

09

Polymeren

9.1 Inleiding

1

- a $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
- b In een etheenmolecuul zit een dubbele binding tussen twee C-atomen. Etheen is dus een onverzadigde verbinding.
- c $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- d De samenhang tussen de moleculen wordt kleiner als ze sneller gaan bewegen. Daardoor wordt het plastic zacht.

9.2 Synthetische polymeren

experiment 9.1

► Hoe gedragen verschillende kunststoffen zich bij verwarming?

- a Vanderwaalsbinding en H-bruggen.
- b Hoe sterker de bindingen tussen de moleculen, des te hoger het smeltpunt van de stof.
- c Polymeren bestaan uit zware moleculen. Daardoor zijn de vanderwaalsbindingen tussen de moleculen sterk en het smeltpunt hoog. Bij kamertemperatuur zijn deze stoffen dus vast.
- d Het bakeliet veranderde blijvend na stevig verhitten. Er is dus een chemische reactie opgetreden: een ontledingsreactie.

A 2

- a Polymeren zijn stoffen die bestaan uit lange moleculen.
- b Voorbeelden van synthetische polymeren zijn: plastics, polyester, nylon.
- c Voorbeelden van natuurlijke polymeren zijn: wol, katoen, zetmeel, eiwitten.

A 3

- a Nee, het kan een thermoplast met een hoog verwekingspunt zijn. Of een plastic een thermoharder of een thermoplast is, hangt af van het gedrag bij verwarming: wordt de plastic zacht, dan is het een thermoplast, zo niet dan behoort hij tot de thermoharders.
- b De plastics verwarmen en kijken welke van de twee zacht wordt. Dat is de thermoplast.

- c Een thermoplast bestaat uit lange ketenmoleculen die niet via dwarsverbindingen (atoombindingen) met elkaar zijn verbonden. Een stuk thermoharder kun je beschouwen als een 'reuzenmolecuul'. Alle ketens zijn via atoombindingen met elkaar verbonden tot een groot netwerk.
- d Een thermoharder wordt niet zacht bij verwarmen en kan dus niet de vorm van een mal aannemen.

A 4

- a Zo'n stof heet een weekmaker.
- b De afstand tussen de polymeermoleculen wordt groter als er moleculen van een weekmaker tussen dringen. De aantrekkingskracht tussen de polymeer moleculen wordt kleiner en de stof wordt zachter.

B 5

- a In 100 g kunststof zit 28 g DOP. De kunststoffles heeft een massa van 50 g. Hierin zit dus 14 g DOP.
- b 1,0 L zonnebloemolie heeft een massa van 0,92 kg. 1,0 kg zonnebloemolie mag maximaal 40 mg DOP bevatten. 0,92 kg zonnebloemolie mag maximaal x mg DOP bevatten.

$$x = \frac{0,92 \times 40}{1,0} = 37 \text{ mg DOP}$$

- c In de fles zit 14 g DOP. Daarvan mag 37×10^{-3} g DOP overgaan in de olie.

$$\begin{aligned} 14 \text{ g DOP} &= 100\% \\ 37 \times 10^{-3} \text{ g DOP} &= y\% \end{aligned}$$

$$y = \frac{37 \times 10^{-3} \times 100}{14} = 0,26$$

Er mag maximaal 0,26% van de in de fles aanwezige DOP overgaan in de olie.

B 6

- a Dan wordt de kunststof te zacht en vloeit tussen de rollen weg.
- b In een kunststof met een grote molecuulmassa zijn relatief sterke vanderwaalsbindingen tussen de moleculen aanwezig. Deze kunststof heeft een relatief hoog verwekingspunt en wordt niet zo snel vloeibaar. Een dergelijke kunststof is dus het meest geschikt.

B 7

De dichtheid is de massa per volume-eenheid, bijvoorbeeld per m^3 .

Het volume van de matras is $2,0 \times 1,0 \times 0,15 = 0,30 \text{ m}^3$.

$0,30 \text{ m}^3$ polyurethaanschuim heeft een massa van 12 kg.

$1,0 \text{ m}^3$ polyurethaanschuim heeft een massa van x kg.

$$x = \frac{1,0 \times 12}{0,30} = 40$$

De dichtheid van het polyurethaanschuim is 40 kg m^{-3}

C 8

De uitwerkingen van de vragen bij de verrijkingstof vind je op de [site](#)

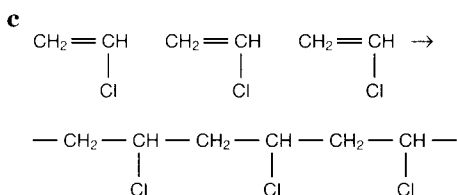
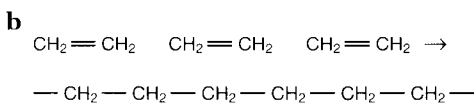
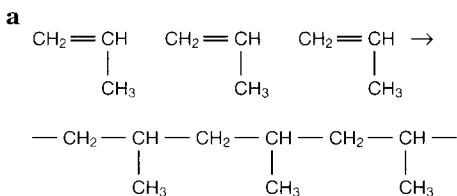
R 9

Reflectievraag

9.3 Het polymerisatieproces

A 10

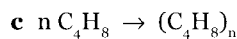
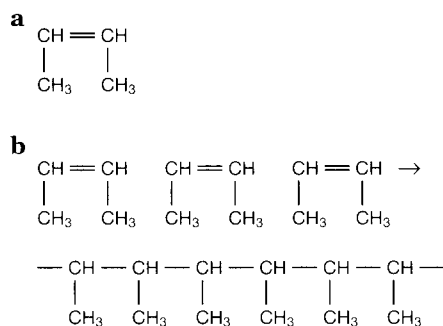
- a** Een monomeer is een stof waaruit een polymeer kan ontstaan. Een monomeer bestaat uit kleine moleculen. Bijvoorbeeld etheen of propene.
- b** Een polymeer is een stof die bestaat uit lange moleculen.
- c** Een polymerisatiereactie is het koppelen van monomeermoleculen tot een polymeermolecuul.

A 11**B 12**

De molecuulmassa van pvc is groter dan die van polyetheen. Daardoor zijn de vanderwaalsbindingen tussen pvc-moleculen groter dan die tussen polyetheenmoleculen. Dus heeft pvc het hoogste verwekingspunt.

B 13

- a** Hoge dichtheid wil zeggen: veel massa per cm^3 , dus veel moleculen per cm^3 . Dan is de onderlinge afstand tussen de moleculen kleiner dan bij lage-dichtheid polyetheen.
- b** In hoge-dichtheid polyetheen is de onderlinge afstand tussen de moleculen kleiner dan in lage-dichtheid polyetheen. De vanderwaalsbindingen zijn dus sterker. Dat resulteert in een hoger verwekingspunt.

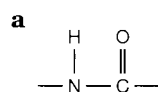
C 14**C 15**

- a** Een thermoplast bestaat uit ketenmoleculen die onderling niet verbonden zijn via atoombindingen. Een thermoharder is een netwerk molecuul. I, II en IV zijn moleculen van thermoplasten. III is een molecuul van een thermoharder.
- b** Molecuul II bevat OH-groepen en kan dus H-bruggen vormen met andere moleculen. Deze stof zal het hoogste verwekingspunt hebben.

R 16

Reflectievraag

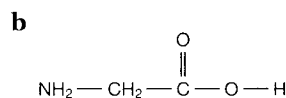
9.4 Natuurlijke polymeren

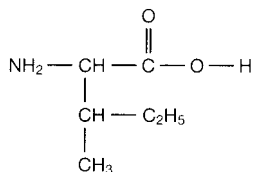
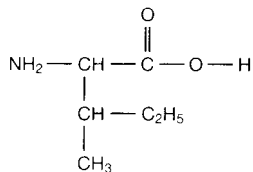
A 17

- b** Eiwitten worden gemaakt uit aminozuren.
- c** Eiwitten doen dienst als bouwstof (structureiwitten) en als enzym.
- d** Koolhydraten ontstaan in groene planten uit koolstofdioxide en water. Deze reactie, fotosynthese, verloopt onder invloed van licht.
- e** Glucose ontstaat door hydrolyse van suiker en zetmeel dat je via je voedsel naar binnen krijgt.
- f** Je lichaam heeft koolhydraten nodig voor de energievoorziening.

B 18

- a** In de structuurformule is de peptidebinding aanwezig.




B 19

- a De dichtheid van melk = $1,03 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
 1,00 L melk heeft een massa van 1,03 kg.
 In 1,03 kg melk zit 25 g caseïne.
 Hiermee kun je berekenen hoeveel g caseïne in 100 g melk zit, dus het massapercentage.

g caseïne	x	25
g melk	100	$1,03 \cdot 10^3$

$$x = \frac{100 \times 25}{1,03 \times 10^3} = 2,4 \text{ g caseïne}$$

Het massapercentage caseïne in melk is 2,4%

- b $5 \cdot 10^9$ L melk heeft een massa van $5 \cdot 10^9 \times 1,03 \text{ kg} = 5,15 \cdot 10^9 \text{ kg}$ (Je rondt pas op het eind af.)
 Met behulp van het massapercentage kun je berekenen hoeveel kg caseïne hierin zit.

kg caseïne	2,4	y
kg melk	100	$5,15 \cdot 10^9$

$$y = \frac{2,4 \times 5,15 \cdot 10^9}{100} = 1 \cdot 10^8 \text{ kg caseïne}$$

Uit 5 miljard liter melk kun je $1 \cdot 10^8 \text{ kg}$ caseïne winnen.

C 20

- a In 1,0 liter thioglycolzuuroplossing is 1,0 mol thioglycolzuur opgelost.

mol thioglycolzuur	1,0	x
liter oplossing	1,0	$90 \cdot 10^{-3}$

$$x = \frac{1,0 \times 90 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol glycolzuur}$$

In 90 mL oplossing zit $9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ glycolzuur.

- b Uit de reactievergelijking lees je af dat voor het verbreken van 1,0 mol zwavelbruggen 2,0 mol glycolzuur nodig is.

	S-bruggen	glycolzuur
molverhouding	1	2
gegeven/gevraagd	y	$9,0 \cdot 10^{-2}$

$$y = \frac{1,0 \times 9,0 \cdot 10^{-2}}{2} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol S-bruggen}$$

- d Je berekent eerst hoeveel mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ -ionen nodig zijn om $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ S-bruggen te vormen. Dat doen je met behulp van de molverhouding.
 Uit de reactievergelijking lees je af dat er 1,0 mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ -ionen nodig is om 1,0 mol S-bruggen te vormen.
 Om $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ S-bruggen te vormen is dus $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ -ionen nodig.

- e In 1,0 liter basische oplossing zit 0,1 mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$.

mol $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	0,1	$4,5 \cdot 10^{-2}$
liter oplossing	1,0	p

$$p = \frac{1,0 \times 4,5 \cdot 10^{-2}}{0,1} = 5 \cdot 10^{-1} \text{ liter oplossing}$$

Er is $5 \cdot 10^{-1} \times 10^3 = 5 \cdot 10^2 \text{ mL}$ basische oplossing nodig.

B 21

- a – De bieten worden gewassen en in stukjes gesneden.
 – Ze worden met water gekookt. Dan wordt de suiker geëxtraheerd.
 – Dan volgt filtratie. Het filtraat is suikerwater.
 – Het filtraat wordt ingedampd.

- b Bij het koken en indampen.

B 22

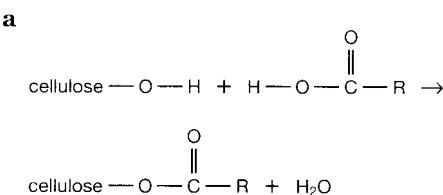
- a In 100 kg aardappelen zit 18 kg zetmeel.
 Daarmee kun je berekenen in hoeveel kg aardappelen $7,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ zetmeel zit.

kg zetmeel	18	$7,0 \cdot 10^3$
kg aardappelen	100	x

$$x = \frac{100 \times 7,0 \cdot 10^3}{18} = 3,9 \cdot 10^4 \text{ kg aardappelen}$$

- b $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow n \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

- c Volgens de wet van behoud van massa is de totale massa van zetmeel + water gelijk aan die van glucose. Er zal dus in theorie meer dan $7,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ glucose kunnen ontstaan.

B 23


- b Als alle OH-groepen veresterd zijn, is de stof hydrofoob geworden. Er kunnen dan geen H-bruggen meer gevormd worden tussen de OH-groepen van de cellulosemoleculen en de watermoleculen.

B 24

- a $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3(\text{aq})$
 b Sorbitol wordt niet omgezet in melkzuur, zodat het glazuur van de tanden niet wordt aangetast.
 c Biologisch afbreekbaar betekent: bacteriën kunnen de stof omzetten in andere producten, meestal kleinere moleculen.
 d Biologisch afbreekbare kunststoffen belasten het milieu in veel mindere mate. Misschien zijn ze minder geschikt om te hergebruiken. De grondstoffen hoeven niet uit aardolie te worden gehaald: een besparing op onze fossiele brandstoffen.

R 25

Reflectievraag

9.5 Een verantwoord voedselpakket

A 26

- a** Eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines en mineralen.
b Eiwitten: worden afgebroken tot aminozuren. Hieruit maakt je lichaam nieuwe eiwitten die onder andere dienst doen als structuureiwitten of als enzymen.
 Vetten: worden afgebroken tot glycerol en vetzuren. De vetzuren worden onder andere gebruikt voor de bouw van lichaamscellen.
 Koolhydraten: worden afgebroken tot glucose. Dat zorgt voor de energievoorziening in je lichaam.
 Vitamines: versterken onder andere de werking van sommige enzymen.
 Mineralen: worden onder andere ingebouwd in allerlei enzymen.

B 27

	eiwitten g	vetten g	koolhydraten g
250 g bruin brood	$2,5 \times 10 = 25$	$2,5 \times 3 = 7,5$	$2,5 \times 45 = 113$
40 g margarine	$0,40 \times 0 = 0$	$0,40 \times 81 = 32$	$0,40 \times 1 = 0,4$
40 g Goudse kaas	$0,40 \times 24 = 9,6$	$0,40 \times 31 = 12$	$0,40 \times 0 = 0$
50 g leverworst	$0,50 \times 19 = 9,5$	$0,50 \times 27 = 14$	$0,50 \times 2 = 1$
50 g honing	$0,50 \times 0 = 0$	$0,50 \times 0 = 0$	$0,50 \times 80 = 40$
250 g volle melk	$2,5 \times 4 = 10$	$2,5 \times 3,4 = 8,5$	$2,5 \times 5 = 13$
totaal	54	74	167

b

	energie
250 g bruin brood	$2,5 \times 1048 = 2620$ kJ
40 g margarine	$0,40 \times 3009 = 1204$ kJ
40 g Goudse kaas	$0,40 \times 1558 = 623$ kJ
50 g leverworst	$0,50 \times 1337 = 669$ kJ
50 g honing	$0,50 \times 1364 = 682$ kJ
250 g volle melk	$2,5 \times 263 = 658$ kJ
totaal	$6,5 \cdot 10^3$ kJ

c De gemiddelde dagelijkse energiebehoefte is $9,60 \cdot 10^3$ kJ tot $1,34 \cdot 10^4$ kJ

$$9,6 \cdot 10^3 = 100\%$$

$$6,5 \cdot 10^3 = x\%$$

$$x = \frac{6,5 \cdot 10^3 \times 100}{9,6 \cdot 10^3} = 68\%$$

$$1,3 \cdot 10^4 = 100\%$$

$$6,5 \cdot 10^3 = y\%$$

$$y = \frac{6,5 \cdot 10^3 \times 100}{1,3 \cdot 10^4} = 50\%$$

De maaltijd levert dus 50% tot 68% van de dagelijkse energiebehoefte.

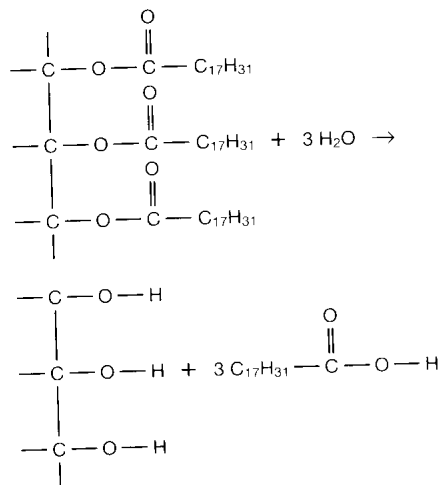
B 28

- a** Cellulose
b Dan worden er onvoldoende hoeveelheden afgebroken voedingsstoffen via de wand van de dunne darm in het bloed opgenomen.

B 29

- a** Onverzadigd: in de moleculen komen één of meer dubbele bindingen tussen C-atomen voor.
b Met behulp van broomwater. Broom addeert aan de dubbele binding(en) waardoor de bruine kleur verdwijnt.

c



B 30

- a** Vitamine A moleculen zijn hydrofoob, vet is ook hydrofoob. Vitamine A en vet mengen daardoor goed. Vitamine C moleculen zijn hydrofiel. Ten gevolge van het grote aantal -OH groepen kunnen ze H-bruggen vormen met watermoleculen. Vitamine C lost goed op in water.
b Vitamine A voorkomt nachtblindheid en stimuleert de werking van je afweersysteem. Het verhoogt de lichaamsweerstand en stimuleert de vorming van gebit, botten en rode bloedcellen. Vitamine C voorkomt scheurbuik, verhoogt de lichaamsweerstand en is onder andere betrokken bij de vorming van hemoglobine.
c Een pakje margarine bevat $250 \times 20 = 5,0 \cdot 10^3$ IE vitamine A.

$$5,0 \cdot 10^3 \text{ vitamine A} = 1,5 \text{ mg vitamine A}$$

$$1,0 \text{ IE vitamine A} = x \text{ mg vitamine A}$$

$$x = \frac{1,0 \times 1,5}{5,0 \cdot 10^3} = 3,0 \cdot 10^{-4}$$

1,0 I.E vitamine A komt dus overeen met $3,0 \cdot 10^{-4}$ mg vitamine A.

R 31

Reflectievraag