuulmassa neemt van SiCl_4 tot Si_3Cl_8 toe. Hierdoor neemt de sterkte van de vanderwaalsbinding ook toe. Vandaar dat SiCl_4 het laagste kookpunt heeft en Si_3Cl_8 het hoogste kookpunt.

d Door het mengsel te destilleren. SiCl_4 heeft het laagste kookpunt, dus zal als eerste uit het mengsel verdampen.

5

a Heel kleine kinderen hebben nog minder tanden en kiezen om te poetsen, dus ook minder fluoride nodig.

Kleine kinderen slikken vaak tandpasta door en dan zouden ze te veel fluoride binnen kunnen krijgen.

b Fluoridepeutertandpasta bevat maximaal 750 massa-ppm fluoride. De totale massa is 100 g. De formule invullen geeft:

$$\frac{\text{hoeveelheid fluoride}}{100} \times 10^6 = 750 \text{ ppm}$$

$$\text{hoeveelheid fluoride} \times 10^6 = 100 \times 750$$

$$\text{De hoeveelheid fluoride is } 0,0750 \text{ g} = 75,0 \text{ mg.}$$

6

a extraheren of extractie

b Cafeïnemoleculen en DCM-moleculen bevatten geen OH- en/of NH-groepen. Cafeïne en DCM zijn dus hydrofoob. Vandaar dat cafeïne beter oplost in het hydrofobe DCM dan in het hydrofiele water.

c destilleren of destillatie

d De molecuulmassa van DCM is veel lager dan die van cafeïne. De vanderwaalsbinding is daardoor een stuk zwakker en het kookpunt lager.

7

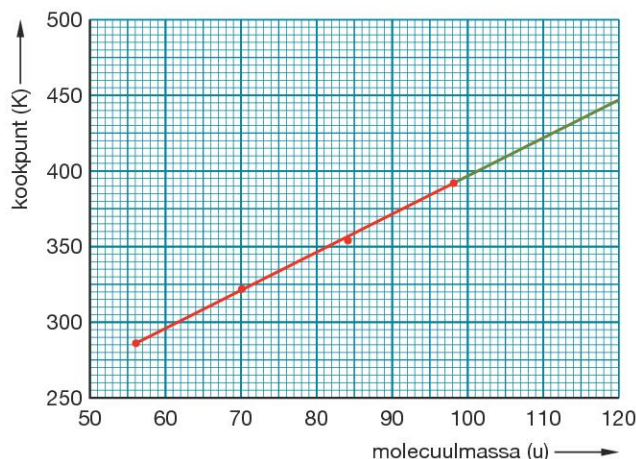
- a** De emulgatormoleculen steken met hun hydrofobe staarten in de hydrofobe oliedruppels. De hydrofiële koppen zijn daardoor naar het water gericht. Hierdoor kunnen de oliedruppels met het water mengen.
- b** Deze tekening beschrijft een situatie op mesoniveau. Oliedruppeltjes die door een omringing met emulgatormoleculen blijven zweven in water. Het gemengd blijven van olie en water verklaar je door naar een grotere structuur op mesoniveau te kijken.

8

- a** Zie onderstaande tabel en figuur 4.17.

naam	molecuulformule	massa (u)	kookpunt (K)
cyclobutaan	C_4H_8	56,10	286
cyclopentaan	C_5H_{10}	70,13	322
cyclohexaan	C_6H_{12}	84,16	354
cycloheptaan	C_7H_{14}	98,18	392

- b** Trek de trendlijn door tot 120 u (zie de groene lijn) en bepaal de temperatuur. Het kookpunt is ongeveer 445 K.



4.17

9

- a** 250 mL water = 0,250 L. De massa van 1 m³ water is 998,2 kg. De massa van 1 L is dan 998 g.
De massa van 0,250 L is dan $0,250 \times 998 = 250$ g.
De oplosbaarheid van sacharose bij 100 °C is 487 g per 100 g.

massa sacharose (g)	487	x
massa water (g)	100	250

De oplosbaarheid in 250 g water is dan $\frac{487 \times 250}{100} = 1,3 \cdot 10^3$ g.

Dit is meer dan de 250 g die erin is opgelost. Het is dus een onverzadigde oplossing.

- b** Met de ijklijn kun je aflezen dat de oplosbaarheid 200 g in 100 g water is.
- c** 250 mL water komt overeen met 250 g water. Er lost bij kamertemperatuur maar 200 g sacharose op in 100 g water.

massa sacharose (g)	200	x
massa water (g)	100	250

De oplosbaarheid is dan $\frac{200 \times 250}{100} = 500$ g per 100 g water.

10 ★

- a** Per liter water kun je 0,998 mg indigo oplossen. Dit komt overeen met $0,998 \cdot 10^{-3}$ g indigo.

massa indigo (g)	$0,998 \cdot 10^{-3}$	1,0
volume water (L)	1,00	x

Om dit op te lossen is minimaal $\frac{1,0 \times 1,00}{0,998 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^3$ L water nodig.

- b** De moleculen waaruit indigo bestaat kunnen weliswaar H-bruggen vormen (door de twee NH-groepen), maar bestaan ook uit een ring van C- en H-atomen die dat niet kunnen. Hierdoor neemt de oplosbaarheid sterk af.

11 ★

- a** Ambroxmoleculen bevatten geen OH- of NH-groepen, dus ze kunnen geen waterstofbruggen vormen. Hierdoor is ambrox een hydrofobe stof.
- b** Eén keer spuiten komt overeen met 0,085 mL vloeistof. Daarvan is 0,72 volume-% ambrox.

Invullen in de formule geeft:

$$\frac{\text{hoeveelheid ambrox}}{0,085} \times 100\% = 0,72\%$$

De hoeveelheid ambrox $\times 100 = 0,085 \times 0,72$.

Het volume ambrox in één keer spuiten is $0,085 \times 0,72 \times 10^{-2} = 6,1 \cdot 10^{-4}$ mL ambrox.

1 mL ambrox heeft een massa van 0,939 g.

$6,1 \cdot 10^{-4}$ mL ambrox heeft dan een massa van $6,1 \cdot 10^{-4} \times 0,939 = 5,7 \cdot 10^{-4}$ g.

- c** De molaire massa van ambrox is $16 \times 12,01 + 28 \times 1,008 + 16,00 = 236,38$ g mol⁻¹.

$5,7 \cdot 10^{-4}$ g ambrox komt dan overeen met $\frac{5,7 \cdot 10^{-4}}{236,38} = 2,4 \cdot 10^{-6}$ mol.

1,0 mol damp heeft een volume van $2,45 \cdot 10^{-2}$ m³.

$2,4 \cdot 10^{-6}$ mol damp heeft dan een volume van: $2,4 \cdot 10^{-6} \times 2,45 \cdot 10^{-2} = 5,9 \cdot 10^{-8}$ m³ = $5,9 \cdot 10^{-2}$ cm³.

Het totale volume van de ruimte is 140 m³.

Per m³ is er dan $\frac{5,9 \cdot 10^{-2}}{140} = 4,2 \cdot 10^{-4}$ cm³ ambrox aanwezig.

Dit is meer dan $3 \cdot 10^{-4}$ cm³ m⁻³. De geurdrempel wordt dus overschreden.

Zouten en zoutoplossingen

5.1 Zoutformules en namen

A 1

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

A 2 

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

A 3

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

A 4

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

B 5

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

B 6

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

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

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

C 7

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

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

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

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

A 8

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

B 9 

- a** magnesiumselenide
b zinknitraat
c strontiumfosfaat

B 10

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

B 11 

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

B 12

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

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

A 13

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

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

B 14

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

B 15

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

C 16

De verhoudingsformule van ammoniumnitraat is NH_4NO_3 . De totale massa van het zout is dan:
 $2 \times 14,01 + 4 \times 1,008 + 3 \times 16,00 = 80,052 \text{ u}$
 De massa van de atoomsoort N in dit zout is $2 \times 14,01 = 28,02 \text{ u}$.

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

C 17 ★

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

C 18

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

- c** De molaire massa van ammoniumcarbonaat is:

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

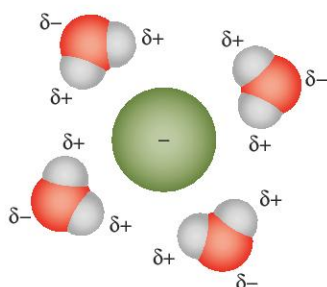
$$7000 \text{ ton} = 7,000 \cdot 10^9 \text{ g. Dit komt overeen met } \frac{7,000 \cdot 10^9}{96,094} = 7,285 \cdot 10^7 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3.$$

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

5.2 Zouten in water

A 19

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



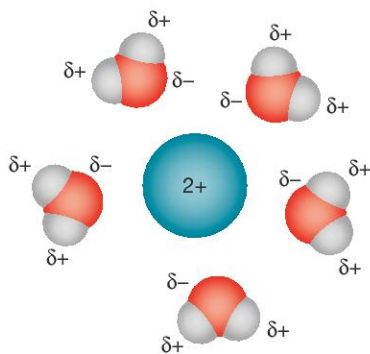
5.1

B 20

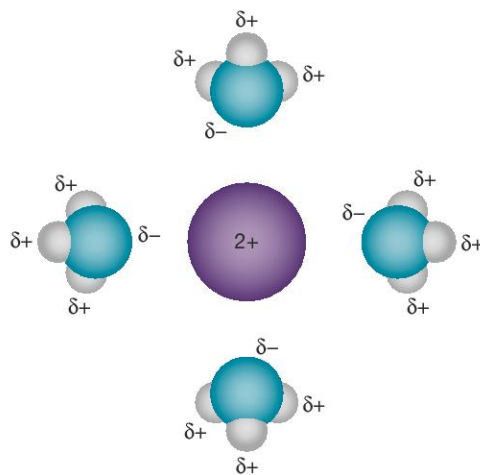
- a** juist
- b** Onjuist, het moet zijn: $\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$.
- c** juist
- d** juist
- e** Onjuist, het moet zijn: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{aq})$.

C 21 ★

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



5.2



5.3

A 22

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

B 23

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

B 24

- a** $\text{ZnCl}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$
b $\text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
c $\text{MgSO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
d $\text{Na}_3\text{PO}_4 (\text{s}) \rightarrow 3 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq})$
e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
f $\text{K}_2\text{O} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$

B 25

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

B 26

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

A 27

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

B 28

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

B 29

Oplossing 2: natronloog
Oplossing 7: barietwater

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

5.3 Zouthydraten

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

soda: natriumcarbonaatdecahydraat

glauberzout: natriumsulfaatdecahydraat

chroomaluin: chroom(III)kaliumsulfaatdodecahydraat

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

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

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

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

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

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

B 35

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

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

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

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

B 36

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

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

B 37

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

b Zodra kobaltchloride water opneemt, ontstaat kobaltchloridehexahydraat:



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

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

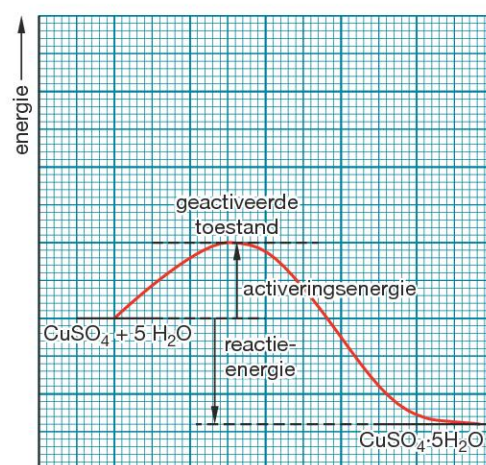


Het ontstane $\text{CoCl}_2 (\text{s})$ is blauw van kleur en is goed zichtbaar op rood papier.

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

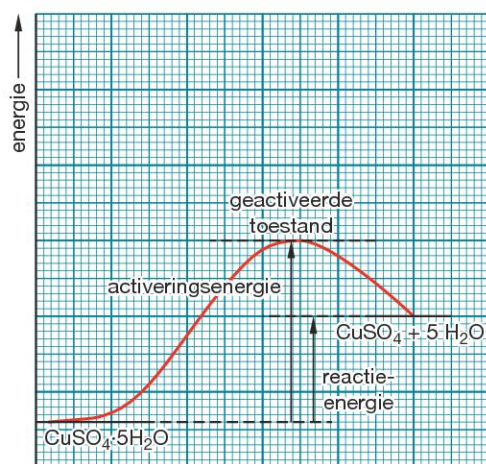
C 38

a Zie figuur 5.4.



5.4

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



5.5

A 39

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

B 40

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

B 41

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

C 42

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

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

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

Per mol calciumsulfaat is twee mol water gebonden.

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

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

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

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

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

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

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

Per mol calciumchloride kan zes mol water opgenomen worden:

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

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

A 46

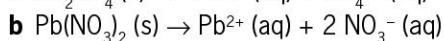
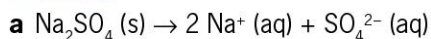
De vergelijking van de reactie tussen de ionen die samen een slecht oplosbaar zout vormen noem je een neerslagvergelijking.

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

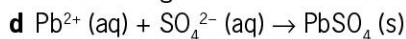
Lood(II)chromaat is geel van kleur. Lood(II)oxide is lichtgeel van kleur.

B 49

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

B 50

c Een neerslag van loodsulfaat

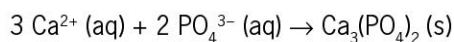


e De natrium- en nitraationen blijven in oplossing, dus die zullen nog in het filtraat voorkomen.

C 51

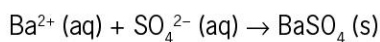
a Ja, er wordt een neerslag van calciumfosfaat gevormd:

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



b Ja, er wordt een neerslag van bariumsulfaat gevormd:

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

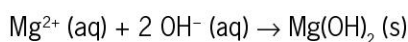


c Dit is geen neerslagreactie.

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

d Ja, er wordt een neerslag van magnesiumhydroxide gevormd:

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

**A 52**

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

b Nee, want er zal dan geen neerslagreactie optreden.

A 53

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

B 54

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

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

Er ontstaat dan een neerslag van bariumcarbonaat.

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

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

Er ontstaat dan een neerslag van zilverbromide.

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

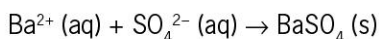
	NO_3^-	SO_3^{2-}
Zn^{2+}	g	s
Na^+	g	g

Er ontstaat dan een neerslag van zinksulfiet.

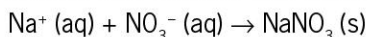
C 55 ★

- a** Er ontstaat een neerslag van bariumsulfaat:

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



- b** Bij het filtreren komen de opgeloste natrium- en nitraationen in het filtraat terecht. Deze vormen weer een vast zout als het filtraat wordt ingedampt:



- c** Stap 1: kies twee zouten die de ionen bevatten die het goed oplosbare zout vormen én waarvan de resterende ionen een slecht oplosbaar zout vormen.
 Stap 2: los deze zouten op en voeg de twee zoutoplossingen samen. Meng deze oplossingen in de juiste verhouding, zodat je zeker weet dat alleen de gewenste ionen in het filtraat zitten.
 Stap 3: de ongewenste ionen vormen samen een slecht oplosbaar zout, filtreer deze uit het mengsel.
 Stap 4: damp het filtraat in.

A 56

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

B 57 Ⓞ

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

C 58

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

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

C 59

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

C 60 ★

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

C 61 ★

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

Afsluiting

1 

magnesiumoxide: MgO

aluminiumoxide: Al_2O_3

natriumoxide: Na_2O

kaliumoxide: K_2O

2

a Koperhydroxide en kopersulfaat

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

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

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

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

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

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

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

3 

a lood(II)sulfide

b Formule zout 1: PbCl_2

Formule zout 2: $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$

Verhouding zout 1 : zout 2 = 1 : 3

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

4

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

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

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

5

a Calciet = CaCO_3

Steenzout = NaCl

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

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

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

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

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

Na het toevoegen van chloride-ionen komt er geen neerslag. Het positieve ion is dus geen Ag^+ , Hg^+ of Pb^{2+} , want die moeten een neerslag met chloride-ionen geven.Met jodide-ionen ontstaat er een oranje neerslag. De enige mogelijkheid is dan nog Hg^{2+} , want dit geeft een neerslag met jodide-ionen en Hgl_2 heeft een rood/oranje kleur.

Koolstofchemie

6.1 Alkanen en alkenen

A 1

- a** Een koolwaterstof is een verbinding die uitsluitend uit koolstof en waterstofatomen is opgebouwd.
- b** Een koolwaterstof is onverzadigd als tussen twee C-atomen een dubbele of drievoudige binding voorkomt.
- c** In een vertakt molecuul komt minstens één C-atoom voor dat met drie of vier andere C-atomen is verbonden.

A 2

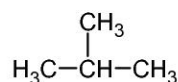
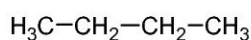
Isomeren zijn verschillende stoffen met verschillende structuurformules, maar met dezelfde molecuulformule.

B 3

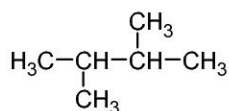
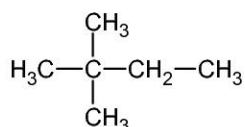
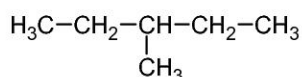
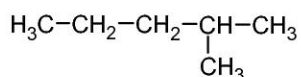
- a** De verbindingen waarin één of meer dubbele bindingen voorkomen zijn onverzadigd: b en d.
- b** De moleculen a en c zijn beide vertakt.

B 4

a



b $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



B 5

De stoffen a en e zijn isomeren omdat de molecuulformule van beide C_6H_{14} is en de structuurformules van elkaar verschillen.

A 6

Tussen de C-atomen komen alleen enkele bindingen voor. Elk C-atoom heeft vier bindingen met andere atomen en elke H heeft er één.

B 7

C_nH_{2n} , een alkeen heeft door de dubbele binding twee H-atomen minder dan een alkaan.

B 8

a C_9H_{20}

b De stof C_7H_{14} hoort tot de groep van de alkenen omdat de verhouding C : H = 1 : 2 (dus C_nH_{2n}) is.

B 9

a b is een alkeen, e is een alkaan.

b a = C_6H_{14}

b = C_4H_8

c = C_7H_{16}

d = C_5H_8

e = C_6H_{14}

A 10

Methaan, ethaan, propaan, butaan, pentaan en hexaan

B 11

a Stof 1: butaan

Stof 2: but-1-een

Stof 3: but-2-een

b De molecuulformule van stof 1 is C_4H_{10} .

De molecuulformule van stof 2 is C_4H_8 .

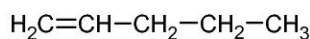
De molecuulformule van stof 3 is C_4H_8 .

De stoffen 2 en 3 hebben dezelfde molecuulformule, maar verschillende structuurformules.

De stoffen 2 en 3 zijn dus isomeren.

C 12

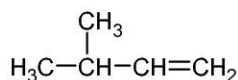
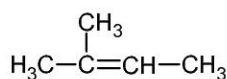
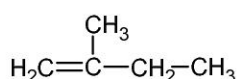
a,b



pent-1-een



pent-2-een

**C 13**

a De dichtheid van benzine is $0,72 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

b Er mag hoogstens 100 kg benzine per race worden gebruikt.

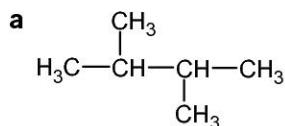
massa (kg)	$0,72 \cdot 10^3$	100
volume (L)	$1 \cdot 10^3$	x

$$x = \frac{1 \cdot 10^3 \times 100}{0,72 \cdot 10^3} = 1,4 \cdot 10^2 \text{ L benzine}$$

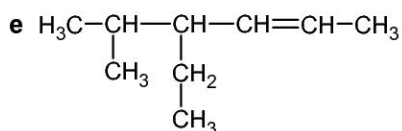
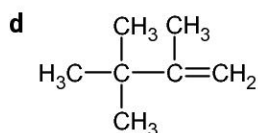
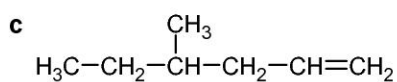
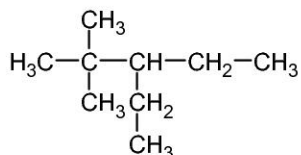
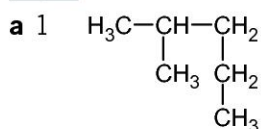
- c** Benzine levert $44 \text{ MJ kg}^{-1} = 44 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$.
 100 kg benzine levert $4,4 \cdot 10^9 \text{ J} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ kJ}$.
- d** Door toevoegen van cubaan verbruiken de motoren minder brandstof: een liter brandstof levert meer energie. De prestaties van coureurs mogen niet afhankelijk zijn van de gebruikte brandstof.
- e** Na het verdampen van de benzine blijft een witte vaste stof achter als cubaan is toegevoegd. Als er geen cubaan is toegevoegd zie je dus ook geen witte rest.

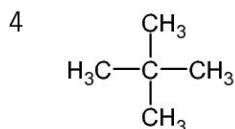
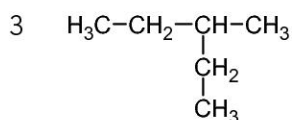
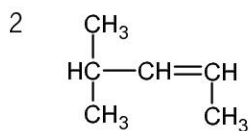
B 14

- a** De namen van de isomeren uit 4a zijn butaan en 2-methylpropan.
- De namen van de isomeren uit 4b zijn:
- hexaan
 - 2-methylpentaan
 - 3-methylpentaan
 - 2,2-dimethylbutaan
 - 2,3-dimethylbutaan
- b**
- a 2-methylpentaan
 - b but-1-een
 - c 2,4-dimethylpentaan
 - d penta-1,3-dieen
 - e hexaan

C 15

- b** Dit is een voorbeeld waarbij in de naam de alfabetische volgorde voor de numerieke volgorde gaat, dus de ethylgroep voor de methylgroep.

**C 16**



- b**
- 1 2-methylpentaan
 - 2 4-methylpent-2-een
 - 3 3-methylpentaan
 - 4 2,2-dimethylpropan
- c** 1 en 3 hebben als molecuulformule C_6H_{14} en zijn daarom isomeren.

6.2 Karakteristieke groepen

A 17

- a** Een karakteristieke groep is een atoom of een atoomgroep die bestaat uit andere atomen dan C- en H-atomen.
- b** Een F-, een Cl-, een Br- of een I-atoom

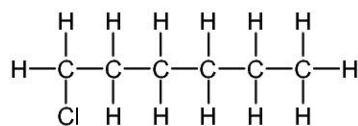
A 18

Een broomalkaan is een alkaan waarin een H-atoom is vervangen door een broomatoom.

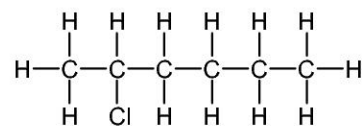
B 19

- a** 2-chloorbutaan
- b** broommethaan
- c** 2-joodbutaan
- d** 2,2-dichloorhexaan
- e** 2-broom-3-joodbutaan (Let op: ook hier gaat alfabetische volgorde voor numerieke volgorde, dus broom voor jood.)

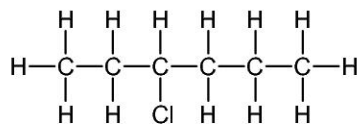
B 20



1-chloorhexaan

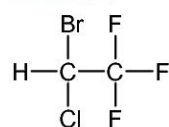


2-chloorhexaan



3-chloorhexaan

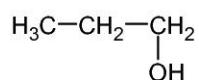
C 21



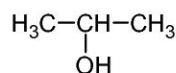
A 22

Een alkanol kun je opvatten als een alkaan waarin één H-atoom is vervangen door een -O-H-groep.

B 23

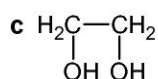
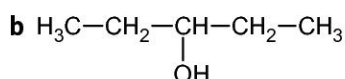
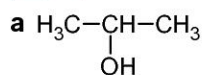


propaan-1-ol



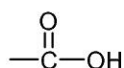
propaan-2-ol

B 24



A 25

a Een alkaanzuur kun je opvatten als een alkaan waarin een CH_3 -groep is vervangen door de groep



b Nee, carbonzuren zijn alle koolstofverbindingen waarin een $-\text{COOH}$ -groep voorkomt. Alkaanzuren zijn alkanen met een $-\text{COOH}$ -groep.

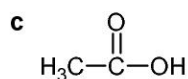
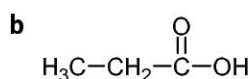
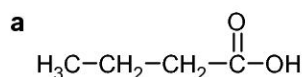
B 26

a ethaanzuur

b hexaanzuur

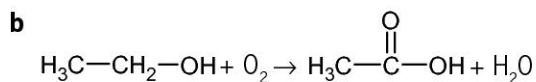
c methaanzuur

B 27 



C 28

a Ethanol en ethaanzuur



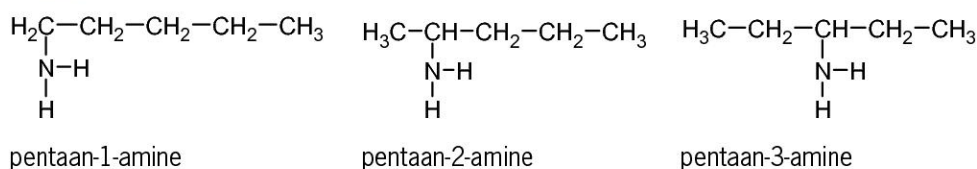
C 29

- a** Dit is geen alkaanzuur omdat het niet is afgeleid van een alkaan, maar van een alkaanamine. Eén -CH_3 -groep is vervangen door een zuurgroep.
- b** Dit is wel een alkaanzuur omdat het is afgeleid van een alkaan waarin één -CH_3 -groep is vervangen door een zuurgroep.
- c** Dit is geen alkaanzuur omdat het niet is afgeleid van een alkaan, maar van een alkeen waarin één -CH_3 -groep is vervangen door een zuurgroep.

A 30

Een alkaanamine kun je opvatten als een alkaan waarin één H-atoom is vervangen door een -NH_2 -groep.

B 31



C 32 ★



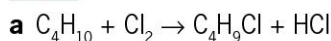
- c** De moleculen van elk van deze verbindingen beschikken over twee -NH_2 -groepen. Elke -NH_2 -groep kan H-bruggen vormen met watermoleculen. Hierdoor is de oplosbaarheid in water groot.

6.3 Reacties

A 33 

- a** Een substitutiereactie is een reactie tussen een alkaan en bijvoorbeeld een halogeen waarbij een H-atoom in het alkaan wordt vervangen door een halogeenatoom.
- b** Een substitutiereactie is endotherm omdat toevoeren van energie in de vorm van licht nodig is.

B 34



C 35

1,1-dibroompropaan, 1,2-dibroompropaan, 1,3-dibroompropaan en 2,2-dibroompropaan

A 36 

Een additiereactie is een reactie tussen een alkeen en een stof met kleine moleculen, bijvoorbeeld een halogeen. De dubbele binding in het alkeenmolecuul breekt open en beide halogeenatomen koppelen op de vrijgekomen bindingsplaatsen.

B 37

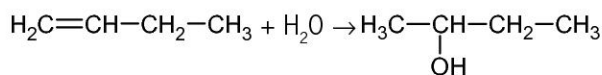
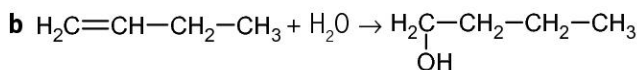
Broomwater is een geschikt reagens. De moleculen van onverzadigde vetzuren bevatten dubbele bindingen tussen C-atomen. Doordat broom wordt geaddeerd aan deze dubbele bindingen kun je het broomwater zien ontkleuren.

B 38

- a** Reactie 3 is een substitutiereactie omdat een H-atoom wordt vervangen door een Cl-atoom.
- b** De reacties 1 en 4 zijn additiereacties omdat vóór de pijl een dubbele binding aanwezig is en achter de pijl niet. Een klein molecuul, waterstof en water, is toegevoegd aan de beginstof.

C 39

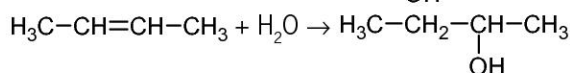
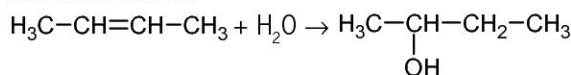
- a** De stof but-1-een is hydrofoob. Er kunnen geen waterstofbruggen worden gevormd.



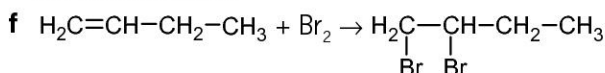
- c** butaan-1-ol en butaan-2-ol

- d** De ontstane butanolen zijn meer hydrofiel dan but-1-een. Er kunnen nu wel waterstofbruggen worden gevormd met water, waardoor de oplosbaarheid toeneemt.

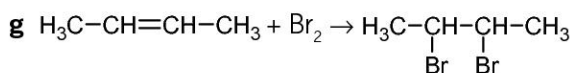
- e** Alleen butaan-2-ol



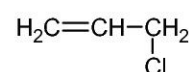
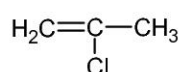
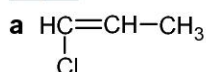
Beide structuurformules van het butanol stellen dezelfde stof voor. Let op de nummering van de hoofdketen.



Er ontstaat alleen 1,2-dibroombutaan.

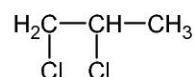


Er ontstaat alleen 2,3-dibroombutaan.

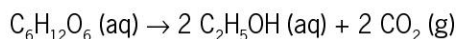
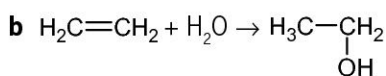
C 40

- b** Dat kan niet omdat bij een additiereactie de dubbele binding verdwijnt.

- c** Ook in het licht kan additie plaatsvinden:

**A 41**

- a** Door additie van water aan etheen of door vergisting van glucose



B 42

a Alcohol is ook giftig voor gistcellen. Bij een hoger alcoholpercentage gaan deze dood.

b 12 volumeprocent betekent: in 100 mL wijn zit 12 mL alcohol.

Hoeveel alcohol zit in 750 mL wijn?

volume wijn (mL)	100	750
volume alcohol (mL)	12	x

$$x = \frac{750 \times 12}{100} = 90 \text{ mL}$$

In 750 mL wijn zit 90 mL alcohol.

c Door de wijn te verdelen over zes glazen verandert het alcoholpercentage niet. Dat blijft 12%. De wijn blijft immers even 'sterk'. Alleen de *hoeveelheid* alcohol in elk glas is een zesde deel van de alcohol die in de fles aanwezig was.

C 43 ★

a In 100 mL spiritus zit 85 mL ethanol.

Je wilt weten hoeveel ethanol in 500 mL spiritus zit.

Zet de gegevens in een verhoudingstabel.

volume ethanol (mL)	85	x
volume spiritus (mL)	100	500

$$x = \frac{500 \times 85}{100} = 425 \text{ mL}$$

In 500 mL spiritus zit 425 mL ethanol.

b In Binas tabel 11 staat de dichtheid van ethanol: $0,80 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 0,80 \text{ kg dm}^{-3} = 0,80 \text{ g mL}^{-1}$.

Je wilt weten hoe groot de massa van 425 mL ethanol is.

Zet de gegevens in een verhoudingstabel.

massa (g)	0,80	x
volume (mL)	1,0	425

$$x = \frac{425 \times 0,80}{1,0} = 340 \text{ g}$$

425 mL ethanol heeft een massa van 340 g.

In 500 mL spiritus zit 340 g ethanol.

c De molaire massa van ethanol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, is $46,07 \text{ g mol}^{-1}$.

In 1,00 liter spiritus zit $2 \times 340 \text{ g} = 680 \text{ gram}$ ethanol.

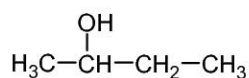
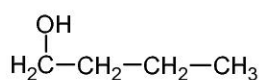
$$680 \text{ g ethanol komt overeen met } \frac{680}{46,07} = 14,8 \text{ mol.}$$

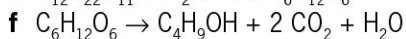
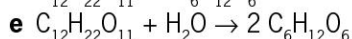
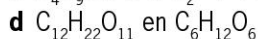
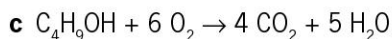
In 1,00 L spiritus zit 14,8 mol ethanol.

C 44

a Gerst, gist en water

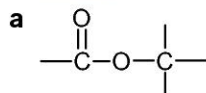
b $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$





6.4 Esters

A 45



b De naam van een ester is gebaseerd op de beginstoffen waaruit hij is gemaakt: een carboxzuur en een alcohol.

A 46

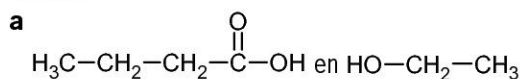
a een carbonzuur (bijvoorbeeld een alkaanzuur) en een alcohol (bijvoorbeeld een alkanol)

b condensatiereactie

c zwavelzuur of een enzym

d water

B 47



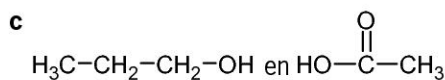
butaanzuur

ethanol



ethanol

propaanzuur



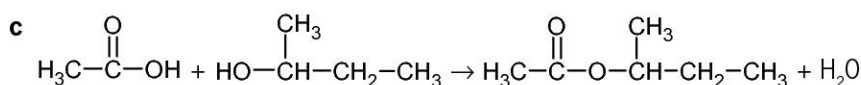
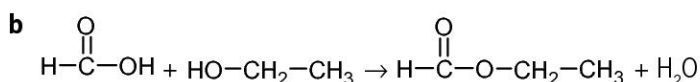
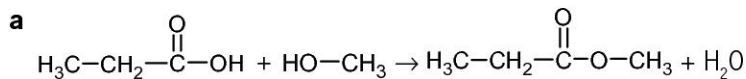
propaan-1-ol

ethaanzuur

B 48

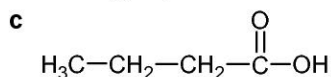
De ester van ethaanzuur en pentaan-1-ol heeft een grotere molecuulmassa dan de ester van ethaanzuur en ethanol. Hoe groter de molecuulmassa, des te sterker zijn de vanderwaals-bindingen tussen de moleculen en des te hoger is het kookpunt.

B 49

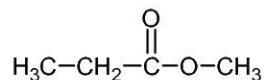


C 50

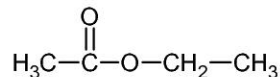
- a** Hydrofoob wil zeggen dat een stof niet goed kan mengen met water.
b Esters kunnen geen H-bruggen vormen: in het molecuul komen immers geen –OH- of –NH-groepen voor.



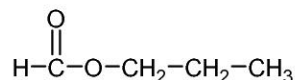
butaanzuur



de ester van propaanzuur en methanol



de ester van ethaanzuur en ethanol

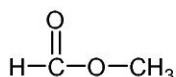


de ester van methaanzuur en propaan-1-ol

- d** In alkaanzuren komt een zuurgroep voor. Dat wil zeggen: er is een –OH-groep die H-bruggen kan vormen en een C=O-groep die een H-brug kan ontvangen. Alkaanzuren zijn hydrofiel, mits de staart van koolstofatomen niet al te lang is.

C 51 ★

De structuurformule van de ester van methaanzuur en methanol is:



De molecuulformule is dus $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

De molecuulmassa is $(2 \times 12,01) + (4 \times 1,008) + (2 \times 16,00) = 60,05 \text{ u}$.

Per molecuul is aanwezig: $2 \times 12,01 = 24,02 \text{ u}$ van de atoomsoort C.

Het massapercentage van de atoomsoort C in de ester is:

$$\frac{24,02}{60,05} \times 100\% = 39,98\%$$

A 52 ●

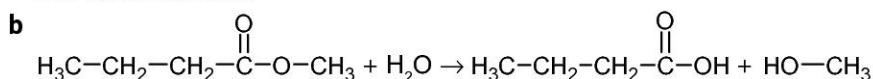
- a** Een carbonzuur (bijvoorbeeld een alkaanzuur) en een alcohol (bijvoorbeeld een alkanol)
b hydrolyse
c zwavelzuur of een enzym

B 53

- a** Een verestering is een reactie tussen een zuur en een alcohol. Dat is reactie 3.
b Een additiereactie is een reactie tussen een onverzadigde verbinding en een andere stof. Hierbij ontstaat één reactieproduct en de dubbele binding verdwijnt. Dat is reactie 2.
c Een hydrolysereactie is een reactie met water als één van de beginstoffen waarbij bindingen worden verbroken in de moleculen van de andere beginstof. Dat is reactie 1.

C 54

- a** De ester is hydrofoob omdat er geen NH- of OH-groepen zijn om H-bruggen te vormen met watermoleculen.



- c** De molaire massa van $C_5H_{10}O_2 = (5 \times 12,01) + (10 \times 1,008) + (2 \times 16,00) = 102,13 \text{ g mol}^{-1}$.

$$50,6 \text{ g } C_5H_{10}O_2 \text{ komt overeen met } \frac{50,6}{102,1} = 0,496 \text{ mol } C_5H_{10}O_2.$$

Molverhouding $C_5H_{10}O_2$: butaanzuur = 1 : 1 (Zie de reactievergelijking in a.)

Er zal dus 0,496 mol butaanzuur ontstaan.

De molaire massa van butaanzuur, $C_4H_8O_2$ is:

$$(4 \times 12,01) + (8 \times 1,008) + (2 \times 16,00) = 88,10 \text{ g mol}^{-1}$$

Er ontstaat $0,496 \times 88,10 = 43,7 \text{ g}$ butaanzuur.

Bij de hydrolyse van 50,6 g ester ontstaat dus 43,7 g butaanzuur.

A 55

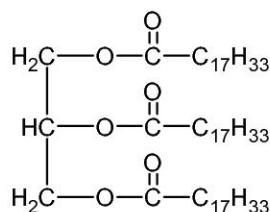
- a** Driemaal een estergroep
b Uit glycerol en vetzuren
c In een oliemolecuul zitten onverzadigde vetzuren. In een vetmolecuul zitten verzadigde vetzuren.
d Een olie is vloeibaar bij kamertemperatuur en een vet is vast bij kamertemperatuur.

B 56

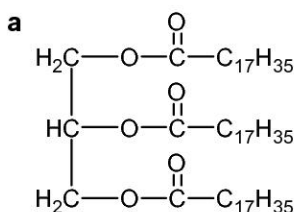
Linolzuur en oliezuur zijn onverzadigde vetzuren. Palmitinezuur en stearinezuur zijn verzadigde vetzuren.

In sojaolie komen meer onverzadigde en minder verzadigde vetzuurstaarten voor dan in rundvet. Daarom is sojaolie vloeibaar.

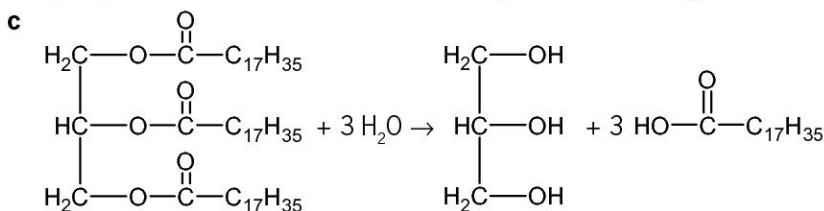
B 57



C 58



- b** Glyceryltristearaat is een vet. De vetzuren zijn immers verzadigd.



B 59

- a** De kookpunten van esters hangen af van de grootte van de vanderwaalskrachten tussen de moleculen. Deze vanderwaalsbinding is de enige binding tussen de moleculen. Er zijn geen waterstofbruggen mogelijk. Het kookpunt zal dus overeenkomen met het kookpunt van een alkaan van dezelfde massa.

- b** Doordat er geen H-bruggen kunnen worden gevormd met watermoleculen zullen esters hydrofoob zijn: ze mengen niet met water.

c In een aldehyde komt de volgende groep voor: $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—H}$

6.5 Evenwichten

A 60 

Omkeerbare reacties zijn reacties die onder vrijwel gelijke omstandigheden tegelijkertijd kunnen verlopen.

B 61

- a** $2 \text{ Cu (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ CuO (s)}$
b $4 \text{ CuO (s)} + \text{CH}_4 \text{ (g)} \rightarrow 4 \text{ Cu (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (l)}$
c Hier is geen sprake van een omkeerbare reactie omdat de omstandigheden (beginstoffen en reactieproducten), verschillend zijn.

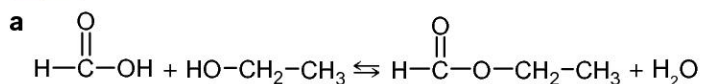
A 62 

- a** Als zich een chemisch evenwicht heeft ingesteld, verlopen twee omkeerbare reacties tegelijkertijd met dezelfde snelheden. De concentraties van de stoffen in het reactievat veranderen dan niet meer.
b Het hangt van de ligging van het evenwicht af of de concentratie van de beginstoffen groter is dan die van de reactieproducten of omgekeerd. Ze zullen maar zelden aan elkaar gelijk zijn.

B 63

- a** Niet juist. De concentraties van beginstof en reactieproduct hoeven niet aan elkaar gelijk te zijn.
b Niet juist. Er verlopen twee tegengesteld gerichte reacties. De snelheden van deze reacties zijn even groot.

B 64



- b** De molverhouding waarin de stoffen met elkaar reageren is volgens de reactievergelijking 1 : 1 : 1 : 1. Als er van 1,00 mol beginstof 0,1 mol wordt omgezet, ligt het evenwicht van deze reactie naar links.

B 65

- a** $\text{Ag}^+ \text{ (aq)} + \text{Cl}^- \text{ (aq)} \rightarrow \text{AgCl (s)}$
b Het evenwicht zal sterk rechts liggen omdat de stof AgCl slecht oplosbaar is.

B 66

- a** $2 \text{ SO}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ SO}_3 \text{ (g)}$
b Dat betekent dat de $[\text{SO}_3]$ veel groter is dan de $[\text{SO}_2]$ en $[\text{O}_2]$.

A 67

Verwijderen van een stof die rechts van de pijl staat, laat een evenwicht naar rechts aflopen. Verwijderen van een stof die links van de pijl staat, laat een evenwicht naar links aflopen.

B 68 

Als er $\text{CO}_2 \text{ (g)}$ wordt weggenomen (het verdwijnt in de lucht), kan de reactie naar links niet meer verlopen. Het evenwicht loopt dan af naar rechts. Na enige tijd is er geen $\text{CO}_2 \text{ (aq)}$ en dus geen 'prik' meer in de fles aanwezig.

C 69

- a** $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl} (\text{s})$
- b** Door de overmaat Cl^- -ionen worden alle Ag^+ -ionen weggenomen.
De reactie naar rechts kan dan niet meer verlopen.
Het evenwicht loopt af naar links.

A 70

- a** Een concentratiebreuk is een formule waarin de concentraties van de beginstoffen en reactieproducten in een bepaalde verhouding worden weergegeven.
- b** Je kunt voor elke reactie een concentratiebreuk opstellen, maar alleen als een evenwicht is bereikt krijgt de concentratiebreuk een constante waarde.
- c** De evenwichtsvoorwaarde luidt: $K = \text{concentratiebreuk}$
- d** De evenwichtsconstante is de constante waarde die de concentratiebreuk in de evenwichtstoestand bereikt.
- e** Ja, de evenwichtsconstante is afhankelijk van de temperatuur. Nee, de evenwichtsconstante is niet afhankelijk van andere factoren zoals druk, hoeveelheid stof of katalysator.

B 71

a
$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = K$$

- b** De waarde van de evenwichtsconstante, K , is 4,5. Als er evenwicht is, is de waarde van de concentratiebreuk dus ook 4,5.
- c** Je berekent van elke buis de waarde van de concentratiebreuk en kijkt of die gelijk is aan de waarde van $K = 4,5$.

buis 1:

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{2,0^2}{3,0} = 1,3$$

buis 2:

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{3,0^2}{2,0} = 4,5$$

buis 3:

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{5,0^2}{5,6} = 4,5$$

buis 4:

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{5,1^2}{3,5} = 7,4$$

Alleen in de buizen 2 en 3 heeft zich een evenwicht ingesteld.

B 72

a
$$\frac{[\text{CO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2} = K$$

b
$$\frac{[\text{HS}^-] [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{S}]} = K$$

$$\mathbf{c} \quad \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ag}^+]} = K$$

Je ziet dat Ag (s) niet in de evenwichtsvoorwaarde staat. Daar staan alleen concentraties in mol per liter van opgeloste stoffen en gassen.

C 73

a Tijdens de instelling van het evenwicht is er $0,50 - 0,40 = 0,10$ mol NO_2 omgezet in N_2O_4 .

b Molverhouding $\text{NO}_2 : \text{N}_2\text{O}_4 = 2 : 1$
Er is $0,050$ mol N_2O_4 gevormd uit $0,10$ mol NO_2 .

c Je hebt $0,75$ mol N_2O_4 in het vat gedaan.

Er is $0,050$ mol N_2O_4 bijgekomen.

In het evenwichtsmengsel zit dus $0,75 + 0,050 = 0,80$ mol N_2O_4 .

d In $1,0$ L van het evenwichtsmengsel zit $0,40$ mol NO_2 en $0,80$ mol N_2O_4 .

$[\text{NO}_2] = 0,40 \text{ mol L}^{-1}$ en $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,80 \text{ mol L}^{-1}$

$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = K$$

Vul de concentraties in mol L^{-1} van NO_2 en N_2O_4 in de evenwichtsvoorwaarde in.

$$\frac{0,40^2}{0,80} = 0,2 = K$$

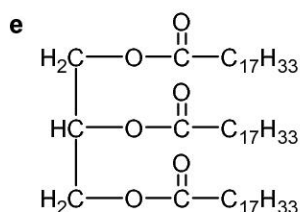
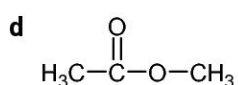
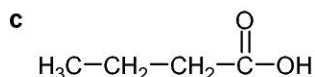
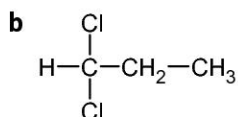
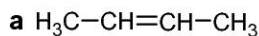
e Er was oorspronkelijk $0,50$ mol NO_2 , als dat volledig is omgezet is 100% omgezet.

Er blijft $0,40$ mol over. Er is dus $0,10$ mol NO_2 omgezet. Dat is $\frac{0,10}{0,50} \times 100\% = 20\%$.

20% van de aanwezige NO_2 is omgezet in N_2O_4 . Het rendement van deze reactie is 20%.

Afsluiting

1 



2

a 1-chloorpropan

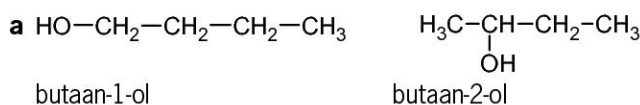
b pentaan-2-ol

c but-1-een

d de ester van ethanol en propaanzuur

e methaanzuur

3

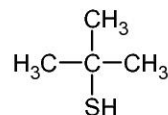
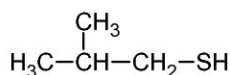
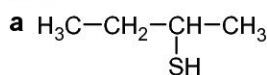


b additiereactie

4

- a**
- 1 Additiereactie: het molecuul water is toegevoegd aan de beginstof en de dubbele binding is verdwenen.
 - 2 Dit is een hydrolysereactie: de ester valt uiteen in propaanzuur en methanol door een reactie met water.
 - 3 Een substitutiereactie: een H-atoom wordt vervangen door een Cl-atoom.
 - 4 Een estervorming: de beginstoffen zijn een propaan-2-ol en een methaanzuur.
- b**
- 1 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
 - 2 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + \text{CH}_4\text{O}$
 - 3 $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{Cl} + \text{HCl}$
 - 4 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} + \text{CH}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

5



- b De molecuulmassa van $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH} = 88,16 \text{ u}$.
Per molecuul $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH}$ is $32,06 \text{ u}$ van de atoomsoort S aanwezig.

$$\text{Het massapercentage S in } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH} = \frac{32,06}{88,16} \times 100\% = 36,37\%$$

- c $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$

- d De molaire massa van $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH} = 88,16 \text{ g mol}^{-1}$.

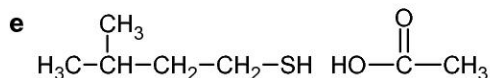
$$1,5 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH} \text{ komt overeen met } \frac{1,5}{88,16} = 1,702 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH}.$$

Het volume van het lokaal bedraagt $10,0 \times 5,6 \times 3,0 = 1,68 \cdot 10^2 \text{ m}^3$.
Per m^3 is aanwezig:

$$\frac{1,702 \cdot 10^{-2}}{1,68 \cdot 10^2} \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH} = 1,013 \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH}$$

De geurdrempel is $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol per m}^3$.

De aanwezige concentratie aan $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH}$ is $\frac{1,013 \cdot 10^{-4}}{1,2 \cdot 10^{-9}} = 8,4 \cdot 10^4$ maal zo groot als de geurdrempel.



6

- a Laag A heeft een kleinere dichtheid dan laag B. Laag A bestaat uit twee hydrofobe stoffen: benzine en jood. Laag B bestaat uit water en een hydrofiele stof: ethanol.

- b Laag B heeft een volume van $16,2 \text{ mL}$ en bevat $16,2 - 15,0 = 1,2 \text{ mL}$ ethanol, afkomstig uit $10,0 \text{ mL}$ gasohol.

$$1,0 \text{ L gasohol bevat dan } 100 \times 1,2 \text{ mL} = 1,2 \cdot 10^2 \text{ mL ethanol.}$$

De dichtheid van ethanol is $0,80 \text{ g cm}^{-3}$.

$$1,2 \cdot 10^2 \text{ mL ethanol komt overeen met } 1,2 \cdot 10^2 \times 0,80 = 96 \text{ g ethanol.}$$

- c Molaire massa van $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 46,068 \text{ g mol}^{-1}$

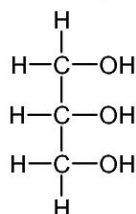
$$96 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \triangleq \frac{96}{46,068} = 2,084 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$$

$$\text{Molverhouding } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} : \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 1 : 4$$

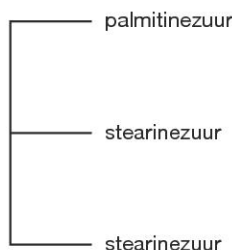
$$\text{Er is dus } \frac{2,084}{4} = 0,521 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ nodig.}$$

$$\text{Molaire massa } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 342,30 \text{ g mol}^{-1}$$

$$0,521 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ komt overeen met } 0,521 \times 342,30 = 1,8 \cdot 10^2 \text{ g} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ kg } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}.$$

7**a** C 20 : 4 (n-6)**b**

glycerol

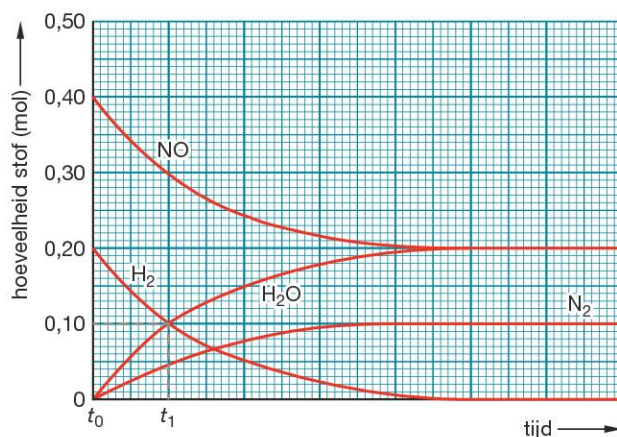
c Zie figuur 6.1.

6.1

8**a** $2 \text{ NO (g)} + 2 \text{ H}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{N}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2\text{O (g)}$ **b** Op tijdstip t_1 heeft $0,20 - 0,10 = 0,10$ mol H_2 gereageerd.Molverhouding $\text{NO} : \text{H}_2 = 2 : 2 = 1 : 1$ Er heeft dus ook $0,10$ mol NO gereageerd.In het vat zit nog $0,40 - 0,10 = 0,30$ mol NO .Molverhouding $\text{H}_2 : \text{N}_2 = 2 : 1$ Er is $\frac{0,10}{2} = 0,050$ mol N_2 ontstaan.In het vat zit dus $0,050$ mol N_2 .Molverhouding $\text{H}_2 : \text{H}_2\text{O} = 2 : 2 = 1 : 1$ Er is $0,10$ mol H_2O ontstaan.In het vat zit dus $0,10$ mol H_2O .**c** Als de reactie is afgelopen heeft $0,20$ mol H_2 (alles) gereageerd.Molverhouding $\text{NO} : \text{H}_2 = 2 : 2 = 1 : 1$ Er heeft ook $0,20$ mol NO gereageerd.In het vat zit nog $0,40 - 0,20 = 0,20$ mol NO .Molverhouding $\text{H}_2 : \text{N}_2 = 2 : 1$ Er is $\frac{0,20}{2} = 0,10$ mol N_2 ontstaan.In het vat zit dus $0,10$ mol N_2 .Molverhouding $\text{H}_2 : \text{H}_2\text{O} = 2 : 2 = 1 : 1$ Er is $0,20$ mol H_2O ontstaan.In het vat zit dus $0,20$ mol H_2O .

d Zie figuur 6.2.

e Bij 900 °C verloopt de reactie sneller en is tijdstip t_1 dus eerder bereikt.



6.2

9 +

a $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{CH}_4\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

b ethaanzuur en methanol

$$\mathbf{c} \quad K = \frac{[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2][\text{CH}_4\text{O}]}$$

d Maak voor de concentraties een tabel.

Er heeft 65% ethaanzuur gereageerd, dat is $0,65 \times 0,40 = 0,26$ mol ethaanzuur.

Er is bij t_{ev} het tijdstip waarbij het evenwicht is bereikt $0,40 - 0,26 = 0,14$ mol ethaanzuur over. Vul op dezelfde manier de rest van de tabel in.

	$[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2]$	$[\text{CH}_4\text{O}]$	$[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]$	$[\text{H}_2\text{O}]$
t_0	0,40	0,60	0	0
omgezet	-0,26	-0,26	+ 0,26	+ 0,26
t_{ev}	$0,40 - 0,26 = 0,14$	$0,60 - 0,26 = 0,34$	0,26	0,26

$$K = \frac{0,26 \times 0,26}{0,14 \times 0,34} = 1,4$$

e De molaire massa van de ester van ethaanzuur en methanol is 74,078 g mol⁻¹. Er is in het evenwichtsmengsel 0,26 mol ester aanwezig.

Dit komt overeen met $0,26 \times 74,078 = 19$ g ester.

f Als de ester uit het evenwichtsmengsel verdwijnt, loopt de evenwichtsreactie af naar rechts.

Zuren

7.1 De pH van een oplossing

A 1 

- a** Zure oplossingen hebben een pH van 0 tot 7.
- b** Basische oplossingen hebben een pH van 7 tot 14.
- c** Een neutrale oplossing heeft een pH van 7.

B 2

- a** Door te verdunnen wordt een zure oplossing minder zuur. De pH gaat dus richting 7 en wordt groter.
- b** Bij een basische oplossing gaat de pH ook richting 7. Maar omdat de pH groter is dan 7 wordt de pH kleiner bij verdunning.
- c** Door zo'n zeer sterke verdunning zal de pH niet merkbaar veranderen.

A 3 

- 1** Met lakmoespapier: een rode kleur wijst op een zure oplossing en een blauwe kleur wijst op een basische oplossing.
- 2** Met een universeel indicatorpapier: bij elke kleur hoort een bijpassende pH.
- 3** Met indicatoroplossingen: verschillende oplossingen hebben een eigen omslagtraject. De pH-waarden van het omslagtraject vind je in Binas.

B 4

- a** Een zuur-base-indicator heeft verschillende kleuren bij lage en hoge pH.
- b**

indicator	pH = 3	pH = 6	pH = 11
methylooranje	rood	oranjegeel	oranjegeel
methylrood	rood	geel	geel
fenolrood	geel	geel	rood

B 5

Broomthymolblauw kleurt de oplossing geel, dat wijst op een $\text{pH} < 6,0$. Als congorood de oplossing oranje-rood kleurt is de $\text{pH} > 5,0$. De pH ligt dus tussen 5,0 en 6,0 in.

B 6

- a** Lakmoes is geen nauwkeurige indicator, omdat de kleur bij neutrale oplossingen zowel rood als blauw kan zijn.
- b** Lakmoespapier maak je door papier in een lakmoesoplossing te drenken en dit papier vervolgens te laten drogen.
- c** Kleur is een stoffeigenschap, rood en blauw lakmoes zijn dus twee verschillende stoffen.

C 7

- a** Als broomfenolrood de oplossing paarsrood kleurt, geldt: $\text{pH} > 6,8$. Thymolblauw staat twee keer in de tabel met indicatoren. Als thymolblauw de oplossing geel kleurt, wijst dat op een $\text{pH} > 2,8$ én $\text{pH} < 8,0$. De pH ligt dus tussen 6,8 en 8,0.
- b** Als je alleen broomfenolrood gebruikt, weet je alleen dat de $\text{pH} > 6,8$ is.
- c** Als je alleen thymolblauw gebruikt, weet je dat de pH ligt tussen 2,8 en 8,0.

7.2 Zuren in water

A 8

Zure oplossingen hebben een zure smaak, ze hebben een $\text{pH} < 7$, ze beïnvloeden de kleur van zuur-base-indicatoren en geleiden de stroom.

A 9

- a** H^+ (aq)
- b** Een H^+ -ion ontstaat als een zuur oplost in water.
- c** Het zuurrestion is het negatieve ion dat overblijft als het H^+ -ion is afgesplitst van het zuur.

A 10

- a** H_2CO_3 ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$)
- b** CH_3COOH
- c** H_2SO_4

A 11

- a** waterstofchloride
- b** koolzuur
- c** fosforzuur

B 12

- a** $\text{HCl} (\text{g}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$
- b** $\text{HNO}_3 (\text{l}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
- c** $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{l}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$

B 13

- a** Een oplossing geleidt stroom als er vrije ionen aanwezig zijn. Dat geldt voor een zuur en een zout.
- b** In een zure oplossing zijn altijd H^+ -ionen en zuurrestionen aanwezig.
- c** Zouten hebben in oplossing ook vrije ionen.

B 14

- a** Zoutzuur is de naam van een waterstofchloride-oplossing en is dus al een oplossing. Zoutzuuroplossing is dubbelop.
- b** zoutzuur

B 15

- a** $\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
- b** $2 \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$
- c** $\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$

B 16

- a** zoutzuur
- b** salpeterzuur
- c** waterstofchloride
- d** zwavelzuuroplossing

C 17

- a** NaCl en HCl
Het zout NaCl is opgebouwd uit een metaal (Na) en niet-metaal (Cl).
De moleculaire stof HCl is opgebouwd uit twee niet metalen (H en Cl).
- b** ionbindingen
- c** Er is een atoombinding tussen H en Cl. HCl is een gas, er zijn dus geen vanderwaalsbindingen.
- d** $\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$ en $\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$

- e Het oplossen van NaCl is geen chemische reactie. De ionen zitten eerst in het vaste ionrooster en komen vervolgens vrij uit het ionrooster en worden door watermoleculen omringd. Het oplossen van waterstofchloride is wel een chemische reactie. Voor het oplossen zijn er nog geen ionen. Na het oplossen wel.

C 18

- a De molaire massa van H_2SO_4 is $98,079 \text{ g mol}^{-1}$.

$$5,4 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \hat{=} \frac{5,4}{98,079} = 0,0551 \text{ mol}$$

1 mol H_2SO_4 geeft 2 mol H^+ .

Dus in 1,0 L water zit $2 \times 0,0551 = 0,11 \text{ mol H}^+$ (twee significante cijfers).

- b Door lozing neemt de hoeveelheid H^+ toe. Omdat de verdamping even groot is als het volume van de lozing en de neerslag blijft het totale volume constant. Er komt echter steeds meer H^+ in een gelijk blijvend volume en dat betekent een kleinere pH.

C 19 ★

- a De molaire massa van magnesium is $24,31 \text{ g mol}^{-1}$. De hoeveelheid magnesium is

$$400 \text{ mg} = 0,400 \text{ g. Dit is } \frac{0,400}{24,31} = 0,0165 \text{ mol.}$$

In 1,00 L = 1000 mL zit 1,00 mol waterstofchloride. In 10 mL zit dus 1/100 deel = 0,0100 mol waterstofchloride. Waterstofchloride, HCl, kan per deeltje één H^+ afgeven. 0,0100 mol waterstofchloride geeft 0,0100 mol H^+ -ionen.

1 mol magnesium reageert volgens de reactievergelijking met 2 mol H^+ .

Met 0,0100 mol H^+ reageert dus 0,005 00 mol magnesium.

Magnesium is in overmaat, want 0,0165 is groter dan 0,005 00.

- b 1 mol Mg geeft 1 mol H_2 , dus 0,005 00 mol Mg geeft $0,005 00 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2$.

- c $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2$ komt overeen met $5,00 \cdot 10^{-3} \times 2 \times 1,008 = 0,010 08 \text{ g}$.

Met een verhoudingstabel:

massa waterstof (g)	82,7	0,010 08
volume waterstof (m^3)	1	?

$$\text{Met kruisproducten vind je: volume waterstof} = \frac{0,010 08 \times 1}{82,7} = 1,22 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 122 \text{ cm}^3.$$

A 20 ⓪

Een oplossing van een sterk zuur is volledig in ionen gesplitst en een oplossing van een zwak zuur slechts gedeeltelijk.

B 21

HBr is waterstofbromide en is een sterk zuur.

HF is waterstoffluoride en is een zwak zuur.

7.3 Molariteit

A 22 ⓪

Molariteit is de grootte voor de concentratie van een oplossing.

Molariteit is het aantal mol opgeloste stof in een liter oplossing of het aantal mmol opgeloste stof in een mL oplossing.

B 23

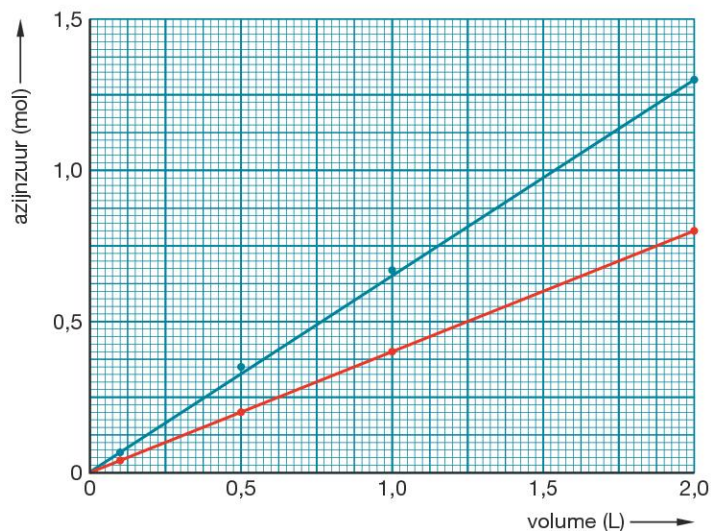
- a Bij A blijft de molariteit gelijk. Bij B wordt de molariteit tweemaal zo groot, want je verdampt de helft van het water, maar de hoeveelheid glucose blijft hetzelfde. Bij C wordt de molariteit tweemaal zo klein, want het volume wordt twee keer zo groot.
- b Bij A wordt de hoeveelheid glucose tweemaal zo klein (je schenkt de helft weg), bij B en C verandert de hoeveelheid glucose niet.

B 24

- a** Zie figuur 7.1, de bovenste lijn.
b Aflezen bij 0,7 → 0,4 mol azijnzuur
c De onderste lijn

azijnzuur (mol)	0,40	0,20	0,040	0,8
volume (L)	1,0	0,50	0,10	2,0

d Aflezen: 1,9 L



7.1

A 25 ☒

- a** De molariteit van is ... mol L⁻¹.
 De molariteit is ... molair of ... M.
 [formule stof] = ... mol L⁻¹
b Tussen de vierkante haken moet het deeltje staan zoals het in de oplossing voorkomt.
 Dus bij zouten en sterke zuren moet de formule van het ion tussen haken staan.

B 26

De notatie bij 2, want [KCl (aq)] bestaat niet. KCl is een zout en splitst dus in ionen.
 Wel juist is [K⁺ (aq)] = [Cl⁻ (aq)] = 0,05 mol L⁻¹.

A 27 ☒

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}}$$

B 28

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{2,5} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

B 29

- a** 1,0 m³ = 1000 L
 In 1 L zit 1,5 · 10⁻¹⁰ mol, dus in 1000 L 1,5 · 10⁻⁷ mol.
b De molaire massa van Hg is 200,6 g mol⁻¹, 1,5 · 10⁻⁷ mol Hg²⁺ $\triangleq$ 1,5 · 10⁻⁷ × 200,6 = 3,0 · 10⁻⁵ g.

B 30

- a** 100 mL = 0,100 L

$$\text{molariteit} \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} \rightarrow 0,10 = \frac{\text{mol opgeloste stof}}{0,100 \text{ L}} \rightarrow$$

 mol opgeloste stof = 0,10 × 0,100 = 0,010 mol suiker

b $150 \text{ mL} = 0,150 \text{ L}$

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} \rightarrow 0,25 = \frac{\text{mol opgeloste stof}}{0,150 \text{ L}} \rightarrow$$

$$\text{mol opgeloste stof} = 0,25 \times 0,150 = 0,038 \text{ mol}$$

c Som van a en b: $0,038 + 0,010 = 0,048 \text{ mol}$

d $\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} = \frac{0,048}{0,250} = 0,19 \text{ mol L}^{-1}$

B 31

a Koningswater is een mengsel van geconcentreerd zoutzuur en salpeterzuur.

b Molaire massa = $22 \times 12,01 + 20 \times 1,008 + 13 \times 16,00 = 492,38 \text{ g mol}^{-1}$

c $15 \text{ mg} = \frac{15}{492,38} = 0,0305 \text{ mmol}$

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{0,0305 \text{ mmol}}{1500 \text{ mL}} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

d $5 \times 52 = 260 \text{ mg} = 3 \cdot 10^2 \text{ mg}$

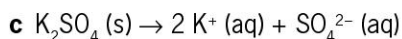
e De stof is kennelijk hydrofoob. Hij zal dus wel oplossen in vet.

C 32 ★

a 0,688 mol per kg water ofwel 120 g per kg water

b Neem aan dat 1,00 L water een massa heeft van 1,00 kg en dat bij het oplossen het volume van het water niet verandert.

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{0,688 \text{ mol}}{1,00 \text{ L}} = 0,688 \text{ mol L}^{-1}$$



Het aantal mol K^+ is dus tweemaal zo groot als de hoeveelheid kaliumsulfaat die oplost.

$$[\text{K}^+] = 2 \times 0,688 = 1,38 \text{ mol L}^{-1}$$

C 33

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} \rightarrow 9,0 = \frac{\text{mol alcohol}}{0,030} \rightarrow$$

mol alcohol = $9,0 \times 0,030 = 0,27 \text{ mol}$. De molaire massa van alcohol is $46,069 \text{ g mol}^{-1}$.
 $0,27 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O} \triangleq 0,27 \times 46,069 = 12,44 \text{ g} = 12 \text{ g}$ (twee significante cijfers).

C 34 Ⓞ

a $15 \text{ mg} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ g} \triangleq \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{290,4} = 5,17 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

b

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{5,17 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{15,0 \text{ L}} = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

C 35

a 18 mol L^{-1}

b $18 \text{ mol} = 18 \times 98,079 = 1768 \text{ g} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ g zwavelzuur}$

C 36 ★



b Additieven verbeteren de smaak, de kleur of de houdbaarheid van levensmiddelen.

c E338 (Binas tabel 82B)

d De molaire massa van H_3PO_4 is $97,995 \text{ g mol}^{-1}$. $54 \text{ mg H}_3\text{PO}_4 \triangleq \frac{54}{97,995} = 0,551 \text{ mmol}$.

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{0,551 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

e Een liter van de oplossing heeft een massa van $1,7 \text{ kg}$. 85% daarvan is $0,85 \times 1,7 = 1,445 \text{ kg}$.

$$1,445 \text{ kg} = 1445 \text{ g} \triangleq \frac{1445}{97,995} = 14,7 \text{ mol}$$

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{14,7 \text{ mol}}{1,0 \text{ L}} = 15 \text{ mol L}^{-1}$$

7.4 pH-berekeningen

A 37

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

B 38

In de tabel zie je dat de $[\text{H}^+]$ steeds gelijk is aan $10^{-\text{pH}}$.

$[\text{H}^+]$ (mol L ⁻¹)	gemeten pH	$-\log [\text{H}^+]$
$1,0 \cdot 10^{-1}$	1,0	$-\log 1,0 \cdot 10^{-1} = 1,00$
$1,0 \cdot 10^{-2}$	2,0	$-\log 1,0 \cdot 10^{-2} = 2,00$
$1,0 \cdot 10^{-3}$	3,0	$-\log 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,00$
$1,0 \cdot 10^{-4}$	4,0	$-\log 1,0 \cdot 10^{-4} = 4,00$

A 39

Het aantal significante cijfers in de $[\text{H}^+]$ moet even groot zijn als het aantal decimalen in de pH.

B 40

a $\text{pH} = -\log 0,27 = 0,57$

b $\text{pH} = -\log 0,050 = 1,30$

c $\text{pH} = -\log 0,00025 = 3,60$

d $\text{pH} = -\log 1,0527 = -0,022 \text{ 30}$

C 41

a Molverhouding $\text{HCl} : \text{H}^+ = 1 : 1$

$$0,035 \text{ M zoutzuur} \rightarrow [\text{H}^+] = 0,035 \text{ mol L}^{-1} \rightarrow \text{pH} = -\log 0,035 = 1,46$$

b Molverhouding $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}^+ = 1 : 2$

$$0,345 \text{ M zwavelzuur} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 0,345 = 0,690 \text{ mol L}^{-1} \rightarrow \text{pH} = -\log 0,690 = 0,161$$

c Molverhouding $\text{HNO}_3 : \text{H}^+ = 1 : 1$ en molverhouding $\text{HCl} : \text{H}^+ = 1 : 1$

$$1,00 \text{ L } 0,10 \text{ M salpeterzuur levert } 0,10 \text{ mol H}^+ \text{ en } 2,00 \text{ liter } 0,56 \text{ M zoutzuur } 2 \times 0,56 = 1,12 \text{ mol H}^+.$$

$$\text{Na samenvoegen is de hoeveelheid H}^+ = 0,10 + 1,12 = 1,22 \text{ mol in } 3,00 \text{ L}.$$

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{1,22 \text{ mol}}{3,00 \text{ L}} = 0,41 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log 0,41 = 0,39$$

d

hoeveelheid H^+ (mol)	$1,0 \cdot 10^{-4}$	x
volume oplossing (L)	0,100	1,00

$$x = [\text{H}^+] = \frac{1,0 \cdot 10^{-4} \times 1,00}{0,100} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,00$$

A 42

- a** 2
b 3
c 1

B 43

- a** $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$
b $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,3} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
c $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,0} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
d $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0,855} = 1,40 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$

B 44

- a** $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,05} = 8,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. In 0,1 L is dat $8,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
b $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,380} = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. In 0,1 L is dat $4,17 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.
c $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0,9} = 1 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$. In 0,1 L is dat $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

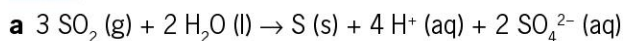
C 45

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,50} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Er moet dus $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ HCl of HNO_3 worden opgelost.

De molaire massa van HCl is $36,461 \text{ g mol}^{-1}$ en van HNO_3 is $63,013 \text{ g mol}^{-1}$.

$$3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl} \triangleq 3,2 \cdot 10^{-3} \times 36,461 = 0,12 \text{ g HCl}$$

$$3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol HNO}_3 \triangleq 3,2 \cdot 10^{-3} \times 63,013 = 0,20 \text{ g HNO}_3$$

C 46

b $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0,2} = 6 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$

c $90 \text{ ton SO}_2 = 9,0 \cdot 10^7 \text{ g SO}_2 \triangleq \frac{9,0 \cdot 10^7}{64,064} = 1,40 \cdot 10^6 \text{ mol SO}_2$

$$\text{Hieruit ontstaat } \frac{1}{3} \times 1,40 \cdot 10^6 = 4,68 \cdot 10^5 \text{ mol S.}$$

$$4,68 \cdot 10^5 \text{ mol S} \triangleq 4,68 \cdot 10^5 \times 32,06 = 1,5 \cdot 10^7 \text{ g S} = 15 \text{ ton zwavel}$$

C 47

$\text{pH} = 3,0 \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,0} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

$\text{pH} = 7,0 \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-7,0} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$

Je moet $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}^+$ per L zeewater toevoegen.

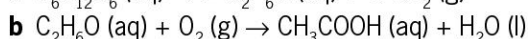
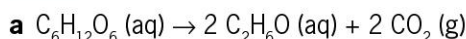
$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$, aan 1 m^3 zeewater moet je dus $1000 \times 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1 \text{ mol H}^+$ toevoegen.

$1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ levert 2 mol H^+ , je hebt $0,5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ nodig.

$$\text{molariteit} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof (mol)}}{\text{volume oplossing (L)}} \rightarrow 2,0 = \frac{0,5}{\text{volume zwavelzuuroplossing}} \rightarrow$$

$$\text{volume zwavelzuuroplossing} = \frac{0,5}{2,0} = 0,25 \text{ L} = 0,3 \text{ L}$$

De pH heeft één decimaal, de $[H^+]$ heeft dus één significant cijfer, de uitkomst ook.

C 48

c Uit elke houtsoort worden andere stoffen geëxtraheerd, waardoor de smaak steeds weer anders wordt.

d $500 \text{ mL bevat } \frac{500}{0,050} = 10\,000 \text{ druppels}$, de prijs is $10\,000 \times 8 = € 80.000,-$.

e $\text{pH} = 2,74 \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,74} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

f $\text{ionisatiepercentage} = \frac{[H^+]}{\text{molariteit azijnzuur}} \times 100\% = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{0,20} \times 100\% = 0,90\%$

+ 7.5 Zwakke zuren

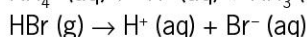
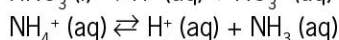
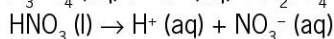
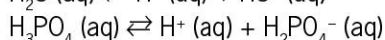
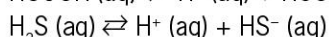
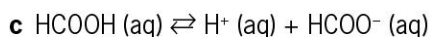
A 49

Het zwakke zuur ontleedt in een H^+ -ion en een zuurrestion. Het is een evenwichtsreactie, slechts een klein deel van het zwakke zuur ioniseert.

B 50

a,b

1 mierenzuur (methaanzuur)	HCOOH	zwak
2 diwaterstofsulfide	H ₂ S	zwak
3 fosforzuur	H ₃ PO ₄	zwak
4 salpeterzuur	HNO ₃	sterk
5 koolstofdioxide	CO ₂ + H ₂ O	zwak
6 ammoniumionen	NH ₄ ⁺	zwak
7 waterstofbromide	HBr	sterk



d Fosforzuur, mierenzuur, koolstofdioxide, diwaterstofsulfide, ammoniumionen

C 51

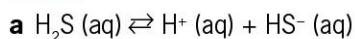
a Als het zuur sterk is, zal bij het oplossen van 0,10 mol per liter de $[H^+]$ ook 0,10 mol per liter zijn. Dat geldt voor HY. HY is dus een sterk zuur.

$$b \quad K_z = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} = \frac{(5,0 \cdot 10^{-4})^2}{0,10 - 5,0 \cdot 10^{-4}}$$

$$K_z = \frac{[H^+][Z^-]}{[HZ]} = \frac{(3,0 \cdot 10^{-2})^2}{0,10 - 3,0 \cdot 10^{-2}}$$

c HX is het zwakste zuur omdat de teller van de concentratiebreuk daar het kleinste is, dus ook de hoeveelheid gesplitst zuur.

B 52



b Er is $5,5 \cdot 10^{-2}$ mol H_2S per m^3 , dat is $5,5 \cdot 10^{-5}$ mol H_2S per dm^3 (= L).

	[H ₂ S]	[H ⁺]	[HS ⁻]
t_0	$5,5 \cdot 10^{-5}$	0	0
omgezet	- x	+ x	+ x
t_{ev}	$5,5 \cdot 10^{-5} - x$	x	x

Zet deze gegevens in de evenwichtsvoorwaarde, zoek K_z op in Binas tabel 49.

$$K_z = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}$$

$$8,9 \cdot 10^{-8} = \frac{(x) \times (x)}{(5,5 \cdot 10^{-5} - x)} = \frac{x^2}{(5,5 \cdot 10^{-5} - x)}$$

Omdat vaak veel minder dan 10% van het zwakke zuur splitst, is de x in de noemer van de breuk bij $(5,5 \cdot 10^{-5} - x)$ veel kleiner dan de molariteit en mag je deze verwaarlozen. De vergelijking wordt dan:

$$8,9 \cdot 10^{-8} = \frac{x^2}{(5,5 \cdot 10^{-5} - x)} = \frac{x^2}{5,5 \cdot 10^{-5}}$$

$$x^2 = 5,5 \cdot 10^{-5} \times 8,9 \cdot 10^{-8} = 4,9 \cdot 10^{-12}$$

$$x = [\text{H}^+] = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{De pH is dan } -\log 2,2 \cdot 10^{-6} = 5,66$$

B 53

a Azijnzuur is slechts gedeeltelijk gesplitst, waardoor er minder ionen in de oplossing zijn vergeleken met zoutzuur. De azijnzuuroplossing geleidt de stroom dus minder goed.

b Bij 0,65 M zoutzuur geldt: $[\text{H}^+] = 0,65 \text{ mol L}^{-1}$.

$$\text{pH} = -\log 0,65 = 0,19$$

c $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$

$$\text{d } 1,7 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

e

	$[\text{CH}_3\text{COOH}]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{CH}_3\text{COO}^-]$
t_0	0,65	0	0
omgezet	$-x$	$+x$	$+x$
t_{ev}	$0,65 - x$	x	x

Zet deze gegevens in de evenwichtsvoorwaarde.

$$1,7 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$1,7 \cdot 10^{-5} = \frac{(x) \times (x)}{(0,65 - x)} = \frac{x^2}{(0,65 - x)}$$

Omdat vaak veel minder dan 10% van het zwakke zuur splitst, is de x in de noemer van de breuk bij $(0,65 - x)$ veel kleiner dan de molariteit en mag je deze verwaarlozen. De vergelijking wordt dan:

$$1,7 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{(0,65 - x)} = \frac{x^2}{0,65}$$

$$x^2 = 0,65 \times 1,7 \cdot 10^{-5} = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

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

$$\text{De pH is dan } -\log 3,3 \cdot 10^{-3} = 2,48.$$

Afsluiting

1 

a Bij 0,45 M zoutzuur geldt $[H^+] = 0,45 \text{ mol L}^{-1}$.

$$\text{pH} = -\log 0,45 = 0,35$$

b De molaire massa van HNO_3 is $63,013 \text{ g mol}^{-1}$.

$$31,5 \text{ g HNO}_3 \triangleq \frac{31,5}{63,013} = 0,500 \text{ mol}$$

$$[H^+] = 0,500 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log 0,500 = 0,301$$

2

a Door verdunnen wordt de oplossing minder zuur. De $[H^+]$ wordt dus kleiner.

b De $[H^+]$ wordt kleiner. De pH wordt dus groter.

c Zie Binas tabel 52 A.

Als methyloranje oranjegeel kleurt, geldt: $\text{pH} > 4,4$.

Als broomkresolgroen groen kleurt, geldt: $3,8 < \text{pH} < 5,4$.

De pH ligt dus tussen 4,4 en 5,4.

3

a De blauwe kleur wijst op $\text{pH} < 5$, het regenwater is dus zuur.

b De rode kleur wijst op een $\text{pH} > 6,5$, het mengsel is dus basisch.

c $\text{pH} = 4,9 \rightarrow [H^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,9} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

4

a De molaire massa van picrinezuur is $229,11 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,4 \text{ g C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7 \triangleq \frac{1,4}{229,114} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{molariteit} = \frac{\text{mol opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} = \frac{6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,100 \text{ L}} = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

b $[H^+] = 0,85 \times 6,1 \cdot 10^{-2} = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

c $\text{pH} = -\log 5,2 \cdot 10^{-2} = 1,28$ (Gegevens hebben twee significante cijfers, er zijn dus twee decimalen in de pH.)

d $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7 (\text{s}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7 (\text{g})$

5 

a 1 OH^- reageert met 1 H^+ , er zijn dus $6,64 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}^+$ -ionen.

b 1 mol citroenzuur geeft 3 mol H^+ , er is $1/3 \times 6,64 \cdot 10^{-4} = 2,21 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ citroenzuur.

c De molaire massa van $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ is $192,12 \text{ g mol}^{-1}$.

$$2,21 \cdot 10^{-4} \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \triangleq 2,21 \cdot 10^{-4} \times 192,12 = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$\text{massapercentage} = \frac{4,25 \cdot 10^{-2}}{2,007} \times 100\% = 2,12\%$$

6

a Extraheren en filtreren

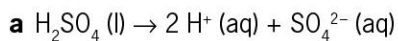
b $[H^+] = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$

$$\text{pH} = -\log 0,2 = 0,7$$

c Azijnzuur is een zwak zuur en geeft dus bij dezelfde concentratie minder H^+ -ionen.

- d** De kleur verandert van groen naar blauw omdat de oplossing door de verdunning minder basisch wordt.

7



- b** De molaire massa van $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,079 \text{ g mol}^{-1}$.

$$5,1 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \triangleq \frac{5,1}{98,079} = 0,0520 \text{ mol in 100 mL. In 15 mL zit dan } \frac{15}{100} \times 0,0520 =$$

$$7,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

1 mol H_2SO_4 levert 2 mol H^+ , er ontstaat $2 \times 7,8 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}^+$.

- c** Zie Binas tabel 52A.

Kies methylrood, dat moet bij $\text{pH} > 6,0$ geel kleuren.

Kies vervolgens fenolrood, dat geel kleurt bij $\text{pH} < 6,6$.

Je weet nu dat de pH tussen 6,0 en 6,6 in zit.



Bij dit boek hoort een digitale leeromgeving met interactieve opdrachten in diverse leerroutes, overzichtelijke dashboards en een uitgebreide toetsmodule. Dit maakt gepersonaliseerd leren mogelijk.



Noordhoff Uitgevers



www.chemieoveral.noordhoff.nl

ISBN 978-90-01-81978-1



9 789001 819781