

Hoofdstuk 3 Brandstoffen

3.1 Wat is benzine?

Practicum 1

Bij deze proef gaat het om de juiste mengverhouding van benzine en lucht. Bij te weinig benzine gebeurt er vrijwel niets. Bij de juiste mengverhouding is goed te horen dat het mengsel heel snel ontbrandt. Bij teveel benzine gaat de proef minder goed en er ontstaat roet.

- 1 –
- 2 a Geef eerst het reactieschema in woorden, daarna in formules en maak van het schema een kloppende vergelijking.
waterdamp + koolstof → koolstofmonoxide + waterstof

$$\text{H}_2\text{O(g)} + \text{C(s)} \rightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$$
 koolstof + zuurstof → koolstofmonoxide

$$2 \text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO(g)}$$
 b Watergas is een mengsel van twee stoffen, die beide verbranden. Neem aan dat waterstof en koolstofmonoxide in de molecuulverhouding van 1 : 1 in watergas voorkomen.
 waterstof + koolstofmonoxide + zuurstof → koolstofdioxide + water

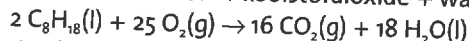
$$\text{H}_2\text{(g)} + \text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$
- 3 a Lucht bestaat voor een groot deel uit stikstof. In de hete motor reageert stikstof met zuurstof. Daarbij ontstaan stikstofoxiden.
 b Links staan de gassen vóór behandeling. Rechts staan de stoffen die onder invloed van de katalysator ontstaan. Er zijn twee stoffen die als ze de katalysator passeren, met zuurstof reageren. Daarbij ontstaan koolstofdioxide en water. Er is één stof die hierbij als leverancier van zuurstof optreedt. Welke stof is dat? Met CO_2 gebeurt niets in de katalysator. CO en C_2H_4 verbranden, waarbij koolstofdioxide en water ontstaan. Stikstofdioxide fungeert hier als zuurstofleverancier en moet dus links van de pijl staan.

$$4 \text{CO(g)} + 2 \text{NO}_2\text{(g)} \rightarrow 4 \text{CO}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$$

$$2 \text{C}_2\text{H}_4\text{(g)} + 6 \text{NO}_2\text{(g)} \rightarrow 4 \text{CO}_2\text{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O(l)} + 3 \text{N}_2\text{(g)}$$
- 4 a Bij destillatie worden de stoffen gescheiden door de stoffen te verwarmen waardoor ze gaan koken. De damp vang je op. De stof met het laagste kookpunt verdampt het eerst. Bij destillatie maakt men gebruik van de verschillen in kookpunt van de stoffen die gescheiden moeten worden.
 b Benzine is een mengsel en heeft dus een kooktraject.

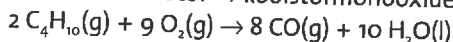
- 5 a Geef eerst het reactieschema in woorden, daarna in formules en maak van het schema een kloppende vergelijking.

octaan + zuurstof → koolstofdioxide + water



- b Geef eerst het reactieschema in woorden, daarna in formules en maak van het schema een kloppende vergelijking.

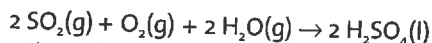
butaan + zuurstof → koolstofmonoxide + water



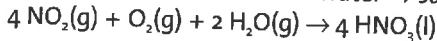
- 6 a Geef eerst het reactieschema in woorden, daarna in formules en maak van het schema een kloppende vergelijking.

zwaveldioxide + zuurstof + water →

zwavelzuur



- b stikstofdioxide + zuurstof + water → salpeterzuur



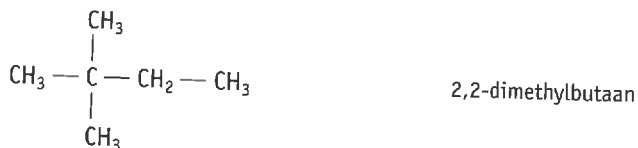
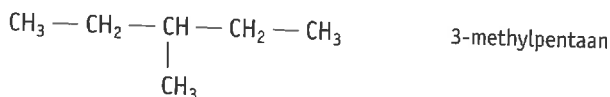
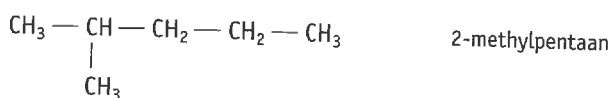
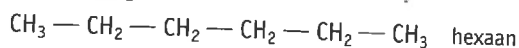
Practicum 2

- A In de tekeningen zijn de H-atomen met één binding gekoppeld aan de C-atomen. Elk C-atoom is met vier bindingen gekoppeld aan andere atomen.

- B De hoek H-C-H is iets groter dan 90 graden.

Bij meting blijkt dit ongeveer 110 graden te zijn.

Practicum 3



7 –

- 8 Het voorvoegsel geeft aan welke karakteristieke groep aanwezig is. De stamnaam geeft het aantal koolstofatomen aan. Het plaatsnummer geeft aan waar de karakteristieke groep zich bevindt.
- a $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
Molecuulformule: C_7H_{16}
- b $\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
Molecuulformule: $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$
- c $\text{Br} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br}$
Molecuulformule: $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$
- d $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
Molecuulformule: C_8H_{18}
- 9 a $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
2,3-dimethylbutaan
- $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
2-methylpentaan
- b Ga na wat de molecuulformules zijn van beide stoffen.
Van beide stoffen is de molecuulformule C_6H_{14} . Het zijn dus isomeren.
- 10 a 2,4-dimethylpentaan. De hoofdketen bestaat uit vijf C-atomen. Op het tweede en vierde C atoom zit een methylgroep.
- b 3,3-dimethylhexaan
- c 2,2-dimethylbutaan. De plaatsnummers moeten zo laag mogelijk zijn. Je moet dus van rechts naar links nummeren.
- 11 De vloeibare alkanen met een kookpunt tot 100°C zijn pentaan, hexaan, methylbutaan, 2-methylpentaan, 3-methylpentaan, heptaan en de isomeren van heptaan.

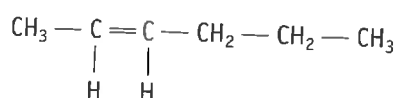
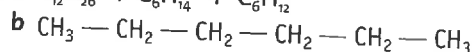
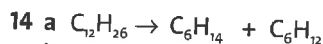
3.2 Hoe maak je benzine?

Practicum 5

- A Bij de eerste proef lukt het vrijwel niet om de brand aan de gang te houden.
Bij de tweede proef ontbrandt het gas veel sneller en het blijft ook gemakkelijker branden.
- B Het kookpunt van paraffineolie is 573 K volgens tabel 11.
- C Bij de eerste proef gebeurt er niets met de paraffineolie. Bij sterk verhitten raakt de olie aan de kook. De damp is moeilijk brandbaar.
Bij de tweede proef heeft de paraffineolie gereageerd en zijn stoffen ontstaan met een veel lager kookpunt. Die zijn veel gemakkelijker te verbranden.

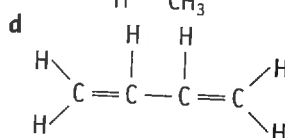
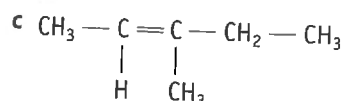
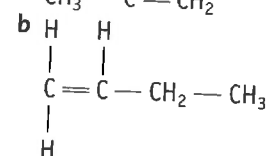
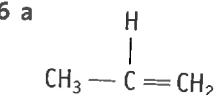
12 -

- 13 Aardolie bestaat uit een groot aantal stoffen. Bij de destillatie kunnen die niet allemaal gescheiden worden. Men vangt fracties op. Een fractie bestaat uit een aantal vloeistoffen met kookpunten die dicht bij elkaar liggen. Daarom spreekt men van een gefractioneerde destillatie.



- 15 a Destillatie is een scheidingsmethode. De stoffen worden niet omgezet in andere stoffen. Het is dus geen chemische reactie.
- b Bij kraken worden grote moleculen kapot gemaakt. Er ontstaan andere, kleinere moleculen. Kraken is dus wel een chemische reactie.

16 a



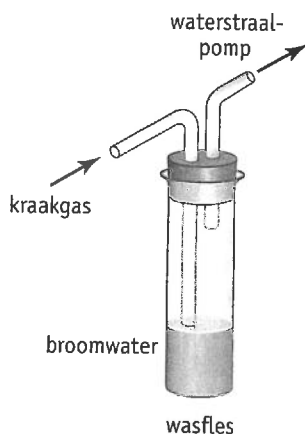
3.3 Hoe toon je alkenen aan?

Practicum 6

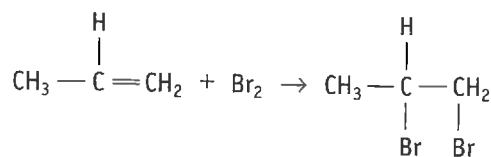
- A Er ontstaan twee lagen. De onderste laag was eerst bruine en de bovenste laag kleurloos. Na schudden wordt de onderste laag kleurloos en de bovenste laag bruine.
- B De geelbruine kleur wordt veroorzaakt door broom, Br_2 . Deze stof lost vrij slecht op in water en lost veel beter op in hexaan. Door het schudden gaat het broom van de waterlaag naar de hexaanlaag.
- C Na 10 minuten is de inhoud en de kleur van de erlenmeyer die in het donker heeft gestaan niet veranderd. De inhoud van de erlenmeyer die in het licht heeft gestaan is kleurloos geworden.
- D Bij beide proeven is de inhoud van drie van de vier erlenmeyers kleurloos geworden. Bij de proef met 1-hexeen beide erlenmeyers en bij de proef met hexaan één van beide. Zie ook C.
- E De geelbruine kleur van broom verdwijnt, dus broom reageert met 1-hexeen.

- 17 a Je moet het gas dan door broomwater leiden. Als het gas onverzadigde verbindingen bevat, reageren die met broom. De bruine kleur verdwijnt.

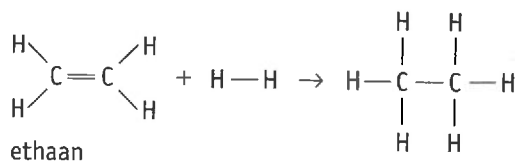
b



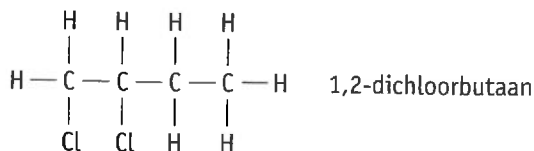
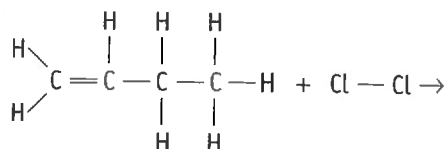
c



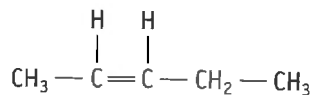
- 18 a Ga na wat er gebeurt bij een additiereactie.



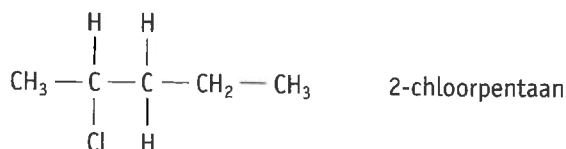
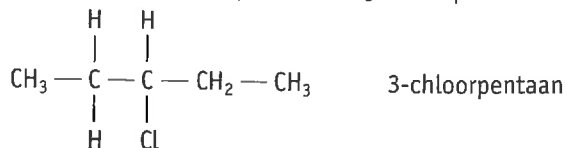
b



19 a

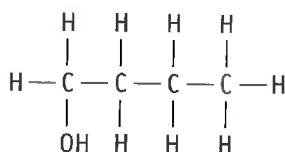
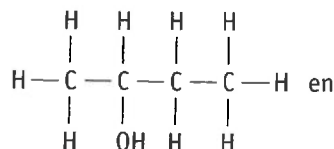
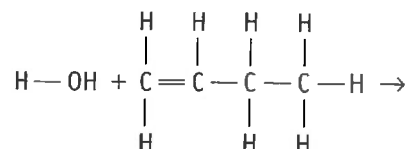


- b Je kunt een molecuul waterstofchloride op twee manieren aan de dubbele binding "plakken". Er ontstaan: 2-chloorpentaan en 3-chloorpentaan.



- 20 Het is handig om water hierbij te zien als H-OH. Het molecuul water kun je op twee manieren 'langs de dubbele binding leggen'.

a Ga na wat er gebeurt bij een additie.

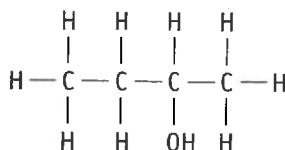
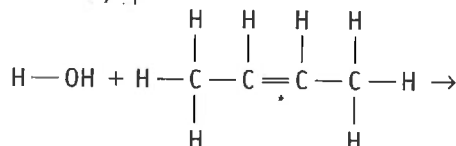


- b Het watermolecuul kan op twee manieren aan de dubbele binding koppelen:

- 1) de OH groep wordt aan het eerste koolstofa- toom gebonden;
- 2) de OH groep wordt aan het tweede koolstofa- toom gebonden.

Hierbij ontstaan twee verschillende stoffen.

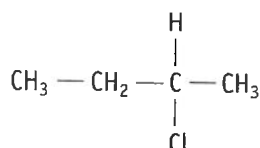
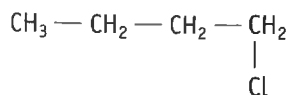
- c Er ontstaat maar één stof, omdat het geen verschil uitmaakt hoe het watermolecuul wordt gekoppeld. Het lijkt wel of er, net als bij opgave b, twee mogelijkheden zijn, maar die leveren beide dezelfde stof (met de OH groep aan het tweede C atoom) op.

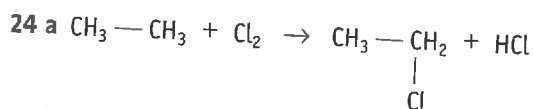
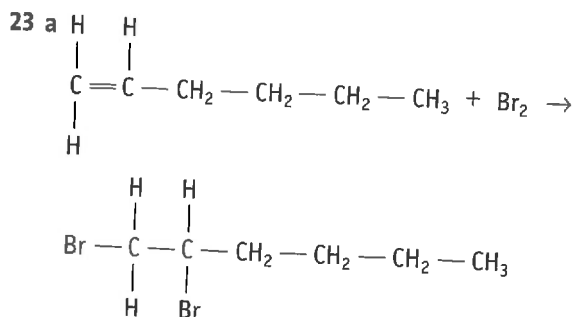


21 -

- 22 a Bij deze reactie wordt één H-atoom vervangen door een chlooratoom. Er ontstaat ook waterstofchloride. $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{Cl} + \text{HCl}$

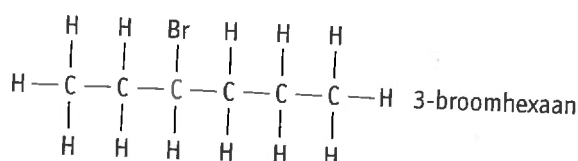
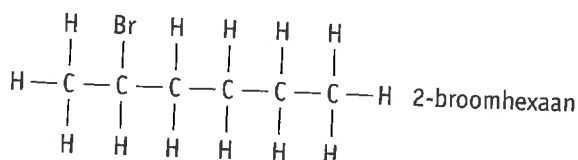
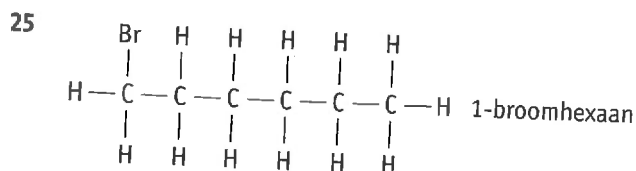
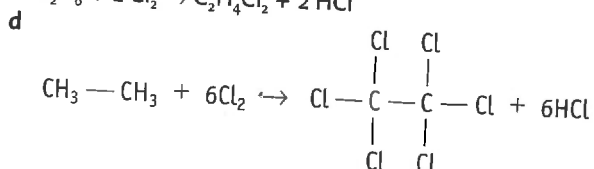
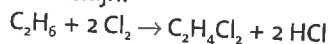
- b Vergelijk de waterstofatomen aan de 4 C-atomen. Maakt het uit welk waterstofatoom je vervangt? Er kan 1-chloorbutaan en 2-chloorbutaan ontstaan.





b Peter heeft gelijk: bij substitutie met chloor ontstaat waterstofchloride en geen waterstof.

c Bij substitutie is één molecuul Cl_2 nodig is voor elk waterstofatoom dat vervangen wordt door een chlooratoom. Het waterstofatoom dat vervangen wordt, komt in de vorm van een molecuul HCl te voorschijn.



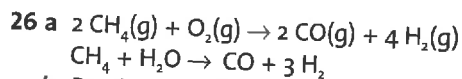
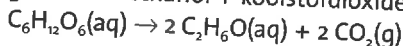
3.4 Hoe maak je biobrandstof?

Practicum 7

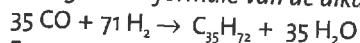
A De vloeistof wordt vaak troebel. Er ontstaan belletjes (gasontwikkeling). Het kalkwater in de gaswasfles wordt troebel

B Kalkwater is een reagens voor koolstofdioxide. Dat is dus het gas dat ontstaat.

C glucose $\rightarrow$ ethanol + koolstofdioxide



b De algemene formule van de alkanen is $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$



c Er moet worden gekoeld, omdat bij het proces warmte vrijkomt. Dus het proces is exotherm.

d ontledingsproces: kraken
andere soort koolwaterstoffen: alkenen

27 -

28 a Appelsap bevat glucose. Bij gisting ontstaat hieruit ethanol. De uitspraak is dus juist.

b Alle eiken zijn bomen, maar niet alle bomen zijn eiken.

Onjuist! Dit is net zo iets als "een boom is een eik".

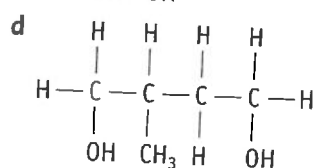
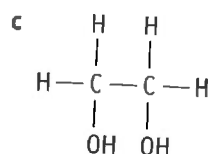
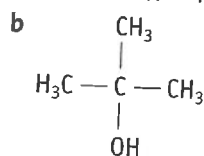
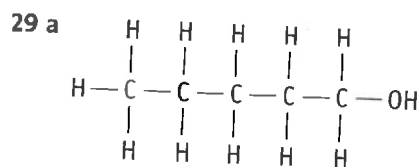
Een alcohol is een zeer algemene naam voor een stof waarvan de moleculen een OH groep bevatten.

Een alkanol moet voldoen aan de formule $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$.

Een alcohol hoeft dus helemaal geen alkanol te zijn.

c Dit klopt. Een alkanol bestaat uit moleculen met een OH groep, dus is een alkanol een alcohol.

Of: "een eik is een boom".



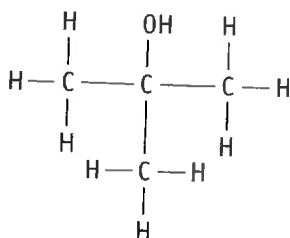
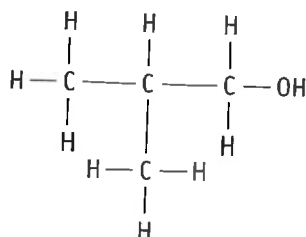
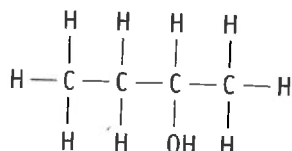
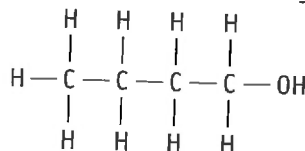
30 Zorg ervoor dat alle bijzonderheden (hoofdketen, plaats van de OH groep, de aanwezigheid van een OH groep) duidelijk vermeld worden.

a Er is een hoofdketen van zes C atomen, aan het tweede C atoom zit een OH groep. Dus 2-hexanol

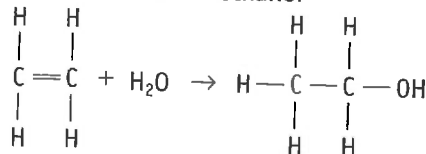
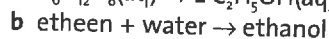
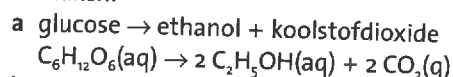
b Er is een hoofdketen van vier C atomen, aan het eerste en vierde C atoom zit een OH groep: 1,4-butaandiol.

c Er is een hoofdketen van vier C atomen. Aan het eerste C atoom zit een OH groep en aan het tweede C atoom zit een methylgroep. Dus 2-methyl-1-butanol.

- 31 Maak eerst structuurformules met vier C atomen in de hoofdketen. Er zijn twee mogelijkheden om de OH groep hieraan te plaatsen. Daarna maak je structuurformules met drie C atomen in de hoofdketen en een zijtak aan het middelste C atoom. Er zijn twee mogelijkheden voor de OH groep.



- 32 Geef de reactievergelijking eerst in woorden, daarna in formules. Vergeet niet de vergelijking kloppend te maken!



3.5 Voor- en nadelen van biobrandstof

33 -

- 34 a ethanol + zuurstof → koolstofdioxide + water
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 b koolstofdioxide + water → glucose + zuurstof
 $6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6 \text{O}_2(\text{g})$
 c Planten leggen koolstofdioxide vast bij de fotosynthese. Daarbij ontstaat glucose. Uit glucose ontstaat bio-ethanol. Bij de verbranding van bio-ethanol ontstaat weer koolstofdioxide. De CO_2 die bij de fotosynthese uit de lucht gehaald wordt, komt via de verbranding van bio-ethanol weer terug in de atmosfeer.

- 35 Door de hogere temperatuur smelten gletsjers en ijskappen in een hoger tempo. Daardoor lopen laag gelegen gebieden onder water. Door de hogere temperatuur zal ook meer woestijnvorming optreden.

- 36 a Isolatie: muren (schuim of glaswol in de spouwmuur), ramen (dubbel glas), spaarlampen, dakisolatie, een zonneboiler, niet onnodig lampen laten branden, hoogrendement cv-ketel.
 b Onze voorraad fossiele brandstof wordt in relatief korte tijd 'opgestookt'. Als we zo doorgaan raakt die voorraad uitgeput, terwijl we steeds meer behoefte hebben aan energie. We moeten dus op zoek naar andere, alternatieve energiebronnen.
 c Energiebesparing is ook goed voor het milieu, omdat minder stoffen zoals koolstofdioxide (broeikas-effect) in de atmosfeer terechtkomen.

- 37 Bij de verbranding van een element ontstaat het oxide van dat element.

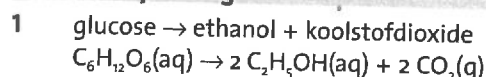
- a Bij de verbranding van waterstof, $\text{H}_2(\text{g})$, ontstaat water, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

- b - Je kunt waterstof, net als LPG, opslaan in tanks. Op zich is dat veilig, maar bij lekkages en ongelukken kan een explosief mengsel ontstaan van waterstof en zuurstof.

- Je moet waterstof maken. Bijvoorbeeld door elektrolyse van water. Dat kost veel elektriciteit en is dan ook erg duur.

- c Welke gassen zijn van invloed op het broeikas-effect? Bij de verbranding van waterstof ontstaat waterdamp. Hoewel waterdamp ook een broeikasgas is, draagt dat toch niet bij aan het versterkte broeikas-effect. Als er teveel waterdamp in de lucht komt, regent dat er ook wel weer uit.

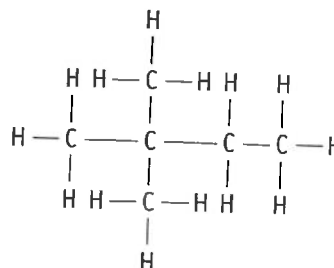
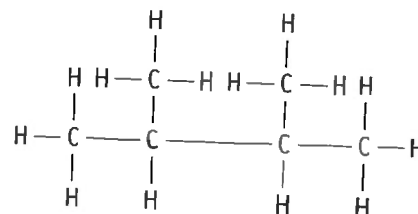
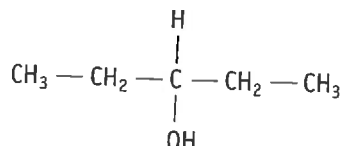
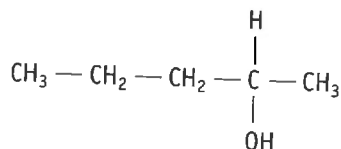
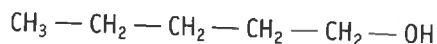
3.6 Toepassing



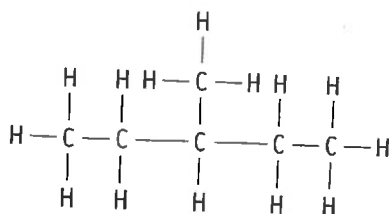
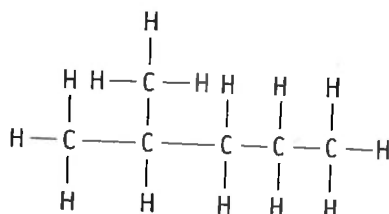
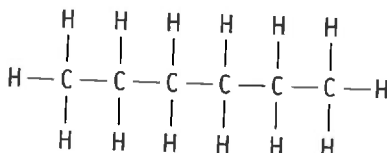
- 2 ethanol: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 methanol: CH_3OH
 butanol: $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$
 pentanol: $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$

- 3 Bij butanol en pentanol zijn isomeren mogelijk. Het is nu niet duidelijk welke van deze isomeren bedoeld worden. De namen butanol en pentanol zijn dus niet volledig.

- 4 Bij butanol gaat het om 1-butanol en 2-butanol.
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ 1-butanol
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ 2-butanol
 Bij pentanol zijn er drie mogelijkheden: 1-pentanol,
 2-pentanol en 3-pentanol.



- 5 Lees goed de inleiding op de vraag. Hoeveel tijd is nodig voor de afbraak van alcohol?
 De persoon krijgt om 10 uur 12 mL alcohol binnen, daarna om 10.30 uur weer, om 11 uur en om 11.30 uur weer. In totaal 48 mL alcohol. Het kost $4 \times 1,5$ uur om die weer af te breken, gerekend vanaf 11.30 uur. Je bent dan dus om 5.30 uur 's nachts weer helemaal alcoholvrij.
- 6 Wat is de algemene formule van de alkanen?
 Alkanen zijn stoffen met de formule $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
 De molecuulformule van een alkaan met 6 koolstofatomen is dus C_6H_{14} .
- 7 Werk systematisch. Begin met alle C-atomen in één hoofdketen. Daarna vijf C-atomen in de hoofdketen en ga zo door. Let op dat je geen "dubbelgangers" maakt.



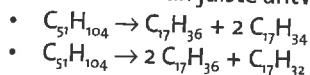
- 8 Welke drie factoren zijn van belang bij een brand?
 Je hebt nodig: brandstof, zuurstof en een bepaalde temperatuur.
 Een explosie treedt op als de damp van de oplosmiddelen in de juiste verhouding is gemengd met zuurstof (lucht). Een vonk is dan voldoende voor een zeer snelle verbranding.

- 9 Geef eerst het reactieschema in woorden.
 alkaan + zuurstof $\rightarrow$ koolstofdioxide + water
 $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 9 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 9 \text{H}_2\text{O}$
 $2 \text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 16 \text{CO}_2(\text{g}) + 18 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- 10 Bij teveel aan zuurstof zal de hoeveelheid zuurstof die over is met waterstof reageren. Daarbij verdwijnt dus een hoeveelheid waterstof. Bij te weinig zuurstof kan niet alle beschikbare koolstofatomen een zuurstofatoom opnemen. Dus neemt de hoeveelheid $\text{CO}(\text{g})$ af.

- 11 Vul $n = 17$ in. Kijk dan naar het aantal O-atomen,
 $19 \text{CO} + 39 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_{17} - \text{CH}_3 + y \text{H}_2\text{O}$ $y = 19$

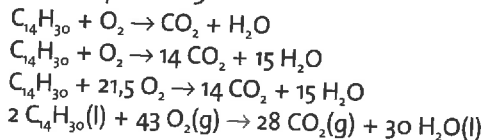
- 12 Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:



- d Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 0,91 (ha).

- berekening van het aantal liter groene diesel per jaar: $30.000 \text{ (km)} \text{ delen door } 20 \text{ (km L}^{-1}\text{)}$
- berekening van het aantal ton wilgenhout per jaar: $\text{het aantal liter groene diesel per jaar delen door } 150 \text{ (L ton}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van het aantal hectare: $\text{aantal ton wilgenhout per jaar delen door } 11 \text{ (ton ha}^{-1}\text{)}$

- 13 Zie ook opdracht 9



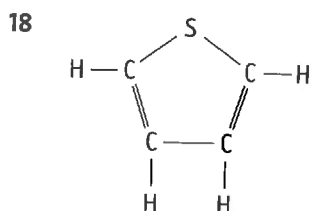
14 Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- De hoeveelheid koolstofdioxide die vrijkomt bij de verbranding van groene diesel is (vrijwel) gelijk aan de hoeveelheid koolstofdioxide die eerder door de wilgen uit de lucht is opgenomen (bij de fotosynthese).
- Elk koolstofatoom in groene diesel dat bij verbranding omgezet wordt in koolstofdioxide is afkomstig van een molecuul koolstofdioxide dat bij de fotosynthese is vastgelegd in wilgenhout.

15 Kraken

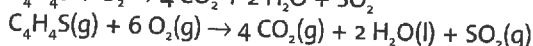
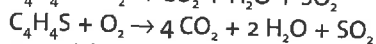
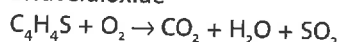
16 Bij een additie springt een dubbele binding open en ontstaat uit twee moleculen één nieuw molecuul. Bij deze reactie is dit inderdaad het geval. Het is dus een additie.

17 De langste koolstofketen bevat vijf C-atomen. Aan het tweede C-atoom zitten twee methylgroepen. Op het vierde C-atoom zit één methylgroep. Dus: 2,2,4-trimethylpentaan.



19 C_4H_4S

20 Welke stoffen ontstaan bij de verbranding van een stof met de elementen koolstof, waterstof en zwavel? thiofeen + zuurstof $\rightarrow$ koolstofdioxide + water + zwaveldioxide



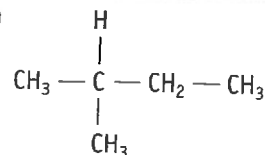
21 Stof B is een moleculaire stof. De (grote) moleculen trekken elkaar aan door de vanderwaalskrachten. Bij het koken van stof B worden deze krachten verbroken.

22 Stof A en stof B zijn moleculaire stoffen. Voor de scheiding kun je gebruik maken van het verschil in kookpunt. Je kunt dus door indampen of destillatie stof B verkrijgen.

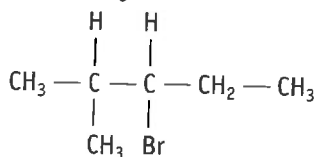
23 De hoofdketen bevat vier C-atomen en een dubbele binding tussen het eerste en het tweede C-atoom. Aan het tweede en het derde C-atoom zit een methylgroep. Dus: 2,3-dimethyl-1-buteen.

Voorbeeldproefwerk

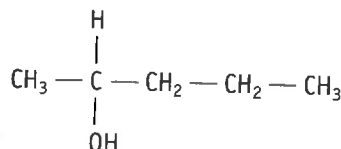
1 a



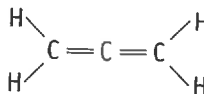
b



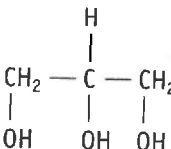
c



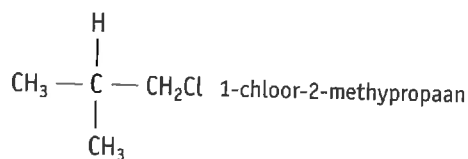
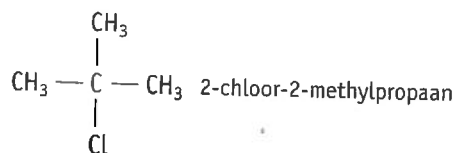
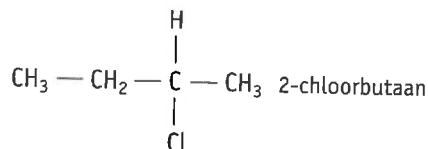
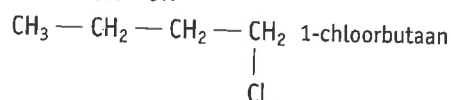
d



e

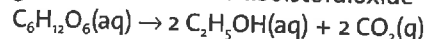


f



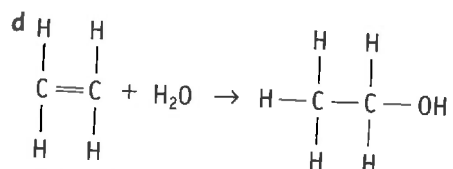
2 a De moleculen van koolwaterstoffen bevatten uitsluitend koolstof- en waterstofatomen. Glucose is dus geen koolwaterstof.

b glucose $\rightarrow$ ethanol + koolstofdioxide



c Planten gebruiken koolstofdioxide en water en maken daaruit glucose en zuurstof. Uit glucose ontstaat ethanol.

Bij de verbranding van ethanol ontstaan koolstofdioxide en water. De koolstofdioxide die dan in de lucht komt, is eerst uit de lucht gehaald. In principe draagt de verbranding niet bij aan het versterkte broeikas-effect. Maar de winning van bioethanol uit de oplossing kost ook energie. Het hangt er dan van af hoe die energie wordt opgewekt.



e Er treedt additie op: de dubbele binding springt open en uit twee moleculen ontstaat één nieuw molecuul.

f *Hoe wordt etheen gemaakt?*

Etheen ontstaat door het kraken van aardolie, een fossiele brandstof. Hier is dus sprake van de trage kringloop: er komt extra koolstofdioxide in de atmosfeer. Deze verbranding levert dus een bijdrage aan het versterkte broeikaseffect.

3 a Bij destillatie worden de stoffen in aardolie uitsluitend van elkaar gescheiden. Er treedt geen chemische reactie op.

b Er ontstaan twee moleculen C_4H_8 en één molecuul C_8H_{18} . De koolwaterstof bevat per molecuul dus $2 \times 4 + 8 = 16$ koolstofatomen.

c koolwaterstof $\rightarrow 2 \text{C}_4\text{H}_8 + \text{C}_8\text{H}_{18}$
De koolwaterstof is dus $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$.

d 1-buteen: $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ of 2-buteen: $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$

e 1 = destillatie / afkoelen

2 = C_4H_8

3 = C_8H_{18}

f $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_4\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + 4 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$