

Moleculaire stoffen

4.1 Vanderwaalsbinding

A 1

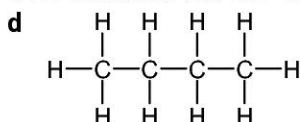
- a** vanderwaalskracht
b vanderwaalsbinding

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

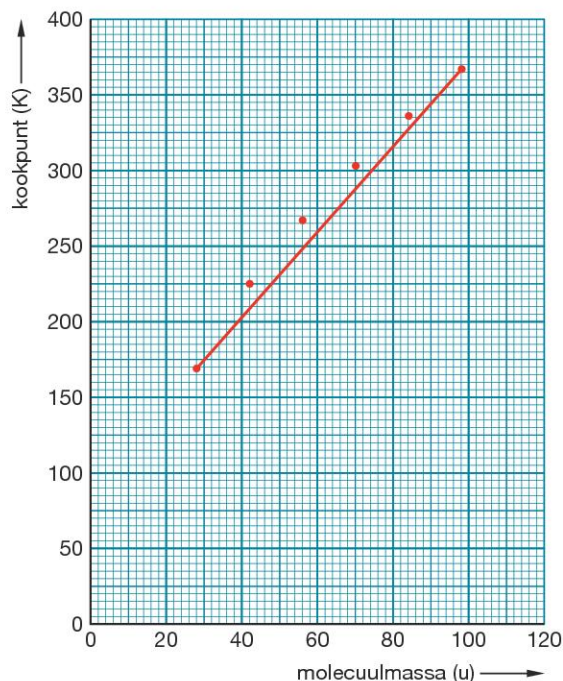
Op microniveau zitten de moleculen in een vaste stof of vloeistof dicht bij elkaar. In een gas is de ruimte tussen de moleculen juist erg groot. Doordat je in een gas minder moleculen in een bepaald volume hebt, heb je ook een lagere massa per volume. De dichtheid van een gas is dus kleiner dan die van 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 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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

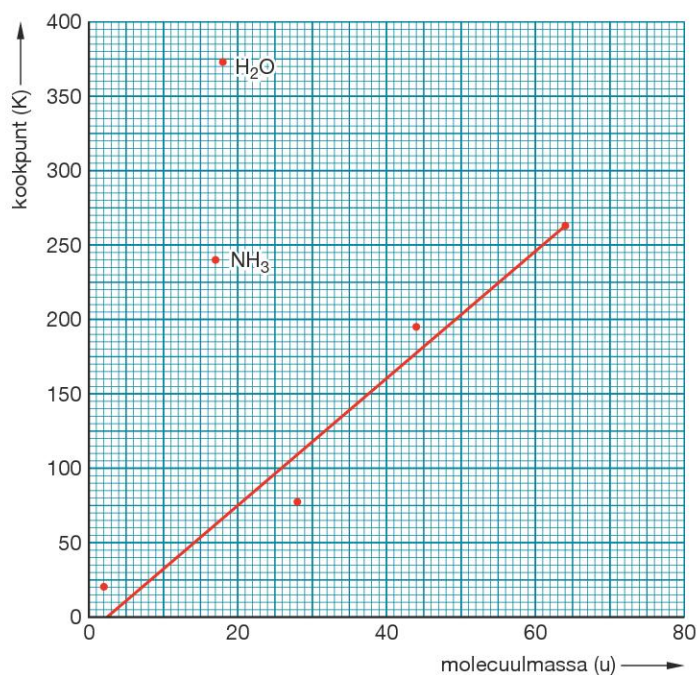
- a** Lucht bestaat voor het overgrote deel uit zuurstof- en stikstofmoleculen. Als het filter al deze moleculen tegenhoudt, is het filter snel vol. Daarnaast kan er dan geen zuurstof het filter passeren, waardoor er een zuurstoftekort in de ruimte ontstaat.
b In figuur 4.6 is te zien dat de ruimte tussen 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

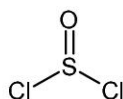
De vanderwaalsbindingen tussen de moleculen van de stof en de moleculen van het oplosmiddel worden verbroken. Er worden nieuwe vanderwaalsbindingen gevormd tussen de moleculen van de opgeloste stof en het oplosmiddel.

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.

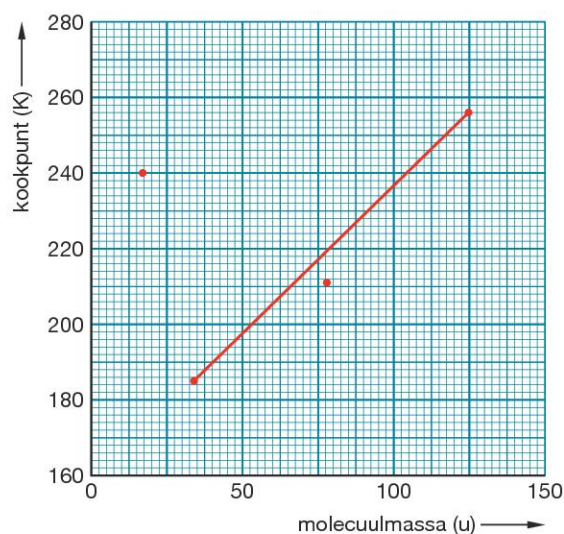
- b** vanderwaalsbinding
c OH-groepen en/of NH-groepen

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.

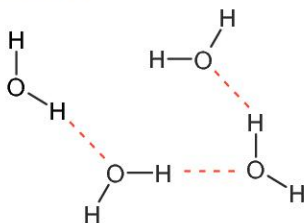


4.5

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

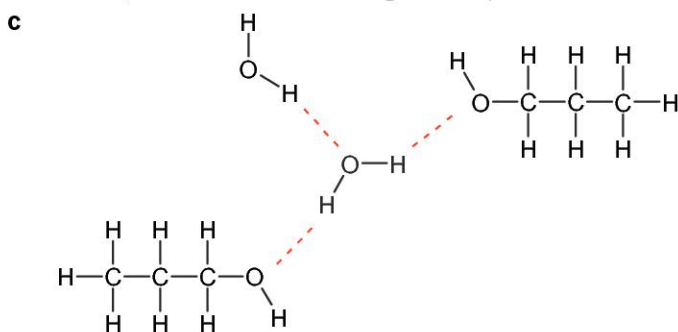
De moleculen van ethaanamine en ureum zijn in staat om waterstofbruggen te vormen, omdat ze NH-groepen bevatten.

B 18

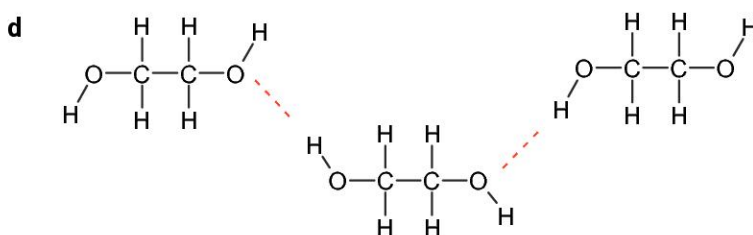
a Propaan-1-ol, ethaan-1,2-diol en methanol kunnen waterstofbruggen vormen, omdat ze OH-groepen bevatten.

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.

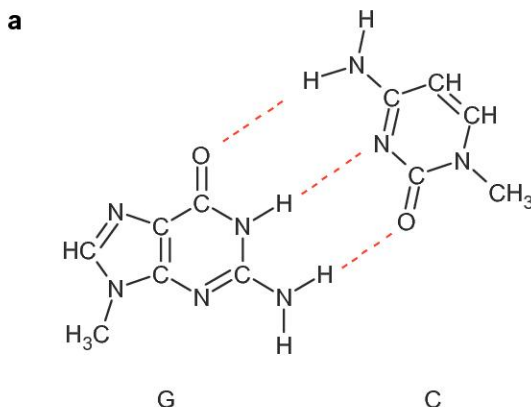
Methanol kan H-bruggen vormen en heeft de laagste molecuulmassa (dus de zwakste vanderwaalsbinding) en komt dus na butaan. Propaan-1-ol en ethaan-1,2-diol kunnen beide H-bruggen vormen en hebben ongeveer dezelfde molecuulmassa, maar ethaan-1,2-diol heeft twee OH-groepen tegenover 1 OH-groep in propaan-1-ol.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

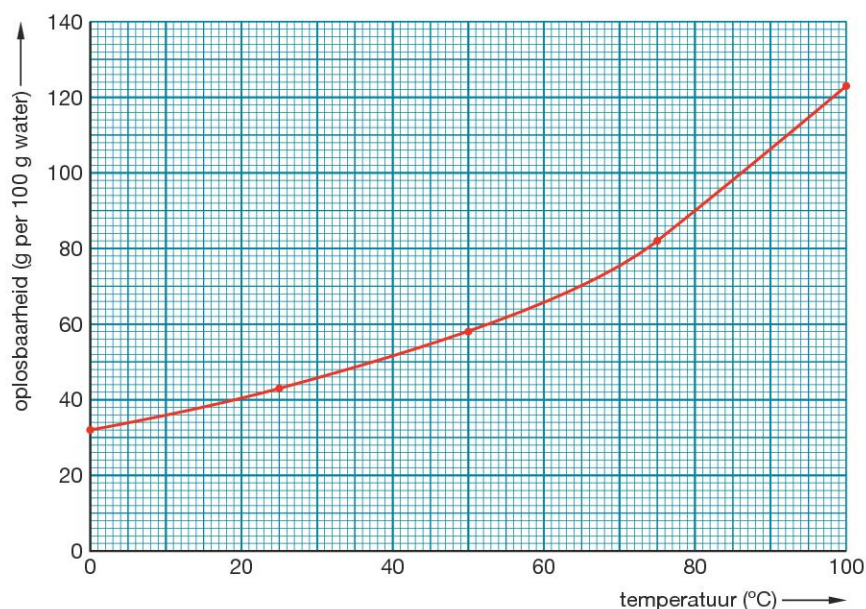
José heeft gelijk. Als je een oplossing verwarmt, zal de oplosbaarheid van een vaste stof toenemen, terwijl de oplosbaarheid van een gas juist afneemt. Als je een verzadigde oplossing van een vaste stof verwarmt, kan er meer van die stof in oplossen, dus wordt de oplossing onverzadigd.

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

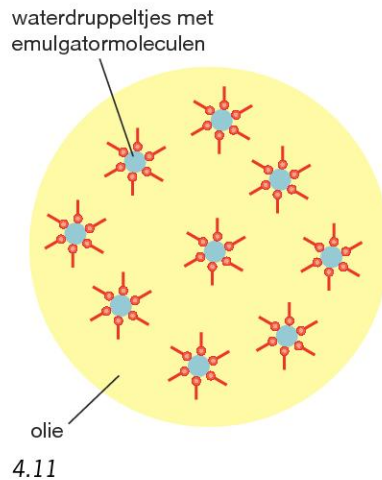
- a** Octaan en pentaan zijn beide hydrofoob en zullen dus mengen.
b Broom is hydrofoob, terwijl water hydrofiel is. Ze zullen dus niet of slecht mengen.
c Ethanol en methanol zijn beide hydrofiel en zullen dus mengen.

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:

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

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

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.

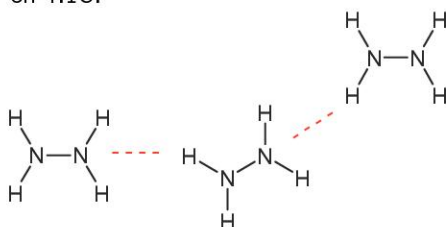
Afsluiting

1

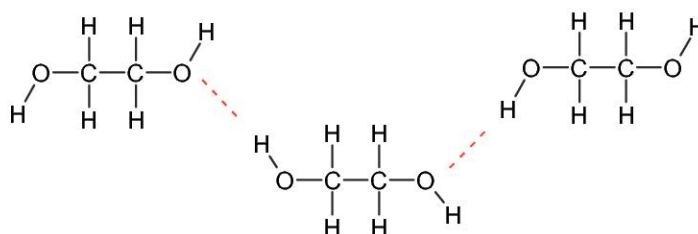
- a Vanderwaalsbindingen worden verbroken.
- b Vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen alcoholmoleculen en vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen watermoleculen worden verbroken en nieuwe vanderwaalsbindingen en waterstofbruggen tussen alcohol- en watermoleculen worden gevormd.
- c Vanderwaalsbindingen 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 $\frac{1,4 \cdot 10^9}{44,01} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ mol CO}_2$.

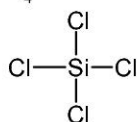
c Koolstofdioxide is een gas en gassen lossen slechter op als de temperatuur toeneemt. Door de lagere temperatuur op de bodem van het meer lost daar dus meer CO_2 op.

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

4

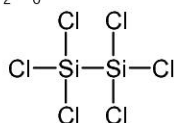
a Silicium is een metalloïde en chloor is een niet-metaal. Op basis hiervan zouden de verbindingen zouten of moleculaire stoffen kunnen zijn. Aangezien de kookpunten van de siliciumverbindingen vrij laag zijn, is het aannemelijker dat het moleculaire stoffen zijn.

b SiCl_4 :



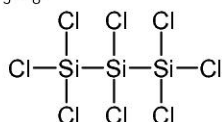
4.14

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

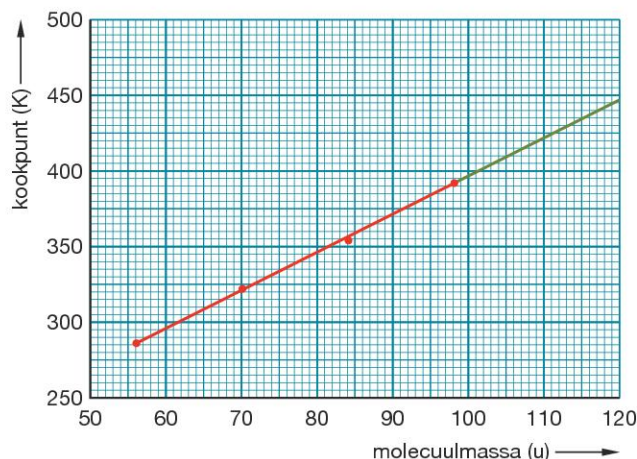
- a** De emulgatormoleculen steken met hun hydrofobe staarten in de hydrofobe oliedruppels. De hydrofiele koppen zijn daardoor naar het water gericht. Hierdoor kunnen de oliedruppels met het water mengen.
- b** Deze tekening beschrijft een situatie op mesoniveau. Oliedruppeltjes die door een omringing 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.