

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

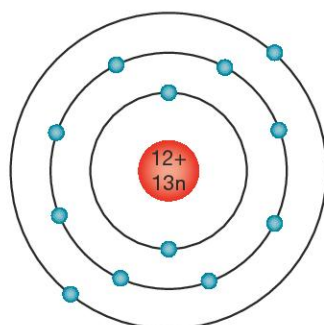
- a** $^{24}_{12}\text{Mg}$, magnesium
b $^{58}_{28}\text{Ni}$, nikkel

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

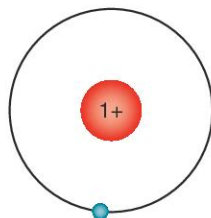
C 18

- a** Zie figuur 2.1a.



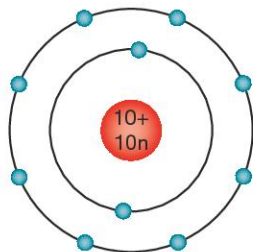
2.1a

b Zie figuur 2.1b.



2.1b

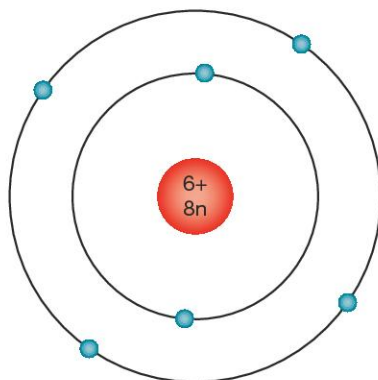
c Zie figuur 2.1c.



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 $\frac{\text{massa molecuul } \text{D}_2\text{O}}{\text{massa molecuul } \text{H}_2\text{O}} = \frac{20,03}{18,02} = 1,112$.
 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 grootheid. 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 mL = 0,500 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.

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

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

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

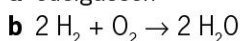
c De molaire massa van methanol is $12,01 + 4 \times 1,008 + 16,00 = 32,04 \text{ g mol}^{-1}$.

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

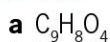
c De molaire massa van water is $18,02 \text{ g mol}^{-1}$.

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.