

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 

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.

A 3

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

A 4

Atomen van dezelfde atoomsoort die verschillende aantallen neutronen hebben heten isotopen.

A 5

- a Fluor, chloor, broom, jood en astat
- b Lithium, natrium, kalium, rubidium, cesium en francium
- c Helium, neon, argon, krypton, xenon en radon

A 6 

a $^{220}_{86}\text{Rn}$

b $^{210}_{84}\text{Po}$

c $^{179}_{79}\text{Au}$

B 7

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 8

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

B 9

- a** Zuurstof heeft atoomnummer 8. Dat betekent dat een zuurstofatoom 8 protonen heeft en ook 8 elektronen. Het massagetal is 16 en dus is het aantal neutronen in de kern $16 - 8 = 8$ neutronen.
- b** Neon heeft atoomnummer 10. Neon heeft 10 protonen in de kern en 10 elektronen in de elektronenwolk. Een neonatoom met massagetal 22 bezit $22 - 10 = 12$ neutronen.
- c** Waterstof heeft atoomnummer 1. Waterstof heeft 1 proton als kern en 1 elektron in de elektronenwolk. Een waterstofatoom met massagetal 1 bezit $1 - 1 = 0$ neutronen in de kern.

B 10

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

B 11

De index bij de notatie van een isotoop geeft het atoomnummer aan. Omdat het symbool van het element is gegeven, kun je het atoomnummer gemakkelijk opzoeken, bijvoorbeeld in Binas.

B 12

Cl-35 en Cl-37 staan op dezelfde plaats in het periodiek systeem, namelijk in de derde periode en in de zeventiende groep op nummer 17. Cl-35 en Cl-37 zijn isotopen, ze hebben hetzelfde aantal protonen, maar een verschillend aantal neutronen.

B 13

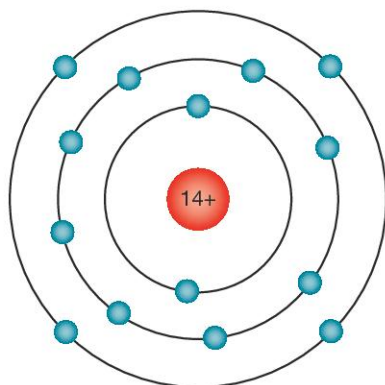
- a** 7 p, 7 e⁻ en 8 n
- b** 27 p, 27 e⁻ en 33 n
- c** 53 p, 53 e⁻ en 78 n

B 14

Nee, bij de elementen uit groep veertien treedt van boven naar beneden een geleidelijke overgang op van niet-metaalkarakter naar metaalkarakter. Zo behoren C en Si tot de niet-metalen, terwijl Sn en Pb tot de metalen behoren. Germanium zit daar met zijn eigenschappen een beetje tussenin.

B 15

- a** Silicium heeft atoomnummer 14. Silicium staat in de derde periode en dus verdelen de elektronen zich over drie schillen. In de K-schil kunnen twee elektronen en in de L-schil acht. Voor de derde schil blijven er dan vier elektronen over. De elektronenconfiguratie is 2, 8, 4.
- b** Calcium heeft atoomnummer 20. Calcium staat in groep 2, dus in de buitenste schil zitten twee elektronen. Omdat calcium in de vierde periode staat, verdelen de elektronen zich over vier schillen. In de K-schil kunnen twee elektronen en in de L-schil acht. Voor de derde schil blijven er dan acht elektronen over. De elektronenconfiguratie is 2, 8, 8, 2.
- c** Zie figuur 2.1.



2.1

C 16

- a** In C-14 bevinden zich zes protonen en acht neutronen.
b C-14 verandert in N-14 omdat er een proton extra ontstaat.
c Die verhouding is dan $1,0 : 6 \cdot 10^{-13}$ ($= 0,6 \cdot 10^{-12}$).
d Als de sabeltandtijger 28 000 jaar oud is, dan zijn er $\frac{28\,000}{5730} = 4,9$ halveringstijden gepasseerd. Afgerond zijn dat er 5. Als de verhouding vijfmaal halveert, dan verlaagt dit de hoeveelheid C-14 met $2^5 = 32$. De verhouding is dan C-12 : C-14 = $1,0 : 3,8 \cdot 10^{-14}$
 $\left(\frac{1,2 \cdot 10^{-12}}{32} = 3,8 \cdot 10^{-14} \right)$.

In werkelijkheid zijn dit soort berekeningen veel ingewikkelder omdat de hoeveelheid C-14 in de atmosfeer door de tijd en per plaats niet constant is gebleken.

C 17 ★

- a** Het element met atoomnummer 116 staat in de zevende periode en in de zestiende groep.
b Het element met atoomnummer 124 zou terechtkomen in de achtste periode.
c Element 124 zou linksonder in het periodiek systeem komen te staan, dat wil zeggen midden tussen de metalen. Het zal waarschijnlijk een metaal zijn.
d Hoe hoger het atoomnummer, des te groter wordt ook de atoomkern. Daarmee neemt ook het aantal protonen in de kern toe. Deze positief geladen deeltjes stoten elkaar af. Blijkbaar is er een punt waarop de atoomkern niet langer stabiel is. Door afstotende kernkrachten valt het atoom uiteen.

2.2 Ionen

A 18 ⓪

- 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.

A 19 ⓪

- a** stelt een F⁻-ion voor.
b stelt een Na-atoom voor.
c stelt een Ca²⁺-ion voor.

A 20

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

B 21

- a** 4 p en 2 e⁻
b 79 p en 76 e⁻

B 22

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

B 23

- a** K^+ , $18 e^-$
b S^{2-} , $18 e^-$

B 24

- a** C-35 heeft atoomnummer 17 en heeft 17 protonen en elektronen. Het aantal neutronen is $35 - 17 = 18$. De elektronenconfiguratie is 2, 8, 7. Om in de buitenste schil een octet te kunnen krijgen neemt Cl één elektron op.
b Na-23 heeft atoomnummer 11 en heeft 11 protonen en elektronen. Het aantal neutronen is $23 - 11 = 12$. De elektronenconfiguratie is 2, 8, 1. Om in de buitenste schil een octet te kunnen krijgen staat Na één elektron af.
c Ne-20 heeft atoomnummer 10 en heeft 10 protonen en elektronen. Het aantal neutronen is $20 - 10 = 10$. De elektronenconfiguratie is 2, 8. Neon heeft al 8 elektronen in de buitenste schil, het is een edelgas en is weinig reactief.

B 25

- a** Een atoom heeft evenveel protonen als elektronen. Bij een ion is het aantal protonen niet gelijk aan het aantal elektronen.
b Omdat ionen geladen zijn. Voor het geleiden van elektrische stroom (elektronen) zijn geladen deeltjes nodig.
c De atoomsoort is lithium.
d Lithium staat in de eerste groep van het periodiek systeem, de elektrovalentie is 1+.
e De notatie Li^+

C 26

De elektronen in de buitenste schil van de elektronenwolk zijn betrokken bij het verbreken en vormen van atoombindingen. Bij het vormen van nieuwe atoombindingen ontstaan er ook nieuwe stoffen (met nieuwe stoffeigenschappen). Een scheikundige houdt zich nu juist bezig met het maken en bestuderen van nieuwe stoffen en is dus meer geïnteresseerd in de elektronenwolk dan in de atoomkern.

C 27

- a** Voor een verbranding zijn nodig: zuurstof, brandstof en voldoende energie om de verbrandingstemperatuur te bereiken.
b Er is geen zuurstof aanwezig zodat er geen verbranding plaatsvindt. Omdat edelgassen vrijwel niet reageren, zal er ook geen andere reactie optreden.
c In Binas tabel 40A zie je dat het smeltpunt van wolfram heel hoog is, namelijk 3695 K. Ook als de lamp heel heet wordt, is er weinig kans dat wolfram zal smelten.
d Je hoeft minder energie te verbruiken omdat er minder energie als warmte verloren gaat.
e In de winter zorgt de vrijgekomen warmte van de gloeilamp ervoor dat je minder hoeft te stoken.
f De dichtheid van helium moet lager zijn dan die van de lucht, zodat de zeppelin opstijgt. De dichtheid van helium is $0,178 \text{ kg m}^{-3}$, die van lucht is $1,293 \text{ kg m}^{-3}$ en die van argon is $1,78 \text{ kg m}^{-3}$, zie Binas tabel 12. Argon kan dus niet worden gebruikt om een zeppelin mee te vullen.
g Als je lucht verwarmt zet deze uit. Hierdoor neemt de dichtheid af en zo kan de zeppelin opstijgen.
h Omdat edelgassen al voldoen aan de edelgasconfiguratie zullen ze niet snel elektronen opnemen of afstaan. Edelgassen vormen daarom vrijwel nooit ionen.

2.3 Massa's van bouwstenen

A 28

$$\frac{\text{massa van een proton}}{\text{massa van een elektron}} = \frac{1,007\,276\text{ u}}{5,485\,799 \cdot 10^{-4}\text{ u}} = 1,836 \cdot 10^3.$$
 Een proton is afgerond $1,836 \cdot 10^3$ keer zo zwaar als een elektron. Dit getal is afgerond op vier cijfers en genoteerd in een macht van 10. (Op het display van je rekenmachine heb je waarschijnlijk gevonden: 1836,151 853.)

A 29

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

B 30

- a $87,6 = 8,76 \cdot 10^1$
- b $5526 = 5,526 \cdot 10^3$
- c $0,0016 = 1,6 \cdot 10^{-3}$

B 31

- a De molecuulmassa van $\text{NH}_3 = 14,01 + (3 \times 1,008) = 17,03\text{ u}$.
- b De molecuulmassa van $\text{H}_2\text{SO}_4 = (2 \times 1,008) + 32,06 + (4 \times 16,00) = 98,08\text{ u}$.
- c De molecuulmassa van $\text{Br}_2 = 2 \times 79,90 = 159,8\text{ u}$.
- d $\text{OH}^-: M_r = 16,00 + 1,008 = 17,01\text{ u}$
- e $\text{Fe}^{3+}: M_r = 55,85\text{ u}$

B 32

- a Die hoeveelheid ammoniak bevat: $\frac{3,63 \cdot 10^{24}}{3} = 1,21 \cdot 10^{24}\text{ N-atomen}$.
- b $1,21 \cdot 10^{24}\text{ N-atomen}$ hebben een massa van: $1,21 \cdot 10^{24} \times 14,01\text{ u} = 1,70 \cdot 10^{25}\text{ u}$.
- c $1,70 \cdot 10^{25}\text{ u} \times 1,66054 \cdot 10^{-24}\text{ g u}^{-1} = 28,2\text{ g}$ (eventueel: $2,82 \cdot 10^1\text{ g}$ of $28,1\text{ g}$, wanneer je verder hebt gerekend met het niet-afgeronde antwoord van vraag b).

B 33

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

B 34

De molecuulmassa van $\text{C}_{103}\text{H}_{112}\text{F}_8\text{N}_{12}\text{O}_2\text{P}_2\text{S}_1$ is:
 $103 \times 12,01 + 112 \times 1,008 + 8 \times 19,00 + 12 \times 14,01 + 2 \times 16,00 + 2 \times 30,97 + 1 \times 32,06 = 1796,05\text{ u}$

B 35

- a De molecuulmassa van $\text{H}_2\text{O} = (2 \times 1,008) + 16,00 = 18,02\text{ u}$.
De molecuulmassa van $\text{D}_2\text{O} = (2 \times 2,014102) + 16,00 = 20,03\text{ u}$.
- b $\frac{\text{massa molecuul D}_2\text{O}}{\text{massa molecuul H}_2\text{O}} = \frac{20,03\text{ u}}{18,02\text{ u}} = 1,112$. Een molecuul D_2O is 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 dm³ zuiver D₂O bestaat uit hetzelfde aantal moleculen als 1,000 dm³ zuiver H₂O.
De dichtheid van zuiver D₂O is: $1,112 \times 0,9982 \text{ kg dm}^{-3} = 1,110 \text{ kg dm}^{-3}$.
- e** Zuiver D₂O wordt zwaar water genoemd, omdat het een grotere dichtheid heeft dan zuiver H₂O.

B 36

- a** Boor heeft atoomnummer 5. In de natuur komen voor: B-10 en B-11, zie Binas tabel 25.
- b** Hun massagetallen zijn respectievelijk 10 en 11.
- c** Beide boorisotopen bezitten 5 protonen in de kern en 5 elektronen in de elektronenwolk.
- d** B-10 bevat $10 - 5 = 5$ neutronen in de kern, terwijl B-11: $11 - 5 = 6$ neutronen in de kern bevat.
- e** Stel, je gaat uit van 1000 booratomen. Dan hebben 199 booratomen (= 19,9% van 1000) een massa van 10,012 937 u en 801 booratomen (= 80,1% van 1000) hebben een massa van 11,009 305 u.
De totale massa van deze 1000 booratomen is:
 $(199 \times 10,012\,937) + (801 \times 11,009\,305) = 10\,811,0 \text{ u}$
De gemiddelde massa van een booratom wordt dan:
 $\frac{10\,811,0 \text{ u}}{1000} = 10,811\,02 \text{ u} = 10,8 \text{ u}$
Deze waarde komt overeen met die uit Binas.

C 37

$$\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{F}_3\text{NO}$$

$$(17 \times 12,01) + (18 \times 1,008) + (3 \times 19,00) + 14,01 + 16,00 = 309,3 \text{ u}$$

C 38

- a** Koper heeft atoomnummer 29. De nauwkeurige massa van de beide koperisotopen is voor de Cu-63: 62,929 60 u en voor de Cu-65: 64,927 79 u.
- b** De totale massa van die 1000 koperatomen is:
 $(62,929\,60 \times x) + 64,927\,79 \times (1000 - x)$
- c** Je vult in wat je weet:
$$63,55 = \frac{(62,929\,60 \times x) + 64,927\,79 \times (1000 - x)}{1000}$$

Of: $63,55 \times 1000 = (62,929\,60 \times x) + (64\,927,79 - 64,927\,79 \times x)$
Vereenvoudigd: $1,998\,19 \times x = 1377,79$
Of: $x = 689,5$
- d** Je kunt concluderen dat 689,5 van de 1000 atomen Cu-63 isotopen zijn (zo was x immers gedefinieerd). Het percentage Cu-63 in natuurlijk koper is dan:
 $\frac{689,5}{1000} \times 100\% = 69,0\% \text{ Cu-63 afgerond (en uiteraard 31,0\% Cu-65).}$
- e** Dit antwoord komt vrijwel overeen met de waarde in Binas (69,1%).

C 39

- a** 5,972 miljard maal een biljoen ton = $5,972 \cdot 10^9 \times 10^{12} \text{ ton} = 5,972 \cdot 10^{21} \text{ ton}$.
1 ton = 1000 kg, dus de massa is $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.
- b** $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg} \times 0,35 = 2,1 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- c** Rond de massa van 1 u af op drie decimalen.

massa (kg)	$1,661 \cdot 10^{-27}$	$2,1 \cdot 10^{24}$
massa (u)	1	x

$$x = \frac{2,1 \cdot 10^{24} \text{ kg} \times 1 \text{ u}}{1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1,3 \cdot 10^{51} \text{ u}$$

- d** Eén ijzeratoom heeft een massa van 55,85 u. Het aantal ijzeratomen is dan:
 $\frac{1,3 \cdot 10^{51} \text{ u}}{55,85 \text{ u}} = 2,3 \cdot 10^{49} \text{ ijzeratomen}$

e Er is dan $5,972 \cdot 10^{24}$ kg goud. Dit is:

massa (kg)	$1,661 \cdot 10^{-27}$	$5,972 \cdot 10^{24}$
massa (u)	1	x

$$x = \frac{5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg} \times 1 \text{ u}}{1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 3,6 \cdot 10^{51} \text{ u}$$

Eén goudatoom heeft een massa van 197,0 u. Het aantal goudatomen is dan:

$$\frac{3,6 \cdot 10^{51} \text{ u}}{197,0 \text{ u}} = 1,8 \cdot 10^{47} \text{ u}$$

2.4 De mol

A 40

a $41,1 \text{ km} = 41,1 \times 10^3 \text{ m} = 4,11 \cdot 10^4 \text{ m}$

b $0,0535 \text{ ML} = 0,0535 \times 10^6 \text{ L} = 5,35 \cdot 10^4 \text{ L}$

c $6,38 \cdot 10^3 \text{ mg} = 6,38 \cdot 10^3 \times 10^{-6} \text{ kg} = 6,38 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

A 41

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 $6,1 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 6,1 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}$

i $4,5 \text{ cm}^3 = 4,5 \text{ mL}$

j $123 \text{ cm} = 1,23 \text{ m}$

k $89 \mu\text{g} = 8,9 \cdot 10^{-5} \text{ g}$

l $125 \text{ mL} = 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ L}$ of $0,125 \text{ L}$

B 42

a

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

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

b

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

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

c

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

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

d

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

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

B 43

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

a De molaire massa van N_2 is $28,02 \text{ g mol}^{-1}$.

$$4,6 \cdot 10^2 \text{ g} \triangleq \frac{4,6 \cdot 10^2 \text{ g}}{28,02 \text{ g mol}^{-1}} = 16 \text{ mol } N_2$$

b De molaire massa van N_2O is $44,02 \text{ g mol}^{-1}$.

$$8,12 \text{ g} \triangleq \frac{8,12 \text{ g}}{44,02 \text{ g mol}^{-1}} = 0,184 \text{ mol } N_2O$$

c De molaire massa van $C_{12}H_{22}O_{11}$ is $342,30 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} \triangleq \frac{1,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{342,30 \text{ g mol}^{-1}} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol } C_{12}H_{22}O_{11}$$

d De molaire massa van Ar is $39,95 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,2 \cdot 10^{-6} \text{ g} \triangleq \frac{1,2 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{39,95 \text{ g mol}^{-1}} = 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol Ar}$$

B 44

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

B 45

a $2000 \text{ mg L}^{-1} (\text{mg/L})$

b $2000 \mu\text{g mL}^{-1} (\mu\text{g/mL})$

c $2 \text{ g L}^{-1} (\text{g/L})$

B 46

De lengte van de rij atomen is dan $1,5 \cdot 10^{-10} \times 10^{19} \text{ m} = 1\,500\,000\,000 \text{ m} = 1\,500\,000 \text{ km}$.

Dat gaat $\frac{1\,500\,000}{40\,074} = 37$ keer rond de aarde

B 47

a $5,0 \text{ mol } H_2O_2 = 5,0 \times 2 \text{ mol} = 10 \text{ mol O-atomen}$

b

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	32,00	20

$$x = \frac{20 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{32,00 \text{ g}} = 0,625 \text{ mol } O_2 = 0,625 \times 2 = 1,3 \text{ mol O}$$

c

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	48,00	20

$$x = \frac{20 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{48,00 \text{ g}} = 0,417 \text{ mol } O_3 = 0,417 \times 3 = 1,3 \text{ mol O}$$

d

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	46,07	20

$$x = \frac{20 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{46,07 \text{ g}} = 0,43 \text{ mol } C_2H_6O. \text{ Dit bevat eveneens } 0,43 \text{ mol O-atomen}.$$

B 48

De berekeningen in deze opgave zijn uitgevoerd met het rekenschema.

a $4,2 \text{ mol} \triangleq 4,2 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,5 \cdot 10^{24} \text{ moleculen CO}_2$

b $4,2 \text{ mol} \triangleq 4,2 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,5 \cdot 10^{24} \text{ moleculen C}_7\text{H}_{16}$
(4,2 mol van iedere stof bevat $2,5 \cdot 10^{24}$ moleculen.)

c De molaire massa van P_4 is $123,88 \text{ g mol}^{-1}$.

$$4,2 \text{ g} \triangleq \frac{4,2 \text{ g}}{123,88 \text{ g mol}^{-1}} = 3,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol P}_4$$

$$3,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \triangleq 3,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,0 \cdot 10^{22} \text{ moleculen P}_4$$

d De molaire massa van H_2S is $34,08 \text{ g mol}^{-1}$.

$$1,4 \cdot 10^{-3} \text{ g} \triangleq \frac{1,4 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{34,08 \text{ g mol}^{-1}} = 4,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_2\text{S}$$

$$4,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \triangleq 4,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,5 \cdot 10^{19} \text{ moleculen H}_2\text{S}$$

B 49

massa (g)	3,28	x
hoeveelheid (mol)	0,0275	1,00

De molaire massa van chloroform is:

$$x = \frac{3,28 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{0,0275 \text{ mol}} = 119 \text{ g}$$

De molecuulmassa is dan 119 u.

B 50

a

massa (g)	31,1035	x
massa (troy ounce)	1,00	400

$$400 \text{ troy ounce} = \frac{400 \text{ troy ounce} \times 31,1035 \text{ g}}{1,00 \text{ troy ounce}} = 12\,441,4 \text{ g} = 12,4414 \text{ kg}$$

b

massa (g)	12 441,4	x
hoeveelheid (mol)	197,0	1,00

$$x = \frac{12\,441,4 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{197,0 \text{ g}} = 63,2 \text{ mol Au}$$

c De armband bevat 82 massa-% goud, dat is $0,82 \times 47 \text{ g} = 38,54 \text{ g}$.

waarde (€)	395 000	x
massa (g)	12 441,4	38,54

$$x = \frac{395\,000 \text{ euro} \times 38,54 \text{ g}}{12\,441,4 \text{ g}} = \text{€ } 1224,-$$

B 51

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.

Op $1,0 \text{ cm}^3$ liggen $8,0 \cdot 10^3$ korrels. $1,0 \text{ m}^3$ is 10^6 maal groter dan $1,0 \text{ cm}^3$. Op $1,0 \text{ m}^3$ liggen dus $8,0 \cdot 10^3 \times 10^6 = 8,0 \cdot 10^9$ zandkorrels. Op $2,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ liggen dan $2,0 \cdot 10^3 \times 8,0 \cdot 10^9 = 1,6 \cdot 10^{13}$ zandkorrels.

- c** Je hebt $6,02 \cdot 10^{23}$ zandkorrels. Op $1,0 \text{ m}^3$ liggen $8,0 \cdot 10^9$ zandkorrels.

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

$$x = \frac{1,0 \text{ m}^3 \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ zandkorrels}}{8,0 \cdot 10^9 \text{ zandkorrels}} = 7,5 \cdot 10^{13} \text{ m}^3 = \frac{7,5 \cdot 10^{13} \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 3,8 \cdot 10^{13} \text{ m}^2$$

Als het strand dan 100 m breed is, heb je een strandlengte van

$$\frac{3,8 \cdot 10^{13} \text{ m}^2}{100 \text{ m}} = 3,8 \cdot 10^{11} \text{ m} = 3,8 \cdot 10^8 \text{ km} = 380\,000\,000 \text{ km strand. Ter vergelijking: de omtrek van de aarde is } 40\,075 \text{ km.}$$

C 52

- a** De formule van cafeïne is $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$.

b $M = (8 \times 12,01) + (10 \times 1,008) + (4 \times 14,01) + (2 \times 16,00) = 194,2 \text{ g mol}^{-1}$

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	194,2	0,125

$$x = \frac{0,125 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{194,2 \text{ g}} = 6,44 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

- c**

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

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

C 53 ★

- a** $1 : 100^{30}$ ofwel: $1 : 1 \cdot 10^{60}$

b $M = (12 \times 12,01) + (22 \times 1,008) + (11 \times 16,00) = 342,30 \text{ g mol}^{-1}$

hoeveelheid (mol)	1,00	x
massa (g)	342,30	4,4

$$x = \frac{4,4 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{342,30 \text{ g}} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

c $1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 7,74 \cdot 10^{21}$ suikermoleculen

d $7,74 \cdot 10^{21} \times 1 \cdot 10^{60} = 7,74 \cdot 10^{81}$ watermoleculen

- e** Eerst bereken je hoeveel mol watermoleculen er aanwezig zijn:

aantal deeltjes	$6,02 \cdot 10^{23}$	$7,74 \cdot 10^{81}$
hoeveelheid (mol)	1,00	x

$$x = \frac{7,74 \cdot 10^{81} \times 1,00 \text{ mol}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,29 \cdot 10^{58} \text{ mol}$$

Vervolgens reken je om hoeveel gram water dit is.

massa (g)	18,02	x
hoeveelheid (mol)	1,00	$1,29 \cdot 10^{58}$

$$x = \frac{1,29 \cdot 10^{58} \text{ mol} \times 18,02 \text{ g}}{1,00 \text{ mol}} = 2,32 \cdot 10^{59} \text{ g water}$$

- f** Je maakt eerst een 1 op 100-verdunning. Bijvoorbeeld 1 mL op 100 mL. Van die verdunde oplossing neem je een 1 op 100-verdunning. Je verdunt dus steeds door.

- g** Het aantal suikermoleculen op de hoeveelheid watermoleculen is zo klein dat er geen suikermoleculen meer in de oplossing aanwezig zijn.

Afsluiting

1

a $X = \text{Sr}$

b $X = \text{Br}$

2

a De formule van aspirine is $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$.

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

Je berekent met het rekenschema:

$$0,500 \text{ g} \triangleq \frac{0,500 \text{ g}}{180,1 \text{ g mol}^{-1}} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

c Dat zijn $2,78 \cdot 10^{-3} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,67 \cdot 10^{21}$ moleculen.

3

Water:

massa (g)	$1,0 \cdot 10^3$	18,02
hoeveelheid (mol)	x	1,00

$$x = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{18,02 \text{ g}} = 55,49 \text{ mol water}$$

hoeveelheid (mol)	1,00	55,49
aantal deeltjes	$6,02 \cdot 10^{23}$	x

$$x = \frac{55,49 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23}}{1,00 \text{ mol}} = 3,3 \cdot 10^{25} \text{ moleculen H}_2\text{O}$$

Alcohol:

massa (g)	$1,0 \cdot 10^3$	46,07
hoeveelheid (mol)	x	1,00

$$x = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{46,07 \text{ g}} = 21,72 \text{ mol alcohol}$$

hoeveelheid (mol)	1,00	21,71
aantal deeltjes	$6,02 \cdot 10^{23}$	x

$$x = \frac{21,71 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23}}{1,00 \text{ mol}} = 1,3 \cdot 10^{25} \text{ moleculen C}_2\text{H}_6\text{O}$$

4

massa (g)	221,6	x
hoeveelheid (mol)	0,5731	1,00

De molaire massa van cholesterol is:

$$x = \frac{221,6 \text{ g} \times 1,00 \text{ mol}}{0,5731 \text{ mol}} = 387 \text{ g}$$

De molecuulmassa is dan 387 u.

5

- a** De edelgassen
b $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
c De molaire massa van water is $18,02 \text{ g mol}^{-1}$.
 Je kunt het rekenschema gebruiken.

$$0,71 \text{ g water} \triangleq \frac{0,71 \text{ g}}{18,02 \text{ g mol}^{-1}} = 0,03940 \text{ mol water}$$

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

6

- a** Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:
- Er gaan elektronen (spontaan van nikkel) naar het koperplaatje, dus het koperplaatje wordt negatief geladen.
 - Het koperplaatje wordt negatief geladen, want elektronen of bètadeeltjes zijn negatief.
- 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.

7

Neem 100 atomen silicium:

$$\frac{(92,23 \times 27,97693 \text{ u}) + (4,67 \times 28,97650 \text{ u}) (3,10 + x \text{ u})}{100} = 28,08551 \text{ u}$$

Als je x uitrekent, is de massa $29,97377 \text{ u}$ voor de derde siliciumisotoop.

8

- a** $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
b 7 protonen en 8 neutronen
c De massa's zijn dan 28, 29 en 30 u.
 Afkomstig van de combinaties:
 ^{14}N en ^{14}N
 ^{14}N en ^{15}N
 ^{15}N en ^{15}N