

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

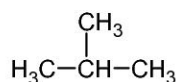
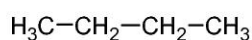
Isomeren zijn verschillende stoffen met verschillende structuurformules, maar met dezelfde molecuulformule.

B 3

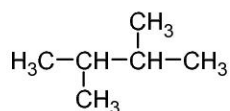
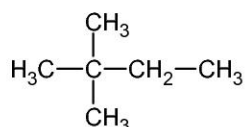
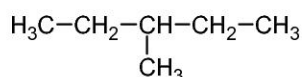
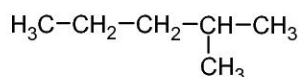
- a** De verbindingen waarin één of meer dubbele bindingen voorkomen zijn onverzadigd: b en d.
- b** De moleculen a en c zijn beide vertakt.

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 .

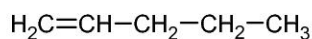
De molecuulformule van stof 3 is C_4H_8 .

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

De stoffen 2 en 3 zijn dus isomeren.

C 12

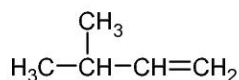
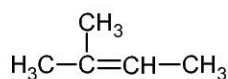
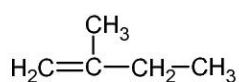
a,b



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.

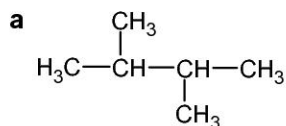
massa (kg)	$0,72 \cdot 10^3$	100
volume (L)	$1 \cdot 10^3$	x

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

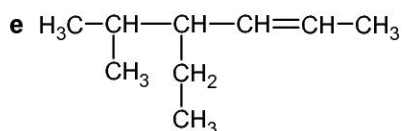
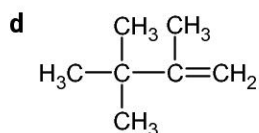
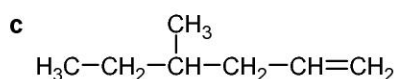
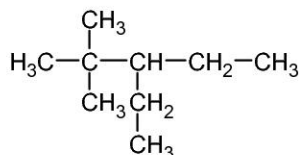
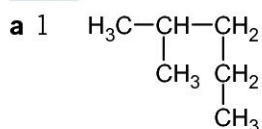
- c** Benzine levert $44 \text{ MJ kg}^{-1} = 44 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$.
 100 kg benzine levert $4,4 \cdot 10^9 \text{ J} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ kJ}$.
- d** Door toevoegen van cubaan verbruiken de motoren minder brandstof: een liter brandstof levert meer energie. De prestaties van coureurs mogen 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.

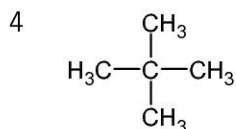
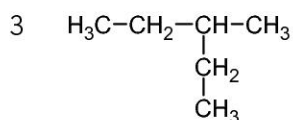
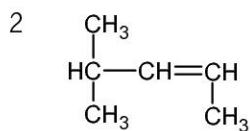
B 14

- 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

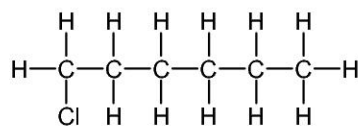
A 18

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

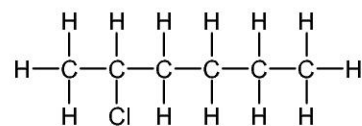
B 19

- 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.)

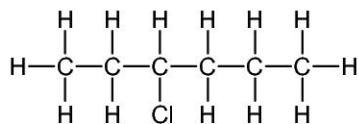
B 20



1-chloorhexaan

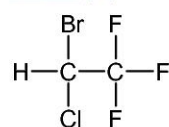


2-chloorhexaan



3-chloorhexaan

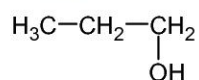
C 21



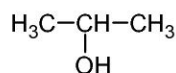
A 22

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

B 23

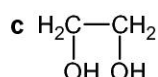
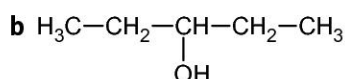
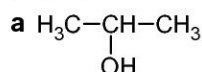


propaan-1-ol



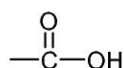
propaan-2-ol

B 24



A 25

a Een alkaanzuur kun je opvatten als een alkaan waarin een CH₃-groep is vervangen door de groep



b Nee, carbonzuren zijn alle koolstofverbindingen waarin een –COOH-groep voorkomt. Alkaanzuren zijn alkanen met een –COOH-groep.

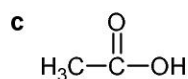
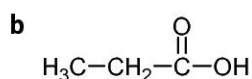
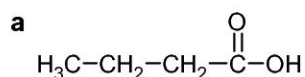
B 26

a ethaanzuur

b hexaanzuur

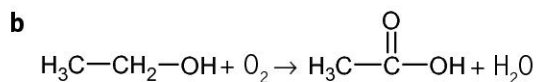
c methaanzuur

B 27 



C 28

a Ethanol en ethaanzuur

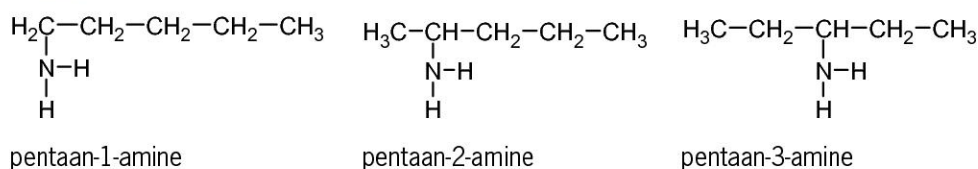


C 29

- 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.

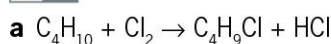
B 31**C 32** ★**b** $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2$ en $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$

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-dibroompropan, 1,2-dibroompropan, 1,3-dibroompropan en 2,2-dibroompropan

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 Ⓞ

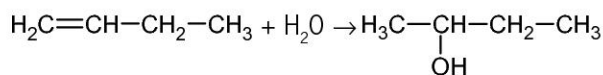
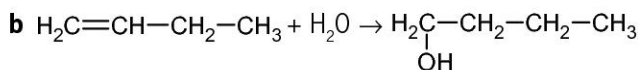
Broomwater is een geschikt reagens. De moleculen van onverzadigde vetzuren bevatten dubbele bindingen tussen C-atomen. Doordat broom wordt geaddedeerd aan deze dubbele bindingen kun je het broomwater zien ontkleuren.

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

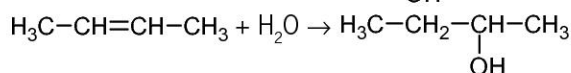
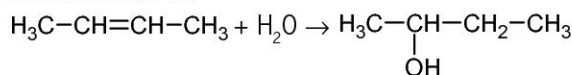
- a** De stof but-1-een is hydrofoob. Er kunnen geen waterstofbruggen worden gevormd.



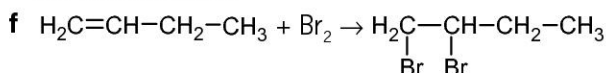
- c** butaan-1-ol en butaan-2-ol

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

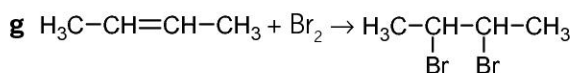
- e** Alleen butaan-2-ol



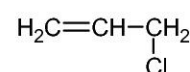
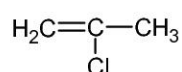
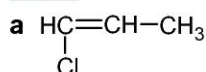
Beide structuurformules van het butanol stellen dezelfde stof voor. Let op de nummering van de hoofdketen.



Er ontstaat alleen 1,2-dibroombutaan.

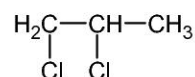


Er ontstaat alleen 2,3-dibroombutaan.

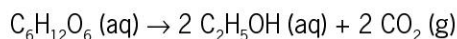
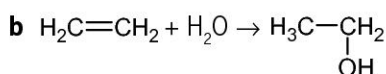
C 40

- 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.

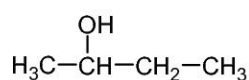
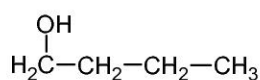
$$680 \text{ g ethanol komt overeen met } \frac{680}{46,07} = 14,8 \text{ mol.}$$

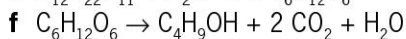
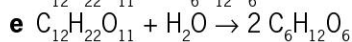
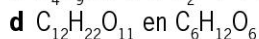
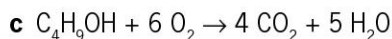
In 1,00 L spiritus zit 14,8 mol ethanol.

C 44

a Gerst, gist en water

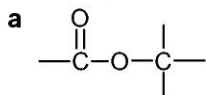
b $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$





6.4 Esters

A 45



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

A 46

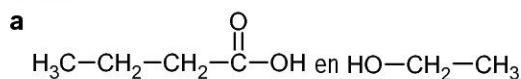
a een carbonzuur (bijvoorbeeld een alkaanzuur) en een alcohol (bijvoorbeeld een alkanol)

b condensatiereactie

c zwavelzuur of een enzym

d water

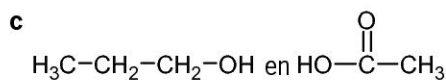
B 47



butaanzuur ethanol



ethanol propaanzuur

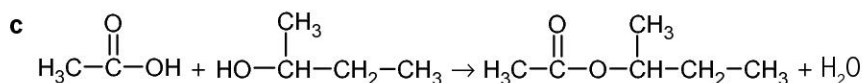
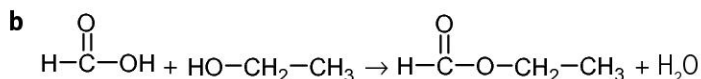
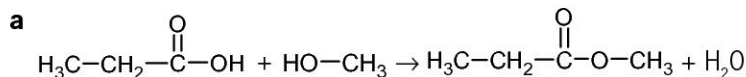


propaan-1-ol ethaanzuur

B 48

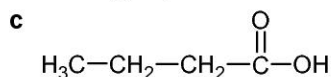
De ester van ethaanzuur en pentaan-1-ol heeft een grotere molecuulmassa dan de ester van ethaanzuur en ethanol. Hoe groter de molecuulmassa, des te sterker zijn de vanderwaalsbindingen tussen de moleculen en des te hoger is het kookpunt.

B 49

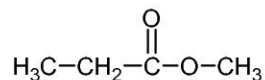


C 50

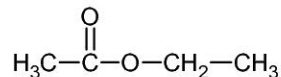
- a** Hydrofoob wil zeggen dat een stof niet goed kan mengen met water.
b Esters kunnen geen H-bruggen vormen: in het molecuul komen immers geen –OH- of –NH-groepen voor.



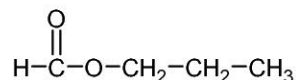
butaanzuur



de ester van propaanzuur en methanol



de ester van ethaanzuur en ethanol

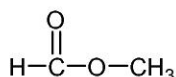


de ester van methaanzuur en propaan-1-ol

- 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 C₂H₄O₂.

De molecuulmassa is (2 × 12,01) + (4 × 1,008) + (2 × 16,00) = 60,05 u.

Per molecuul is aanwezig: 2 × 12,01 = 24,02 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 ●

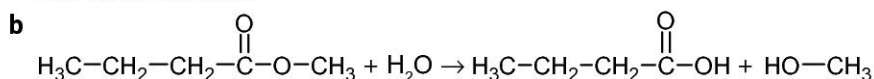
- a** Een carbonzuur (bijvoorbeeld een alkaanzuur) en een alcohol (bijvoorbeeld een alkanol)
b hydrolyse
c zwavelzuur of een enzym

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

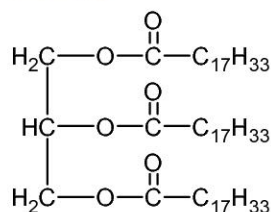
- a** Driemaal een estergroep
b Uit glycerol en vetzuren
c In een oliemolecuul zitten onverzadigde vetzuren. In een vetmolecuul zitten verzadigde vetzuren.
d Een olie is vloeibaar bij kamertemperatuur en een vet is vast bij kamertemperatuur.

B 56

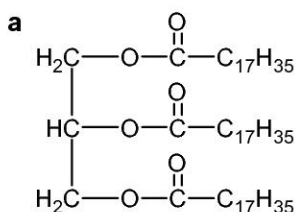
Linolzuur en oliezuur zijn onverzadigde vetzuren. Palmitinezuur en stearinezuur zijn verzadigde vetzuren.

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

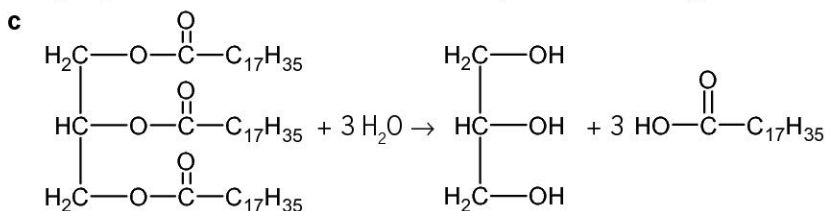
B 57



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.

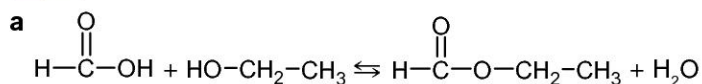
A 62 

- 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
$$\frac{[\text{CO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{CO}]^2} = K$$

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.

$$\frac{0,40^2}{0,80} = 0,2 = K$$

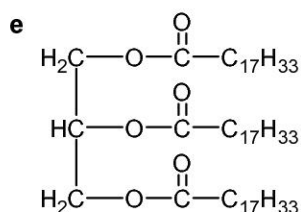
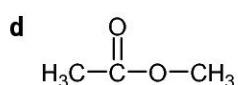
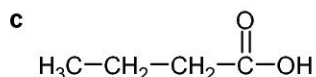
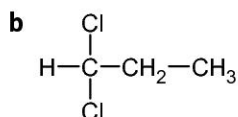
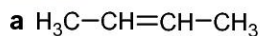
e Er was oorspronkelijk $0,50$ mol NO_2 , als dat volledig is omgezet is 100% omgezet.

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

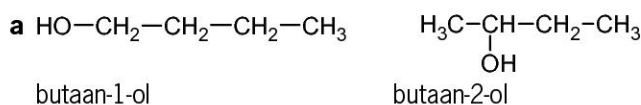
b pentaan-2-ol

c but-1-een

d de ester van ethanol en propaanzuur

e methaanzuur

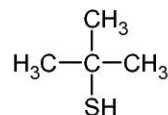
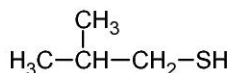
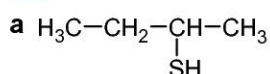
3



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 $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH} = 88,16 \text{ g mol}^{-1}$.

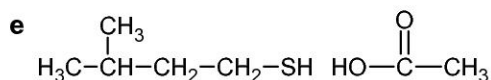
$$1,5 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH} \text{ komt overeen met } \frac{1,5}{88,16} = 1,702 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_7\text{SH}.$$

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 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 46,068 \text{ g mol}^{-1}$

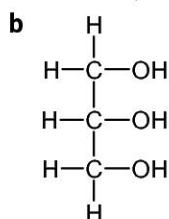
$$96 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \triangleq \frac{96}{46,068} = 2,084 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$$

$$\text{Molverhouding } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} : \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 1 : 4$$

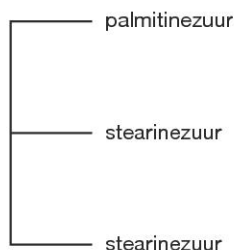
$$\text{Er is dus } \frac{2,084}{4} = 0,521 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ nodig.}$$

$$\text{Molaire massa } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 342,30 \text{ g mol}^{-1}$$

$$0,521 \text{ mol } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ komt overeen met } 0,521 \times 342,30 = 1,8 \cdot 10^2 \text{ g} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ kg } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}.$$

7**a** C 20 : 4 (n-6)

glycerol

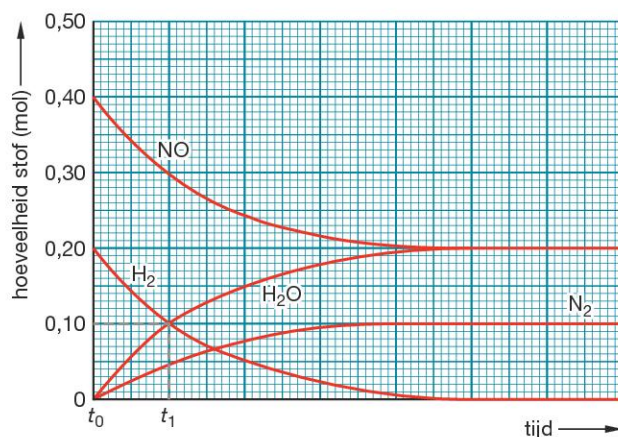
c Zie figuur 6.1.

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.