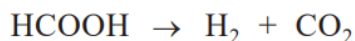


Extra uitdagende rekenopgaven vwo 4

Opgave A

Als het technisch mogelijk is om methaanzuur in een auto om te zetten tot waterstof en koolstofdioxide, kan de auto de vrijgekomen waterstof gebruiken als brandstof. De omzetting van methaanzuur tot waterstof in een auto is hieronder weergegeven.



Een Hyundai-waterstofauto kan 594 km rijden op 5,64 kg waterstof. De dichtheid van methaanzuur is $1,22 \text{ kg L}^{-1}$.

- 4p **3** Bereken het volume in L methaanzuur dat minstens nodig is om 5,64 kg waterstof te kunnen produceren. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

[Uitlegfilmpje](#)



Opgave B

Van een patiënt wordt bloed afgenomen, waarna het bloedserum wordt afgescheiden van de rode bloedlichaampjes. Het bloedserum bevat alle transferrine. Bij het vaststellen of iemand hemochromatose heeft, is onder andere de vrije ijzerbindende capaciteit **CF** van belang. Dit is het aantal mol Fe^{3+} dat per liter bloedserum nog aan het transferrine kan worden gebonden.

Bij gezonde mensen bevat het bloedserum gemiddeld 3,0 g transferrine per liter en is gemiddeld 30% van de bindingsplaatsen van het transferrine bezet met Fe^{3+} -ionen. Per molecuul transferrine kunnen twee Fe^{3+} -ionen worden gebonden. De molaire massa van transferrine is $8,0 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$.

- 3p **16** Bereken met behulp van de bovenstaande gegevens de gemiddelde **CF** in mol L^{-1} bij gezonde mensen.

[Uitlegfilmpje](#)



Opgave C

Het Marquis-reagens wordt bereid door oplossingen van zwavelzuur en methanal te mengen in de volumeverhouding 20 : 1,0.
In de tabel staan enkele gegevens van de gebruikte oplossingen.

tabel

	gehalte (massa%)	dichtheid (g mL ⁻¹)
zwavelzuur-oplossing	98	1,84
methanal-oplossing	37	1,09

- 4p 20 Bereken de molverhouding tussen methanal en zwavelzuur in Marquis-reagens.
Noteer de verhouding als volgt: zwavelzuur : methanal = : 1,0.

[Uitlegfilmpje](#)



Opgave D

In het onderzoek werd een oppervlak van 0,31 dm² van de huid van een proefpersoon in contact gebracht met een oplossing van Fe²⁺ ionen en werden de vluchtige verbindingen die ontstonden, verzameld en geanalyseerd. In de tabel is opgenomen hoeveel mol van een aantal stoffen bij het experiment werd verzameld en geanalyseerd. In de tabel zijn ook de zogenoemde geurdrempels van de stoffen en de molaire massa's opgenomen. De geurdrempel van een stof is het laagste gehalte waarbij een mens die stof kan ruiken.

tabel

	hexanal	heptanal	octanal	nonanal	decanal	oct-1- een-3-on
hoeveelheid (mol)	$73 \cdot 10^{-12}$	$48 \cdot 10^{-12}$	$234 \cdot 10^{-12}$	$407 \cdot 10^{-12}$	$140 \cdot 10^{-12}$	$24 \cdot 10^{-12}$
geurdrempel ($\mu\text{g m}^{-3}$)	30	250	5,8	4,5	1	0,03
molaire massa (g mol^{-1})	100,2	114,2	128,2	142,2	156,3	126,2

- 3p 10 Bereken het volume vluchtige verbindingen in cm^3 dat totaal per dm^2 is ontstaan in dit onderzoek ($T = 298 \text{ K}$, $p = p_0$). Ga er bij de berekening van uit dat:
- 1,0% van de ontstane verbindingen wordt verzameld;
 - andere dan de in de tabel genoemde vluchtige verbindingen mogen worden verwaarloosd.
 - Het molair volume van een gas is $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Met behulp van de gegevens uit de tabel is na te gaan welke stof de belangrijkste bijdrage levert aan de geur van het mengsel. Dat is de stof waarvan de verhouding tussen de gemeten massa en de geurdrempel het grootst is.

- 2p 11 Leg uit welke van de stoffen heptanal, nonanal of oct-1-een-3-on de grootste bijdrage aan de geur van het onderzochte mengsel levert.



[Uitlegfilmpje](#)

Antwoorden

Opgave A

3 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{\frac{5,64 \times 10^3}{2,02} \times 46,0}{1,22 \times 10^3} = 1,05 \cdot 10^2 \text{ (L)}$$

of

$$\text{Er is } \frac{5,64 \times 10^3}{2,02} = 2,792 \cdot 10^3 \text{ (mol) waterstof nodig.}$$

Dit wordt gevormd uit $2,792 \cdot 10^3 \times 46,0 = 1,284 \cdot 10^5 \text{ (g) methaanzuur.}$

$$\text{Dit is } \frac{1,284 \cdot 10^5}{1,22 \times 10^3} = 1,05 \cdot 10^2 \text{ (L) methaanzuur.}$$

Opgave B

16 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{3,0}{8,0 \cdot 10^4} \times 2 \times \frac{10^2 - 30}{10^2} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$$

of

$$\text{Er is } \frac{3,0}{8,0 \cdot 10^4} = 3,75 \cdot 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{) transferrine.}$$

Dat kan maximaal $3,75 \cdot 10^{-5} \times 2 = 7,50 \cdot 10^{-5} \text{ (mol) Fe}^{3+}$ binden.

$$\text{De CF is } 7,50 \cdot 10^{-5} \times \frac{10^2 - 30}{10^2} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{).}$$

Opgave C

20 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{20 \times 1,84 \times \frac{98}{10^2}}{98,1} : \frac{1,0 \times 1,09 \times \frac{37}{10^2}}{30,0} = 27 : 1$$

Zwavelzuur : methanal = 27 : 1,0

of

Er is dan $20 \times 1,84 \times \frac{98}{10^2} = 36,1$ (g) zwavelzuur en

$1,0 \times 1,09 \times \frac{37}{10^2} = 0,403$ (g) methanal.

Dat komt overeen met $\frac{36,1}{98,1} = 0,368$ (mol) zwavelzuur en

$\frac{0,403}{30,0} = 1,34 \cdot 10^{-2}$ (mol) methanal.

De verhouding is dus zwavelzuur : methanal = $\frac{0,368}{1,34 \cdot 10^{-2}} = 27 : 1,0$.

Opgave D

10 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{(73 + 48 + 234 + 407 + 140 + 24) \cdot 10^{-12} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^6 \times \frac{10^2}{1,0}}{0,31} = 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ (cm}^3\text{)}$$

11 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De verhouding tussen de massa en de geurdrempel is bij heptanal

$$\frac{48 \cdot 10^{-12} \times 114,2}{250 \cdot 10^{-6}} = 2,2 \cdot 10^{-5}.$$

Bij nonanal is deze verhouding $\frac{407 \cdot 10^{-12} \times 142,2}{4,5 \cdot 10^{-6}} = 1,3 \cdot 10^{-2}.$

Bij oct-1-een-3-on is deze verhouding $\frac{24 \cdot 10^{-12} \times 126,2}{0,03 \cdot 10^{-6}} = 1,0 \cdot 10^{-1}.$

Oct-1-een-3-on levert dus de grootste bijdrage.

- Heptanal zal het niet zijn, dat heeft een te hoge geurdrempel en er wordt heel weinig van gevormd.

Het aantal mol nonanal dat ontstaat is weliswaar ongeveer 20 keer zo groot als het aantal mol oct-1-een-3-on, maar de geurdrempel is wel 150 keer zo groot (terwijl de molaire massa's nauwelijks verschillen).

Dus oct-1-een-3-on levert de grootste bijdrage aan de geur.