

4 Brandstoffen

1 Fossiele brandstoffen

Leerstof

- 1 bijvoorbeeld: benzine, kerosine, diesel, lpg, flessengas, stookolie
- 2 bijvoorbeeld: kunststoffen, asfalt, smeerolie, verf, lijm, geneesmiddelen, wasmiddelen, cosmetica, kaarsen, was
- 3 Aardoliefracties hebben een kooktraject en geen kookpunt. Een zuivere stof heeft een kookpunt.
- 4
 - a een ontledingsreactie waarbij lange koolwaterstofmoleculen worden afgebroken tot kleinere koolwaterstofmoleculen
 - b het proces waarbij groene planten met behulp van (zon)licht glucose en zuurstof maken uit koolstofdioxide en water

Toepassing

- 5 Gesloten wil zeggen dat er geen lucht bij de olie kan komen. Als de hete olie in contact zou komen met zuurstof uit de lucht, zou ze ontbranden/ vlam vatten.
- 6
 - a C_9H_{20} , want dat bestaat uit meer C- en H-atomen dan C_7H_{16} .
 - b Helemaal boven in de destillatietoren, want deze koolwaterstof zit in de gasfractie.
 - c in de benzinefractie
- 7
 - a in de gasfractie en in de benzinefractie
 - b in de benzine-, de nafta- of de kerosinefractie
- 8
 - a met behulp van een katalysator lange koolwaterstofmoleculen afbreken tot kleinere moleculen
 - b Een ontledingsreactie, want uit één stof ontstaan meerdere andere stoffen.
 - c $C_6H_{12}(l)$
 - d Door de gasoliefractie te destilleren krijg je niet de koolwaterstofsamenstelling die nodig is om benzine te maken. Bij het verder destilleren van gasolie worden alleen de koolwaterstoffen van elkaar gescheiden die 15 tot 25 C-atomen bevatten.
- *9
 - a Pyrolyse is de reactie die optreedt als een stof sterk wordt verhit, zonder dat een zuurstof aanwezig is. Pyrolyse is dus een ontledingsreactie.
 - b biomassa \rightarrow vluchtige stoffen + houtskool
 - c Deze energie wordt geleverd door de verbranding van de uitgedampte, vluchtige teerproducten.
 - d

Stap 1 beschrijving: Koolstof reageert met stoom tot koolstofmono-oxide en waterstof.

Stap 2 reactieschema: $koolstof(s) + stoom(g) \rightarrow koolstofmono-oxide(g) + waterstof(g)$

Stap 3 molecuulformules: $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$

Stap 4 kloppend maken: $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$
 - e Endotherm, want je hebt voor de vergassing energie nodig.
 - f Het gevormde gasmengsel is een mengsel van koolstofmono-oxide en waterstof en dat zijn allebei brandstoffen.

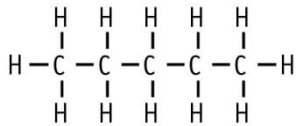
2 Koolstofverbindingen

Leerstof

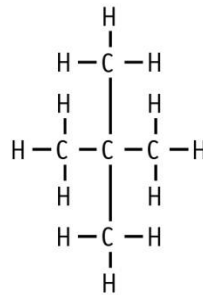
- 10 Deze groep koolwaterstoffen heet de alkanen.
- 11 Deze stoffen noem je isomeren.
- 12 Alkanolen hebben de algemene formule $C_nH_{2n+1}OH$.
- 13 Deze tekening heet een structuurformule.

Toepassing

- 14 a De molecuulformule van deze koolwaterstof is C_5H_{12} .
- b Deze koolwaterstof is een alkaan, want de molecuulformule C_5H_{12} voldoet aan de algemene formule voor de alkanen C_nH_{2n+2} . Voor vijf C-atomen ($n = 5$) is $2 \times n + 2 = 2 \times 5 + 2 = 12$.
- c Bijvoorbeeld:



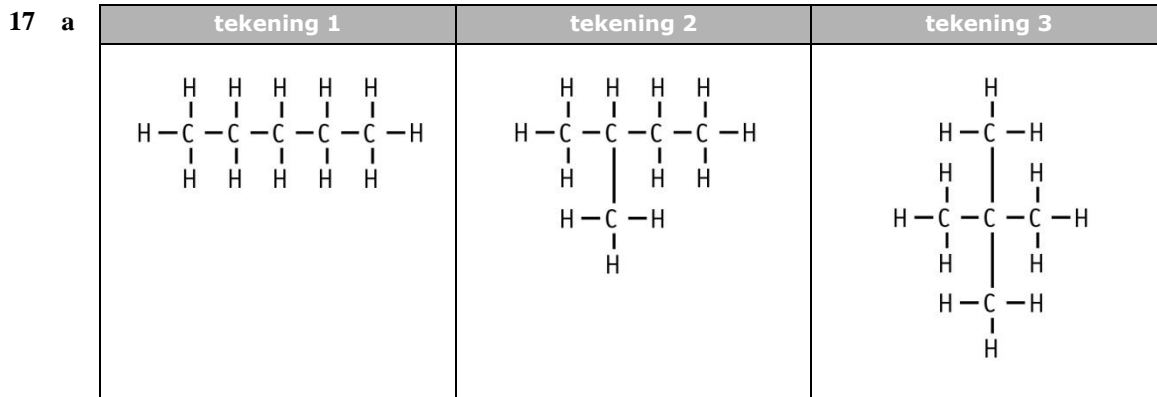
en



- 15 a model 1: C_6H_{14}
 model 2: C_7H_{16}
 model 3: C_6H_{14}
- b Model 1 en 3. Ze verschillen in ruimtelijke bouw en dus in stoffeigenschaften, maar hebben wel dezelfde molecuulformule.

	tekening 1	tekening 2	tekening 3
c	$ \begin{array}{cccccc} & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & \\ H & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -H \\ & & & & & & \\ & H & H & H & H & H & H \end{array} $	$ \begin{array}{cccccc} & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & \\ H & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -H \\ & & & & & & \\ & H & & H & H & H & H \\ & & & & & & \\ & & H-C-H & & & & \\ & & & & & & \\ & & H & & & & \end{array} $	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \\ H-C-C-C-H \\ \quad \quad \\ H \quad \quad H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array} $

- 16 a De stoffen waarvan de moleculen door structuurformules 1 en 3 worden weergegeven, zijn alkanolen. Beide hebben ze één OH-groep in hun molecuul en beide voldoen aan de algemene formule voor de alkanolen $C_nH_{2n+1}OH$.
- b De molecuulformule van het molecuul weergegeven in structuurformule 1 is C_2H_5OH .
 De molecuulformule van het molecuul weergegeven in structuurformule 3 is C_4H_9OH .
- c De stoffen weergegeven door de structuurformules 1 en 4 zijn isomeren. Ze zijn beide opgebouwd uit hetzelfde aantal C-, H- en O-atomen in hun molecuul en hebben dus dezelfde molecuulformule, C_2H_6O , maar het zijn twee verschillende stoffen.



b De alkaan met de formule $C_5H_{12}(l)$ is niet één stof. Er zijn drie isomeren. Omdat isomeren verschillende stoffen zijn, hebben ze verschillende kookpunten. Isomeren met kookpunten lager dan ongeveer $20\text{ }^\circ\text{C}$ vind je in de gasfractie. Isomeren met een kookpunt hoger dan $20\text{ }^\circ\text{C}$ komen in de benzinefractie terecht.

- *18 a Het kookpunt van neopentaaan is laag, slechts $10\text{ }^\circ\text{C}$. Bij het destilleren zal neopentaaan niet condenseren als er onvoldoende wordt gekoeld, en dus niet als destillaat worden opgevangen. Daarom heeft men de stof nooit eerder opgemerkt.
- b Gezien het lage kookpunt van neopentaaan ($10\text{ }^\circ\text{C}$) komt dit isomeer van pentaaan in gasfractie (kooktraject lager dan $20\text{ }^\circ\text{C}$) voor.
- c Neopentaaan is het meest vertakte van de drie isomere structuren en heeft het kleinste aanrakingsoppervlak tussen de moleculen en dus de zwakste vanderwaalskrachten en daarmee het laagste kookpunt.

3 Energie uit brandstoffen

Leerstof

- 19 a chemische energie
b verbrandingswarmte
c ontbrandingstemperatuur
- 20 a Chemische energie wordt omgezet in warmte.
b rendement (η) = $\frac{\text{nuttig gebruikte energie } (E_{\text{nut}})}{\text{totaal geleverde energie } (E_{\text{tot}})} \cdot 100\%$
c Er gaat altijd warmte verloren. Bijvoorbeeld in de vorm van warme lucht die via de afvoer van de cv-ketel in de buitenlucht terechtkomt.
- 21 a Je kunt er de verbrandingswarmte van een brandstof mee bepalen.
b Dat is de hoeveelheid warmte die nodig is om 1 gram water 1 graad Celsius in temperatuur te laten stijgen.

Toepassing

- 22 30 kg levert 9 930 000 kJ aan warmte. Dus 1 kg levert $\frac{9\,930\,000}{30} = 331\,000\text{ kJ} = 331\text{ MJ/kg}$.

- 23 a** Stap 1 beschrijving: Acetyleen reageert met zuurstof tot koolstofdioxide en water.
 Stap 2 reactieschema: acetyleen(g) + zuurstof(g) → koolstofdioxide(g) + water(l)
 Stap 3 molecuulformules: $C_2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$
 Stap 4 kloppend maken: $2 C_2H_2(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 4 CO_2(g) + 2 H_2O(l)$
- b** Voor 1,0 g acetyleen is 3,1 g zuurstof nodig, dus voor 1,0 kg acetyleen is 3,1 kg zuurstof nodig.
- c** 1,0 kg acetyleen heeft een volume van $\frac{1,0 \text{ (kg)}}{0,62 \text{ (kg/m}^3\text{)}} = 1,61 \text{ m}^3$. De verbrandingswarmte van acetyleen is $56,9 \text{ MJ/m}^3$. Dus bij het verbranden van $1,61 \text{ m}^3$ acetyleen komt er $1,61 \text{ (m}^3\text{)} \times 56,9 \text{ (MJ/m}^3\text{)} = 92 \text{ MJ}$ warmte vrij.
- 24 a** Gebruik de formule $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$.
 10 L water heeft een massa van 10 kg, ofwel 10 000 g.
 $\Delta T = 100 - 15 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \text{ (J/(g}\cdot^\circ\text{C))} \times 10\,000 \text{ (g)} \times 85 \text{ (}^\circ\text{C)} = 3\,570\,000 \text{ J} = 3,57 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,57 \text{ MJ}$
 Om deze warmte te verkrijgen, moet je $\frac{3,57 \text{ (MJ)}}{31,7 \text{ (MJ/m}^3\text{)}} = 0,11 \text{ m}^3$ aardgas verbranden.
- b** Zonne-energie wordt omgezet in chemische energie.
- c** Een vijfde deel aardgas betekent dat het mengsel voor 20 vol% uit aardgas bestaat. De rest, 80 vol%, is waterstofgas.
- d** Gebruik de formule $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$.
 10 L water heeft een massa van 10 kg, ofwel 10 000 g.
 $\Delta T = 100 - 15 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \text{ (J/(g}\cdot^\circ\text{C))} \times 10\,000 \text{ (g)} \times 85 \text{ (}^\circ\text{C)} = 3\,570\,000 \text{ J} = 3,57 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,57 \text{ MJ}$
 Om deze warmte te verkrijgen, moet je $\frac{3,57 \text{ (MJ)}}{15 \text{ (MJ/m}^3\text{)}} = 0,24 \text{ m}^3$ van dit gasmengsel verbranden.
- 25 a** Bij elektrolyse wordt elektrische energie omgezet in chemische energie.
- b** Stap 1 beschrijving: Water ontleedt in waterstof en zuurstof.
 Stap 2 reactieschema: water(l) → waterstof(g) + zuurstof(g)
 Stap 3 molecuulformules: $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$
 Stap 4 kloppend maken: $2 H_2O(l) \rightarrow 2 H_2(g) + O_2(g)$
- c** 1,0 kg water bestaat uit 11,1% waterstof. Dat is gelijk aan $\frac{11,1}{100} \times 1,0 = 0,111 \text{ kg}$ waterstof.
- d** Je krijgt 82% van 0,111 kg waterstof, en dat is $0,091\,02 \text{ kg} = 91 \text{ g}$.
- e** Gebruik de formule $m = \rho \cdot V$.
 150 L vloeibare waterstof heeft een massa van $150 \text{ (L)} \times 70,8 \text{ (g/L)} = 10\,620 \text{ g} = 10,62 \text{ kg}$. Water bevat 11,1 massa% waterstof. Om 10,62 kg waterstof te produceren, is $10,62 \times \frac{100}{11,1} = 95,7 \text{ kg}$ water nodig. Dit komt overeen met het rendement van 82% bij de elektrolyse. Je hebt 100% water nodig voor de elektrolyse, dit is $95,7 \text{ kg} \times \frac{100}{82} = 117 \text{ L}$.
- 26 a** Chemische energie wordt omgezet in elektrische energie.
- b** Elektrische energie wordt omgezet in bewegingsenergie.
- c** de elektromotor
- d** Stap 1 beschrijving: Methanol reageert met zuurstof tot koolstofdioxide en water.
 Stap 2 reactieschema: methanol(l) + zuurstof(g) → koolstofdioxide(g) + water(l)
 Stap 3 molecuulformules: $CH_3OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
 Stap 4 kloppend maken: $2 CH_3OH(l) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$

- e Alleen de elektrische energie die de brandstofcel levert, is nuttig. Aan de ontstane warmte heb je niets. Van de 100% chemische energie die erin gaat, wordt 60% omgezet in elektrische energie. Het rendement van de brandstofcel is dus 60%.
- f Uit 100 kJ chemische energie wordt 60% aan elektrische energie verkregen. Dat is 60 kJ. De elektromotor zet die 60 kJ voor 90% om in bewegingsenergie. Dat is dus $\frac{60 \text{ (kJ)}}{100\%} \times 90\% = 54 \text{ kJ}$ aan bewegingsenergie. In totaal wordt van de 100 kJ chemische energie uiteindelijk 54 kJ aan bewegingsenergie verkregen. Het rendement is dus 54%.
- *27 a** $\text{CH}_3\text{OH(l)}$
- b** Methanol, $\text{CH}_3\text{OH(l)}$, bevat ook de atoomsoort H. Er is dus nog een stof betrokken bij de reactie, die de waterstofatomen levert.
- c** Stap 1 beschrijving: Koolstofdioxide en waterdamp reageren tot methanol en zuurstof.
 Stap 2 reactieschema: $\text{koolstofdioxide(g)} + \text{water(g)} \rightarrow \text{methanol(l)} + \text{zuurstof(g)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH(l)} + \text{O}_2\text{(g)}$
 Stap 4 kloppend maken: $2 \text{CO}_2\text{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{OH(l)} + 3 \text{O}_2\text{(g)}$
- d** Er wordt zonne-energie gebruikt om stroom, dus elektrische energie, op te wekken. Zonne-energie wordt omgezet in elektrische energie.
- e** De hulpstof adsorbeert $\text{CO}_2\text{(g)}$ aan zijn oppervlak en katalyseert de reactie van $\text{CO}_2\text{(g)}$ met $\text{H}_2\text{O(g)}$.
- f** In de laatste regel staat dat methanol vanaf het oppervlak van de hulpstof omhoog borrelt. Methanol wordt dus aan het oppervlak gevormd.

4 Brandstoffen en milieu

Leerstof

- 28 a** Het broeikaseffect wil zeggen dat de warmte die de aarde uitstraalt, gedeeltelijk wordt tegengehouden.
- b** De stof die verantwoordelijk is voor het broeikaseffect is $\text{CO}_2\text{(g)}$.
- 29** biomethanol, bio-ethanol, biodiesel, plantaardige oliën, groengas
- 30** Dit zijn biobrandstoffen van de tweede generatie.

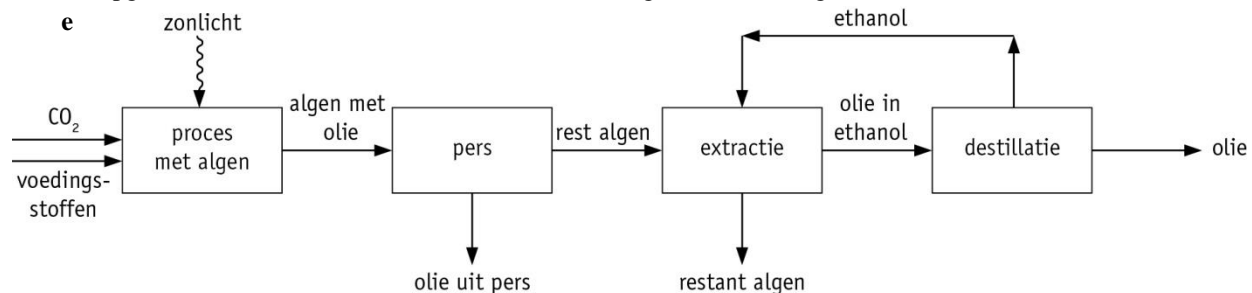
Toepassing

- 31 a** $m = \rho \cdot V = 200\,000 \text{ L} \times 0,79 \text{ kg/L} = 158\,000 \text{ kg}$ kerosine
- b** Voor de verbranding van 1,0 kg kerosine is 3,5 kg zuurstof nodig.
- c** $200\,000 = 158\,000 \text{ kg}$ kerosine. Als deze hoeveelheid volledig verbrandt, ontstaat er $3,1 \times 158\,000 = 489\,800 \text{ kg}$ koolstofdioxide.
- 32 a** $\text{CO}_2\text{(g)}$ speelt een rol bij het fotosyntheseprocess, waardoor planten groeien en waarbij zuurstof en de voor de mens belangrijke brandstof glucose worden gevormd. $\text{CO}_2\text{(g)}$ houdt voor een deel de warmte-uitstraling van de aarde tegen. Door dit broeikaseffect is de temperatuur op aarde zodanig aangenaam dat er leven mogelijk is.
- b** Er is zo veel extra $\text{CO}_2\text{(g)}$ in de atmosfeer gekomen door verbranding van fossiele brandstoffen, dat de natuur dit via de koolstofkringloop niet meer kan verwerken. Door dit teveel aan $\text{CO}_2\text{(g)}$ wordt er meer warmte-uitstraling van de aarde tegengehouden. Daardoor neemt de temperatuur op aarde toe.

- 33 a** distikstoftetra-oxide
- b** Stap 1 beschrijving: Stikstofmono-oxide reageert met ammoniak tot stikstof en water.
 Stap 2 reactieschema: $\text{stikstofmono-oxide(g)} + \text{ammoniak(g)} \rightarrow \text{stikstof(g)} + \text{water(l)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{NO(g)} + \text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{N}_2\text{(g)}$
 Stap 4 kloppend maken: $6 \text{NO(g)} + 4 \text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O(l)} + 5 \text{N}_2\text{(g)}$
- c** Stap 1 beschrijving: Stikstofdioxide reageert met ammoniak tot stikstof en water.
 Stap 2 reactieschema: $\text{stikstofdioxide(g)} + \text{ammoniak(g)} \rightarrow \text{stikstof(g)} + \text{water(l)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{NO}_2\text{(g)} + \text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{N}_2\text{(g)}$
 Stap 4 kloppend maken: $6 \text{NO}_2\text{(g)} + 8 \text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow 12 \text{H}_2\text{O(l)} + 7 \text{N}_2\text{(g)}$
- d** Er is dan te weinig ammoniak aanwezig om alle stikstofoxides uit het rookgas te verwijderen, en dan komt alsnog een deel van alle NO_x in de lucht.

- 34 a** eerste generatie biobrandstoffen
- b** 1 Biobrandstoffen zijn hernieuwbaar.
 2 De verbranding van biobrandstoffen draagt niet bij aan het versterkte broeikaseffect, biobrandstoffen zijn CO_2 -neutraal.
- c** 1 Voor het telen van voedselgewassen is veel grond nodig, waardoor er een tekort ontstaat aan landbouwgrond om ons voedsel op te verbouwen.
 2 Kijk je naar het gehele proces (well-to-wheel-principe) om van gewassen biobrandstoffen te maken, en naar alle CO_2 -uitstoot die hierbij optreedt, dan valt de vermindering van de totale CO_2 -uitstoot nogal tegen.
- d** Het verschil is $205 - 85 = 120 \text{ g/km}$. In procenten betekent dit $\frac{120 \text{ (g/km)}}{205 \text{ (g/km)}} \times 100\% = 58,5\%$
 minder CO_2 -uitstoot.
- e** Bij dit principe kijk je naar alle activiteiten die nodig zijn: van het telen van een gewas, de productie van een biobrandstof, naar de CO_2 -uitstoot bij het rijden op een biobrandstof. Zo krijg je een goed beeld of de productie van een biobrandstof wel bijdraagt aan een vermindering van de CO_2 -uitstoot.
- f** Het verschil is $215 - 135 = 80 \text{ g/km}$. In procenten betekent dit $\frac{80 \text{ (g/km)}}{215 \text{ (g/km)}} \times 100\% = 37,2\%$
 minder CO_2 -uitstoot.

- 35 a** extractie of extraheren
- b** Destilleren is een geschikte scheidingsmethode, maar vanwege het grote verschil in kookpunten kun je het mengsel ook indampen.
- c** Destillatie is het meest geschikt. Als je destilleert, krijg je het ethanol als distillaat weer terug en kun je het weer opnieuw gebruiken voor de extractie van de olie.
- d** Het $\text{CO}_2\text{(g)}$ dat wordt uitgestoten door de verbranding van de algenolie is eerder door de algen opgenomen om de olie te maken. Netto ontstaat er geen extra $\text{CO}_2\text{(g)}$ in de atmosfeer.



- *36 a** In de vergassingsruimte treden ontledingsreacties op (thermolysen). Uit biomassa ontstaan meerdere reactieproducten.
- b** Stap 1 beschrijving: Koolstofmono-oxide en waterstof reageren tot methaan en waterdamp.
 Stap 2 reactieschema: $\text{koolstofmono-oxide(g)} + \text{waterstof(g)} \rightarrow \text{methaan(g)} + \text{water(g)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$
 Stap 4 kloppend maken: $\text{CO(g)} + 3 \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$
- c** Bij de elektrolyse wordt gebruikgemaakt van elektrische energie die is opgewekt uit zonne- of windenergie en dat zijn duurzame energiebronnen.
- d** Om ervoor te zorgen dat al het (giftige) CO(g) wordt omgezet in methaan.
- e** methaan, waterdamp en waterstof
- f** Bij het afkoelen tot een temperatuur lager dan 100 °C, ontstaat vloeibaar water dat je kunt aftappen.
- g** Er wordt gebruikgemaakt van biomassa. Groengas is dus een biobrandstof van de tweede generatie.

6 Oefenen voor de toets

- 1 a** Stap 1 beschrijving: Hexaan wordt verbrand tot koolstofdioxide en water.
 Stap 2 reactieschema: $\text{hexaan(l)} + \text{zuurstof(g)} \rightarrow \text{koolstofdioxide(g)} + \text{water(l)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
 Stap 4 kloppend maken: $2 \text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + 19 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 12 \text{CO}_2\text{(g)} + 14 \text{H}_2\text{O(l)}$
- b** Stap 1 beschrijving: Hexaan wordt verbrand tot koolstofmono-oxide en water.
 Stap 2 reactieschema: $\text{hexaan(l)} + \text{zuurstof(g)} \rightarrow \text{koolstofmono-oxide(g)} + \text{water(l)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
 Stap 4 kloppend maken: $2 \text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + 13 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 12 \text{CO(g)} + 14 \text{H}_2\text{O(l)}$
- c** Stap 1 beschrijving: Hexaan wordt verbrand tot koolstof en water.
 Stap 2 reactieschema: $\text{hexaan(l)} + \text{zuurstof(g)} \rightarrow \text{koolstof(s)} + \text{water(l)}$
 Stap 3 molecuulformules: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
 Stap 4 kloppend maken: $2 \text{C}_6\text{H}_{14}\text{(l)} + 7 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 12 \text{C(s)} + 14 \text{H}_2\text{O(l)}$
- d** Door de hitte in de motor kunnen de stikstof en de zuurstof uit de lucht met elkaar reageren. Bij deze reactie ontstaan stikstofoxides.
- e** In de uitlaat van een auto zit een katalysator die het NO_x(g) omzet in stoffen die niet of minder schadelijk zijn voor het milieu.
- 2 a** Kraken is een ontledingsreactie waarbij de grotere, langere koolwaterstofmoleculen worden afgebroken tot kleinere koolwaterstofmoleculen.
- b** Links van de pijl heb je 20 C-atomen. Rechts van de pijl staan er 8 + 2x. Links en rechts moet het aantal C-atomen aan elkaar gelijk zijn. Ofwel $20 = 8 + 2x$. Hieruit volgt: $x = \frac{20 - 8}{2} = 6$. De tweede koolwaterstof bevat 6 C-atomen. Doe je hetzelfde voor de H-atomen, dan vind je: $42 = 18 + 2y$. $y = \frac{42 - 18}{2} = 12$. De formule van deze koolwaterstof is C₆H₁₂(l).
- c** De gevormde koolwaterstof, C₆H₁₂(l), is een alkeen. De formule voldoet aan de algemene formule van de alkenen, C_nH_{2n}.

- 3 Gebruik de formule $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$.
 200 mL water heeft een massa van 200 g.
 $\Delta T = 62,7 - 18,9 = 43,8 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \text{ (J/(g}\cdot^\circ\text{C))} \times 200 \text{ (g)} \times 43,8 \text{ (}^\circ\text{C)} = 36\,792 \text{ J} = 0,037 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,037 \text{ MJ}$
 Deze hoeveelheid warmte is vrijgekomen uit de verbranding van 4,0 g jojoba-olie. 1 kg jojoba-olie zou bij de verbranding $\frac{0,037 \text{ (MJ)}}{4,0 \text{ (g)}} \times 1000 = 9,3 \text{ MJ}$ opleveren. De verbrandingswarmte van jojoba-olie is dus 9,3 MJ/kg. Dit is aan de lage kant dus minder goed geschikt als biobrandstof.
- 4
- tweede generatie biobrandstoffen
 - Kalkwater reageert met koolstofdioxide en bindt het tot een vaste stof (troebel).
 - Een reden hiervoor kan zijn om de verbrandingswarmte van het gasmengsel te verhogen. Propaan heeft immers een hoge verbrandingswarmte en kan daardoor extra energie leveren.
 - Bij de verbranding van het biomethaan en het biopropan wordt ook koolstofdioxide gevormd. Echter, al het $\text{CO}_2(\text{g})$ dat wordt uitgestoten bij de verbranding is eerder door de voedselgewassen opgenomen. Netto ontstaat er geen extra $\text{CO}_2(\text{g})$ in de atmosfeer.

7 Praktijk | Bestaat er brandveilige kleding?

- Het soort materiaal waar de kleding van gemaakt is.
 - Hoe strak of hoe losjes de kleding wordt gedragen.
- voldoende hoge temperatuur, zuurstof en een brandstof
- een vlamvertragend middel
- Het is niet alleen het soort materiaal dat meeweegt. Ook hoe wijd de trui valt en hoe dik het materiaal is geweven. Dus er is geen eenduidig antwoord te geven.