



Blok 5

INHOUD

BASISSTOF

- T1 Verbranding 146**
- W1 148**
- T2 Verbranding als chemische reactie 149**
- W2 152**
- T3 Verbranden van aardgas 153**
- W3 159**
- T4 Explosies en brandblussen 161**
- W4 163**
- T5 Atomen en molekulen 164**
- W5 168**

HERHAALSTOF

- H1 Verbrandingen 169**
- H2 Explosie- en brandgevaar 170**
- H3 Molekulen, atomen en reactievergelijkingen 172**

EXTRASTOF

- E1 De benzinemotor 174**
- E2 De auto als vervuiler 177**
- E3 Brandgevaar en brandpreventie 180**
- E4 Oefenvragen en opgaven 182**

LEERDOELEN

- 1** Je moet kunnen vertellen onder welke voorwaarden verbranding plaatsvindt. [P1, T1, W1]
- 2** Je moet kunnen vertellen wat er met de ontbrandingstemperatuur bedoeld wordt. [P1, T1]
- 3** Je moet verschijnselen die optreden bij een verbranding, kunnen verklaren. [P1, T1, W1]
- 4** Je moet het begrip 'fossiele brandstof' kennen en enkele voorbeelden kunnen noemen. [T1, W1]
- 5** Je moet kunnen uitleggen hoe het zuurstofgehalte van lucht bepaald kan worden en dat lucht voor ongeveer 20 % uit zuurstof bestaat. [P2, T2, W2]
- 6** Je moet van een aantal elementen het symbool kennen. [T2, W2]
- 7** Je moet kunnen vertellen wat met een 'chemische reactie' bedoeld wordt. [P2, T2, W2]
- 8** Je moet kunnen uitleggen wat een reactieschema is en een reactieschema in woorden en symbolen kunnen weergeven. [T2, W2]
- 9** Je moet het begrip 'oxidatie' kennen en je moet weten dat verbrandingen een deelverzameling van de oxidaties zijn. [T2, W2]
- 10** Je moet het begrip 'oxide' kennen en kunnen aangeven wanneer je de naam 'oxide' gebruikt. [T2, W2]
- 11** Je moet kunnen vertellen welke energie-omzetting plaatsvindt bij de verbranding van aardgas. [P3, T3, W3]



- 12** Je moet het begrip 'reagens' kennen en je moet de reagentia op water, koolstofdioxide, zuurstof en zwaveldioxide kennen. [P3, T3, W3]
- 13** Je moet kunnen vertellen welke verbrandingsproducten ontstaan bij verbranding van aardgas en je moet kunnen uitleggen hoe je ze kunt aantonen. [P3, T3, W3]
- 14** Je moet kunnen uitleggen dat bij verbrandingen stoffen ontstaan die het milieu aantasten. [P3, T3]
- 15** Je moet kunnen vertellen wat er met het broeikas-effect bedoeld wordt en weten welke stof(fen) daarvoor verantwoordelijk zijn. [T3, W3]
- 16** Je moet kunnen vertellen wat de gevolgen zijn voor het milieu van het ontstaan van stikstofoxiden en zwaveldioxide. [P3, T3, W3]
- 17** Je moet kunnen vertellen dat bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen koolstofmono-oxide, een giftig gas, en/of roet kan ontstaan. [T3, W3]
- 18** Je moet kunnen vertellen waarom branders van c.v.-ketels, boilers, kachels en schoorstenen regelmatig schoongemaakt moeten worden. [T3]
- 19** Je moet kunnen vertellen wat een stof- en gasexplosie is en kunnen vertellen onder welke omstandigheden een explosie kan ontstaan. [P4, T4, W4]
- 20** Je moet kunnen vertellen welke drie manieren er zijn om een brand te blussen. [P4, T4, W4]
- 21** Je moet kunnen uitleggen hoe je een benzine-brand en een vlam in de pan *wel* en *niet* moet blussen. [P4, T4, W4]
- 22** Je moet kunnen vertellen hoe een blusdeken, waterblusser en schuimblusser werken. [T4, W4]
- 23** Je moet drie kenmerken van de molekuultheorie kennen. [T5, W5]
- 24** Je moet zes kenmerken van de atoomtheorie kennen. [T5, W5]
- 25** Je moet kunnen vertellen wat met ontleedbare en niet-ontleedbare stof bedoeld wordt. [T2, T5]
- 26** Je moet kunnen vertellen dat een verbinding hetzelfde is als een ontleedbare stof. [T5]
- 27** Je moet kunnen vertellen wat een molekuul-formule weergeeft en je moet van een aantal stoffen de molekuulformule kennen. [P5, T5, W5]
- 28** Je moet kunnen vertellen wat in een molekuul-formule met de 'index' en met de 'coëfficiënt' bedoeld wordt. [P5, T5]
- 29** Je moet kunnen uitleggen dat bij een reactie atomen behouden blijven en je moet een reactievergelijking kunnen opstellen. [P5, T5, W5]

T1 Verbranding

Inleiding

Als we aan vuur denken, komt vaak het beeld van een grote bosbrand, een brandende olietanker, een brandend huis of een fabrieksbrand naar voren.

Maar meestal heeft vuur een nuttige functie. Het levert de energie waarmee we het huis lekker warm stoken of waarmee we eten koken.



VUUR

Het woordje vuur komen we ook in gezegdes en spreekwoorden tegen. Enkele voorbeelden zijn 'in vuur en vlam staan', 'het vuur uit de stoffen lopen' en 'met vuur spelen'.

Al in het oude Griekenland was 'vuur' een belangrijk begrip. De Griekse filosoof Empedocles kwam met de theorie dat de materie uit vier grond-elementen bestond. Dat waren aarde, water, lucht en vuur (figuur 1).

Inmiddels zijn we enkele duizenden jaren verder. De ideeën over vuur en alles wat daarbij hoort, zijn in die tijd menig keer bijgesteld.

FIG. 1 De symbolen voor de vier elementen van Empedocles.



Verbranding en brandstoffen

Dit blok gaan over verbranding en in het bijzonder over de verbranding van aardgas.

Aardgas is een brandstof die in Nederland zeer veel gebruikt wordt. Behalve aardgas bestaan er nog meer brandstoffen. Denk aan huisbrandolie, benzine, LPG en campinggas. Al deze brandstoffen zijn gemaakt uit de *fossiele brandstoffen*: steenkool, aardolie en aardgas. De fossiele brandstoffen zijn ontstaan uit resten van planten en dieren (plankton en vissen). Het duurt miljoenen jaren voordat ze gevormd zijn.

Voor verbranding heb je een brandstof en zuurstof nodig. Meestal gebruik je lucht. Lucht bestaat voor ongeveer 20 % uit zuurstof.

De brandstof gaat niet spontaan branden. Je zult moeten 'helpen'. Je moet de verbranding op gang brengen. Het begin van de verbranding vereist een bepaalde temperatuur: *de ontbrandingstemperatuur*. Deze wordt bereikt met een brandende lucifer, maar ook met het vuursteentje van een aansteker.

Voor een verbranding zijn dus drie dingen nodig:

- 1 een brandstof;
- 2 zuurstof (meestal wordt lucht gebruikt);
- 3 een voldoende hoge temperatuur (de ontbrandings-temperatuur).

Verbrandingsreacties

Verbranding is een chemisch proces tussen twee (of meer) stoffen. We noemen dit een *chemische reactie*. Verbrandingsreacties hebben een aantal gemeenschappelijke kenmerken:

- 1 Een verbrandingsreactie is altijd een *chemische reactie tussen een brandstof en zuurstof* (figuur 2). Daarbij wordt de chemische energie die opgeslagen zit in de brandstof, omgezet in warmte. De vrijkomende warmte kan daarna op verschillende manieren gebruikt worden.
- 2 Bij een verbranding treden vaak *vuurverschijnselen* op, die zeer verschillend kunnen zijn. We onderscheiden daarbij *vlammen* en *vonken* (figuur 3). Een *vlam* is een gas dat zo heet geworden is dat het licht uitzendt. Een vlam is dus een gloeiend gas. Een *vonk* is een wegspringend gloeiend deeltje van een vaste stof. Het gloeien is een gevolg van het zeer heet worden van de vaste stof. Bij het bekende 'sterretjesvuurwerk' spatten gloeiende ijzerdeeltjes weg.



FIG. 2 Een startende space-shuttle heeft óók brandstof en zuurstof nodig.

3 Behalve vuurverschijnselen zie je meestal *rook* en blijft er na afloop vaak *as* over.

Rook bestaat uit een zeer fijn verdeelde vaste deeltjes. De temperatuur is niet hoog genoeg om die deeltjes te laten gloeien.

As kan twee betekenissen hebben:

- Het kan een vaste stof zijn die bij de reactie ontstaat is (een 'reactieproduct').
- Het kan een niet brandbaar deel van de vaste brandstof zijn.



FIG. 3 Ook bij het lassen ontstaan vonken.

DE FLOGISTONTHEORIE

Tegenwoordig is het vanzelfsprekend dat zuurstof nodig is voor een verbranding. Dat is niet altijd zo geweest. Vrijwel de gehele achttiende eeuw heeft de zogenoemde flogistontheorie de scheikunde beheerst. De naam is afgeleid van het Griekse woord 'phlogizoo', dat 'in brand steken' betekent. De theorie is van de Duitse medicus Georg Ernst Stahl (1660 – 1734).

Volgens deze theorie werd de brandbaarheid van een stof veroorzaakt, doordat de stof flogiston of vlamstof bevatte. Hoe meer flogiston, des te brandbaarder de stof. Bij verbranding zou de flogiston ontwijken en zou een onbrandbare stof achterblijven.

Ook zouden stoffen flogiston kunnen opnemen en zo een brandbare stof vormen. Als 'metaalkalk' (de naam die men toen aan een metaaloxide gaf) dus flogiston opnam, ontstond een brandbaar metaal. Zo zou uit calciumoxide en flogiston het brandbare metaal calcium ontstaan.

Volgens de moderne verbrandingstheorie wordt bij een verbranding zuurstof *opgenomen*, waar de flogistontheorie zegt dat flogiston wordt *afgestaan*. De flogistonaanhangers merkten wel dat een metaal bij verbranding in massa toenam, maar verklaarden dit door aan de flogiston een 'negatieve massa' toe te kennen.

Als je 'afstaan van flogiston' vervangt door 'opname van zuurstof' en 'opname van flogiston' door 'afstaan van zuurstof', dan komen beide opvattingen overeen. Pas nadat Lavoisier bewees dat bij iedere verbranding zuurstof opgenomen wordt, lieten de meeste geleerden de flogistontheorie vallen.

- 1 In de tekst zijn een aantal voorbeelden gegeven van gezegdes en spreekwoorden.
 - a Noem nog eens drie gezegdes en/of spreekwoorden met 'vuur' en/of 'vlam' erin.
 - b Schrijf de Engelse, Duitse en Franse woorden voor 'vuur' en 'vlam' op. Als je ze niet weet, zoek ze dan op in een woordenboek.
- 2 Bij de woorden 'vuur' en 'verbranding' kunnen allerlei gedachten bij je opkomen. Schrijf op wat bij je opkomt als je aan 'vuur' en 'verbranding' denkt.
- 3 In de tekst wordt gesproken over 'fossiele brandstoffen'.
 - a Wat zijn fossiele brandstoffen?
 - b Noem drie soorten fossiele brandstoffen.
 - c Hoe ontstaan fossiele brandstoffen?
- 4 Als je een stof wilt verbranden, moet aan een aantal voorwaarden zijn voldaan. Welke voorwaarden zijn dat?
- 5 Als een brandstof verbrand wordt, vindt een energie-omzetting plaats.
 - a Hoe heet de energiesoort die opgeslagen zit in een brandstof?
 - b Welke energie-omzetting vindt bij een verbranding plaats?
- 6
 - a Wat is een vlam?
 - b Wat is rook?
 - c Wat is een vonk?
 - d Wat is as?
- 7 Waarom zie je bij het branden van papier vlammen, terwijl je bij het branden van staalwol alleen maar gloeiverschijnselen ziet?
- 8 Dagelijks worden geweldige hoeveelheden brandstof verbrand. Toch daalt het zuurstofgehalte van de lucht niet. Welke verklaring kun je geven voor dit constante zuurstofgehalte? (Denk aan de plantengroei.)
- 9
 - a Welk ander gas behalve zuurstof zit er in lucht?
 - b Verklaar de naam van dat gas.

T2 Verbranding als chemische reactie

Chemische reactie

Je leerde dat een verbranding een reactie met zuurstof is. Je bepaalde dat in lucht ongeveer 20 % zuurstof zit. Als 'brandstof' werd koperpoeder gebruikt. Het roodbruine poeder wordt daarbij omgezet in een zwarte vaste stof. Dit is geen koperpoeder meer. Dat is bij deze proef verdwenen. Bovendien is er ook zuurstof uit de lucht verdwenen. Er is wel een nieuwe stof gevormd, de zwarte vaste stof. Deze stof heet *koperoxide*.

Dit proces wordt een *chemische reactie* genoemd. Je bent het begrip chemische reactie al eens eerder tegengekomen in blok 1. Je hebt toen het volgende geleerd:

Bij een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan een of meer nieuwe stoffen.

Uit koperpoeder en zuurstof is koperoxide gevormd. Ook bij de verhitting van magnesiumlint treedt een chemische reactie op. Uit het grijze magnesium is met zuurstof uit de lucht een witte vaste stof gevormd. Deze stof heet *magnesiumoxide*.

Voor een reactie met zuurstof gebruiken we de term *oxidatiereactie*. De term *verbranding* gebruiken we alleen voor snelle oxidatiereacties. Bij een verbranding zijn meestal vuurverschijnselen waar te nemen. Bij oxidatiereacties ontstaan stoffen die met de algemene term *oxide* aangeduid worden. Zo ontstaan koperoxide en magnesiumoxide bij de oxidatie van respectievelijk koper en magnesium.

Bij de verhitting van platina treedt geen chemische reactie op. Het zilvergrijze platina blijft onveranderd. Uit deze proef volgt dat je veranderingen alleen kunt vergelijken bij dezelfde temperatuur. Meestal vergelijk je bij kamertemperatuur. Dat is het makkelijkst.



CHEMISCHE REACTIES IN DE NATUUR

Ook in de natuur komen vaak chemische reacties voor. Zo kunnen planten uit koolstofdioxide en water met behulp van zonlicht glucose en zuurstof produceren. Dankzij dit proces (fotosynthese) is dierlijk leven op aarde mogelijk. Want zuurstof is het belangrijkste bestanddeel van de lucht die je inademt.

Sommige schimmels zijn in staat om de gevormde glucose om te zetten in alcohol. Dit natuurlijke gistingsproces wordt gebruikt bij de productie van wijn.

Ook in je eigen lichaam vinden ontelbare chemische reacties plaats. Spijsvertering, groeien, ruiken, denken, ziek zijn en beter worden; alles wordt bepaald door chemische reacties!

Reactieschema's

In de scheikunde proberen we een chemische reactie zo kort – maar wel zo volledig mogelijk – schematisch weer te geven. Dat gebeurt via een *reactieschema* van het type:

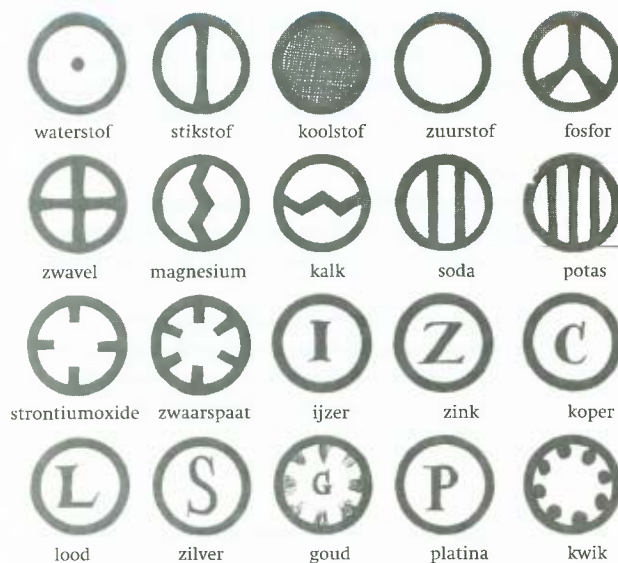
beginstof(fen) → reactieproduct(en)

We passen dit toe op het verhitten van koperpoeder. De beginstoffen zijn koperpoeder en zuurstof. Het reactieproduct is koperoxide. De fase waarin de stof bij kamertemperatuur verkeert wordt tussen haakjes onder de stof neergezet. Het reactieschema wordt dan:

koper (vast) + zuurstof (gas) → koperoxide (vast)

Bij de proeven met koper en koperoxide is nog iets anders op te merken. Uit koper is koperoxide ontstaan. Uit koperoxide is door reactie met aardgas weer koper ontstaan. Er heeft dus een *kringloop* plaatsgevonden.

FIG. 4 Vroegere symbolen van de elementen, ingevoerd door Dalton (1803).



Symbolen van elementen

Het is belangrijk dat in alle landen dezelfde notatie gebruikt wordt. Daarvoor zijn de *elementsymbolen* ingevoerd (figuur 4).

Een elementsymbool bestaat tegenwoordig uit één of twee letters. Dat zijn vaak de beginletters van de Griekse of Latijnse naam van dat element.

Zo heeft zuurstof de Griekse naam 'oksys-gen' (vaker als 'oxygen' geschreven). Het symbool voor zuurstof is daarom de hoofdletter O.

Koper heeft de Latijnse naam 'cuprum', vandaar het symbool Cu.

Je ziet dat de eerste letter van het symbool *altijd* een hoofdletter is en (indien aanwezig) de tweede letter *altijd* een kleine letter. Zo schrijf je voor silicium het symbool Si en *niet* SI. SI geeft een stof aan die de elementen zwavel (S) en jood (I) bevat.

In figuur 5 staan de elementen en bijbehorende symbolen die je moet kennen. Achter sommige namen van elementen staat tussen haakjes de Griekse of Latijnse naam. Deze Griekse of Latijnse naam hoeft je niet te kennen. Maar aan die naam kun je zien waar het symbool voor dat element vandaan komt.

FIG. 5 Symbolen van enkele belangrijke elementen.

metalen		andere elementen	
Al	aluminium	Ar	argon
Ba	barium	Br	broom
Cd	cadmium	Cl	chloor
Ca	calcium	F	fluor
Cr	chromium	P	fosfor (phosphorus)
Au	goud (aurum)	He	helium
K	kalium	I	jood (iodium)
Cu	koper (cuprum)	C	koolstof (carboneum)
Hg	kwik (hydrargyrum)	Ne	neon
Pb	lood (plumbum)	Si	silicium
Mg	magnesium	N	stikstof (nitrogenium)
Na	natrium	H	waterstof (hydrogenium)
Ni	nikkel	O	zuurstof (oxygenium)
Pt	platina	S	zwavel (sulfur)
Sn	tin (stannum)		
Fe	ijzer (ferrum)		
Ag	zilver (argentum)		
Zn	zink		

De huidige symbolen zijn ingevoerd door de Zweedse chemicus Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848) in 1815 en voldoen nog steeds uitstekend. Vergelijk zijn notaties maar eens met die van Dalton in figuur 4.



HERKOMST VAN DE ELEMENTNAMEN

Hoe is men aan de namen voor de elementen gekomen? Dat is heel verschillend. Er zijn namen waarvan de herkomst onbekend is, namen afgeleid van mineralen, van kleuren, geografische namen, namen van personen enz. (figuur 6).

Zo is de naam *magnesium* afgeleid van Magnesia, een deel van de Griekse provincie Thessalië, waar het mineraal bitteraarde (= magnesiet) gevonden werd.

De naam *chloor* komt van het Griekse woord 'khloros' dat geelgroen betekent. De kleur van het gas chloor is geelgroen.

De naam *calcium* vindt zijn oorsprong in 'kylis' (Grieks) en in 'calx' (Latijn) dat in beide talen krijt betekent. Het achtervoegsel 'ium' duidt op een metaal.

Als je van meer namen de herkomst wilt weten, zoek dan in een encyclopedie.

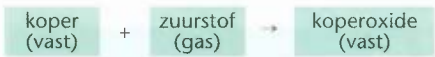
FIG. 6 Namen van metalen en hun samenhang met de namen van hemellichamen en de dagen van de week (achtereenvolgens in het Latijn, Engels en Frans).

metaal	symbool		hemellichamen	dag (Latijn)	(Engels)	(Frans)
goud (gold)	Au	☉	Zon	solis	Sunday	dimanche
zilver (silver)	Ag	☾	Maan	lunae	Monday	lundi
ijzer (iron)	Fe	♂	Mars	martis	Tuesday	mardi
kwik (mercury)	Hg	☿	Mercurius	mercuril	Wednesday	mercredi
tin (tin)	Sn	♃	Jupiter	jovis	Thursday	jeudi
koper (copper)	Cu	♀	Venus	veneris	Friday	vendredi
lood (lead)	Pb	♄	Saturnus	saturni	Saturday	samedi

Aan het einde van dit blok vind je een lijst met de namen en symbolen van alle elementen (zie figuur 45).

Elementsymbolen en reacties

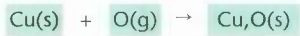
We gaan de symbolen gebruiken om een reactie-schema kort weer te geven. Dat kan met symbolen nog korter dan met woorden. Als voorbeeld bekijken we nogmaals de reactie tussen koper en zuurstof:



De symbolen voor koper en zuurstof ken je. Dan blijven de fase-aanduidingen nog over. Ook die geven we verkort weer:

- Voor ‘vast’ gebruiken we de letter ‘s’ van ‘solid’.
- Voor ‘vloeibaar’ de letter ‘l’ van ‘liquid’.
- Voor ‘gas’ de letter ‘g’.
- Voor ‘opgelost in water’ gebruiken we ‘aq’, van het Latijnse woord ‘aqua’ voor water.

Het reactieschema komt er dan als volgt uit te zien:



Je ziet dat de fase-aanduidingen nu *achter* het symbool worden gezet, niet meer eronder.

Als een stof slechts één element bevat, spreken we van een *niet-ontleedbare stof*. Koper en zuurstof zijn niet-ontleedbare stoffen.

Als een stof meer dan één element bevat, spreken we van een *ontleedbare stof*. Koperoxide is een ontleedbare stof.

In een ontleedbare stof worden de elementsymbolen gescheiden door een komma. Het is de gewoonte om symbolen van metalen in een ontleedbare stof voorop te zetten.

De naam *oxide* gebruiken we als behalve zuurstof slechts één ander element aanwezig is. Cu₂O(s) heet koperoxide; Fe₂O(s) heet ijzeroxide. C₁₂H₂₂O₁₁(s) is suiker, maar is géén oxide.

- 1 **a** Wat zijn de hoofdbestanddelen van lucht?
b Hoeveel volumeprocent zuurstof zit er in lucht?
c Is zuurstof een brandbaar gas? Leg uit.
- 2 Wat versta je onder een chemische reactie?
- 3 Het woord 'element' heeft in de scheikunde een andere betekenis dan in het dagelijks leven.
a Zoek in een woordenboek alle betekenissen van het woord 'element' op.
b Welke betekenis heeft het woord 'element' in de scheikunde?
- 4 Beschrijf in je eigen woorden wat je verstaat onder een kringloop van zuurstof.
- 5 Het begrip 'kringloop' kan verschillende betekenissen hebben. Hier heeft het een andere betekenis dan in het dagelijks leven.
 In het dagelijks leven hebben we het over 'kringlooppapier' en 'de kringloop van water'.
a Leg uit wat het verschil in betekenis is voor het begrip 'kringloop' hier en 'kringloop' in het dagelijks leven.
- 6 **a** Wanneer spreek je van een oxide?
b Geef drie voorbeelden van oxiden met naam en formule weer.
c Waarom is $C, H, O(s)$ geen oxide?
- 7 Bij proef 2 van P2 heb je magnesium in lucht verhit, waarbij een reactie opgetreden is.
a Waarom weet je zeker dat er een reactie opgetreden is?
b Geef het reactieschema van de opgetreden reactie in woorden en in symbolen.
- 8 Als je water verhit, wordt het waterdamp. Als je waterdamp blijft verhitten, verdwijnt bij $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ de stof water en worden er twee nieuwe stoffen gevormd. De nieuwe stoffen zijn beide gassen, zuurstof en waterstof. Zowel zuurstof als waterstof zijn niet-ontleedbare stoffen.
 Als in een mengsel van één deel zuurstof en twee delen waterstof een vonk ontstaat, krijg je een explosie. Na afloop zijn vloeistofdruppeltjes waar te nemen. Er is water gevormd.

FIG. 7 Advertentie van een kunstmestsoort voor de aardappelteelt.

Opbrengst, Kwaliteit en Smaak bepalen de keuze Patentkali!

De boer die nu en in de toekomst kwaliteitsaardappelen wil telen zonder het milieu of zijn portemonnee onnodig te belasten, kan voor de Kalk- en Magnesium-bemesting het beste op Patentkali vertrouwen.
 Voorkom zoutschade, strooi Patentkali.

Er is geen alternatief!

Patentkali gekorrelt, chloorarm
 30% K_2O (kaliumsulfaat)
 10% MgO (magnesiumsulfaat)
 volledig oplosbaar in water,
 dus direkt opneembaar.

Nederlandse
 Kalk Import
 Maatschappij B.V.
 Amsterdam.
 tel. 020-6245895

Kies voor meststoffen met magnesium uit **Kieseriet**



Verbranden van aardgas

Aardgas

In T1 hebben we de verbranding in het algemeen besproken. Nu gaan we de verbranding bekijken van een stof die iedereen kent: aardgas.

Aardgas is een voorbeeld van een fossiele brandstof die in Nederland zeer veel gebruikt wordt (figuur 8 en 9). Dat aardgas zeer veel toegepast wordt in Nederland is niet zo verwonderlijk. Je weet dat in Nederland op veel plaatsen aardgas gewonnen wordt.

FIG. 8 Vindplaatsen van aardgas in Nederland en het Nederlandse continentale plat.



- a Geef – in woorden en in symbolen – het reactieschema weer van de reactie die optreedt, als je water tot 2000 °C verhit.
 - b Geef het reactieschema van de explosiereactie in woorden en in symbolen weer.
 - c Is water een ontleedbare stof? Licht je antwoord toe.
 - d Heb je hier te maken met een kringloop? Zo ja, van welke stof(fen)? Zo nee, wat gebeurt er dan?
- 9 In de advertentie van figuur 7 wordt een kunstmest aanbevolen. In de advertentie staan nogal wat namen waarvan je het symbool moet kennen. Bekijk de advertentie goed. Schrijf daarna de namen en symbolen van alle elementen op die je uit de advertentie kunt halen.
 - 10 In T2 staat een stukje kantlijntekst waar gesproken wordt over de herkomst van namen van elementen. Kies drie elementen uit de tabel van figuur 6. Zoek in een encyclopedie de herkomst van de namen op. Schrijf de herkomst kort maar wel volledig op.

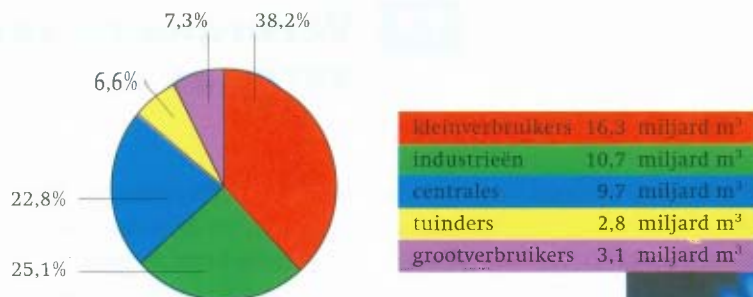


FIG. 9 Jaarlijks verbruik van aardgas in Nederland.

Denk bij het gebruik van aardgas aan de verwarmingsinstallaties in huizen, die vrijwel allemaal aardgas als brandstof gebruiken. Bovendien zijn er vele gezinnen die 'op gas koken' (figuur 10).

Behalve aardgas kennen we nog twee fossiele brandstoffen: aardolie en steenkool (figuur 11). Bekende aardolieprodukten zijn benzine, dieselolie, LPG en huisbrandolie.

Bij de verbranding van aardgas komt koolstofdioxide en water vrij. En natuurlijk energie in de vorm van warmte. Daarvoor wordt het aardgas immers verbrand.

De in aardgas opgeslagen chemische energie wordt bij verbranding omgezet in warmte. Deze warmte kan bijvoorbeeld gebruikt worden om in een c.v.-ketel water te verwarmen. Het warme water kan dan het huis verwarmen.

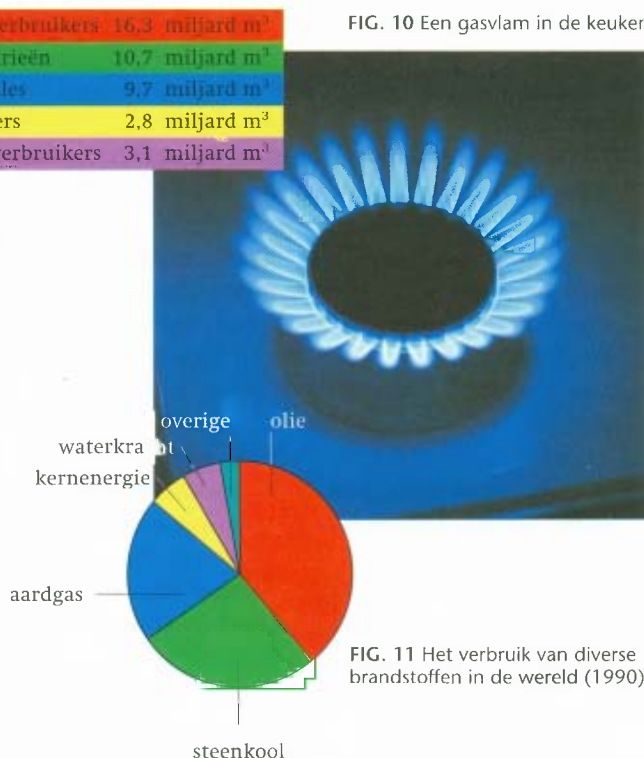
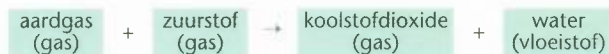


FIG. 10 Een gasvlam in de keuken.

FIG. 11 Het verbruik van diverse brandstoffen in de wereld (1990).

Het reactieschema

De verbranding van aardgas kun je in een reactieschema weergeven:



Aardgas is een ontleedbare stof, die koolstof en waterstof bevat. Aardgas wordt daarom ook wel een 'kool-waterstof' genoemd. Water is net als koolstofdioxide een oxide. De verbranding van aardgas in elementsymboolen ziet er als volgt uit:



Reagentia

Je hebt gezien hoe koolstofdioxide en water aange- toond kunnen worden. Koolstofdioxide maakt helder kalkwater troebel. Water maakt wit kopersulfaat blauw van kleur. Een stof die via een duidelijk zicht- bare reactie een andere stof aantoont, wordt ook wel een *reagens* genoemd.

Kalkwater is een reagens op koolstofdioxide. Wit kopersulfaat is een reagens op water.

Nog twee reagentia: een gloeiende houtspaander gaat branden als je de houtspaander in zuivere zuurstof brengt; een geelgekleurde jodiumoplossing ontkleurt als er zwaveldioxide doorheen geleid wordt. Een gloei- ende houtspaander is een reagens op zuurstof. Een jodiumoplossing is een reagens op zwaveldioxide.



KOLENDAMP

Waar komt de naam 'kolendamp' vandaan?

Vroeger gebruikten de meeste Nederlandse gezin- nen steenkool of briketten als brandstof. Briketten waren blokjes samengeperst steenkoolpoeder.

Om te zorgen dat de steenkool niet te snel opbrandde, werd de luchttoevoer zo laag mogelijk gehouden. Als men 's avonds naar bed ging, wen- den vaak de luchttoevoer van de kachel en/of de regelklep in de schoorsteen veel te ver afgesloten. Daardoor stopte de verbranding, zodat de nog aanwezige kolen de volgende dag nog gebruikt konden worden. Voordat de kolen uit waren, kon onvolledige verbranding optreden, waarbij kool- stofmono-oxide gevormd werd. Vanwege de te ver afgesloten schoorsteen drong het gas het huis bin- nen. Het 'verraaste' dan de slachtoffers in hun slaap.

Koolstofmono-oxide kan ook ontstaan bij een gas- geiser die onvoldoende zuurstoftoevoer krijgt (figuur 12). Of bij het laten lopen van een benzine- motor in een garage bij onvoldoende zuurstoftoe- voer en afvoer van de uitlaatgassen.

De giftige werking van koolstofmono-oxide berust op het vermogen van deze stof zich zeer sterk aan de hemoglobine in ons bloed te binden. Normaal hecht zich zuurstof (uit de ingeademde lucht) aan de hemoglobine. Maar koolstofmono-oxide hecht

Onvolledige verbranding

De term 'onvolledig' geeft aan dat de hoeveelheid lucht of zuurstof niet toereikend is om de stof volledig te verbranden. Onvolledige verbranding ontstaat als er onvoldoende zuurstof(toevoer) is. Dan ontstaan er andere reactieprodukten. De reactieprodukten bij onvolledige verbranding van aardgas zijn *koolstof- mono-oxide* en roet. Koolstofmono-oxide is een zeer giftig gas. Omdat het tevens kleurloos en reukloos is, is het een zeer verraderlijk gif. Het maakt nog regel- matig slachtoffers.

zich veel sterker aan de hemoglobine dan de zuur- stof. De zuurstoftoevoer naar ons lichaam wordt dus langzaam maar zeker uitgeschakeld. De giftige werking komt dus neer op verstikking.

Toediening van zuivere zuurstof kan alléén nog redding brengen, als er niet te veel hemoglobine door de 'kolendamp' geblokkeerd is. Anders is de patiënt 'ten dode opgeschreven'.

FIG. 12 'Kolendamp' kan dodelijk zijn.

Acht doden in België door koolmonoxide

BRUSSEL – Minstens acht mensen zijn de afgelopen dagen in België overleden als gevolg van koolmonoxide-vergiftiging. Tientallen mensen zijn met vergiftigings- verschijnselen in ziekenhuizen opgeno- men. De oorzaak in bijna alle gevallen zijn kolenkachels en geisers in slecht geventi- leerde ruimtes. Het universitair ziekenhuis in Gent werd overstelpt met telefoontjes. Jaarlijks belanden in België naar schatting vierhonderd mensen door CO-vergiftiging in het ziekenhuis.

Roet

De vorming van roet is duidelijk waar te nemen. De kleur van de vlam geeft dat al aan. Een geel gekleurde vlam wijst op de aanwezigheid van roetdeeltjes in de vlam. In de vlam treedt dan onvolledige verbranding op. Als je een koud schoteltje even boven een gele kaarsvlam houdt zie je aan de onderkant van het schoteltje een roetvlek.

Als de branders van de c.v.-ketel niet regelmatig schoongemaakt worden, kan er bij de verbranding van aardgas roet ontstaan. Dat kun je heel eenvoudig controleren. Bekijk de kleur van de vlam tijdens het branden. Is de kleur geel, dan zullen de branders van de ketel schoongemaakt moeten worden.

Bij het gebruik van open haarden en houtkachels is de kans op onvolledige verbranding groot. Niet voor niets moet men bij gebruik van open haarden en houtkachels de schoorsteen regelmatig vegen (figuur 13). Dat is een eis van de brandverzekering.

In de schoorsteen slaat namelijk roet en teer neer. Dit kan door de hoge temperatuur van de verbrandingsgassen tot ontbranding komen. Je hebt dan een schoorsteenbrand en de brandweer zal moeten komen om erger te voorkomen.

Verbranding en het milieu

Behalve aardgas worden vooral stookolie, huisbrandolie, steenkool en benzine toegepast als brandstof. Als verbrandingsprodukten ontstaan in ieder geval koolstofdioxide en water. Als zwavel aanwezig is (vaak in olie of steenkool), ontstaat ook zwaveldioxide.

De temperatuur wordt tijdens de verbranding vaak zo hoog dat de stikstof uit de lucht met zuurstof gaat reageren. Daarbij ontstaan stikstofoxiden.

Veel van deze stoffen zijn, in meer of mindere mate, schadelijk voor het milieu. Zwaveldioxide en stikstofoxiden vormen met water zuren: *zure regen*.

Koolstofdioxide is mede verantwoordelijk voor het *broeikaseffect* (figuur 14).

FIG. 13 Een schoorsteenveger.



FIG. 14 Symbolische voorstelling van het broeikaseffect: de werldebol in een afgesloten plastic zak.



HET BROEIKASEFFECT

De ontwikkeling van het leven op aarde is afhankelijk van het klimaat. Het klimaat wordt voor een groot deel door de dampkring bepaald. Je kunt de dampkring vergelijken met een deken. Die 'deken' (vooral de ozonlaag) beschermt de aarde tegen een teveel aan ultraviolette straling van de zon. De dampkring voorkomt ook dat de aarde te veel warmte verliest.

Koolstofdioxide heeft de eigenschap dat het de warmte-uitstraling van de aarde tegenhoudt. Door de toename van het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer zou de gemiddelde temperatuur kunnen toenemen. Daardoor zou te veel poolijs kunnen smelten en de zeespiegel kunnen stijgen. Dat zou overstromingen kunnen veroorzaken. Nederland zou zijn dijken vóór die tijd aanzienlijk moeten verhogen.

Plannen om het broeikaseffect tegen te gaan hebben alleen zin bij een internationale aanpak. Iedereen, van groot tot klein, zal mee moeten werken. In brochures van de overheid kun je nog meer lezen over dit onderwerp. Je kunt de brochures vinden in bibliotheken en op postkantoren.

FIG. 15 Een kalksteenbeeld dat door de zure regen flink is aangetast.



FIG. 16 De vitaliteit van het bos in Nederland is nog steeds slecht.

De vitaliteit van het bos

In Nederland onderzoekt Staatsbosbeheer sinds 1984 de gezondheid of de vitaliteit van het Nederlandse bos. In de onderstaande tabel zijn de meetresultaten weergegeven. De getallen zijn percentages van het totale Nederlandse bosbestand.

jaar	vitaal	minder vitaal	weinig vitaal	niet vitaal
1984	50,8 %	39,7 %	8,0 %	1,5 %
1985	49,9 %	35,0 %	13,0 %	2,1 %
1986	46,9 %	32,0 %	16,0 %	5,1 %
1987	42,6 %	36,1 %	16,6 %	4,7 %
1988	50,9 %	28,1 %	16,0 %	5,0 %
1989	50,1 %	30,7 %	15,8 %	3,4 %

ZURE REGEN EN SMOG

Zwaveldioxide en de stikstofoxiden vormen met water zuren en zijn daardoor twee belangrijke bronnen voor zure regen. Door zure regen verzuurt de bodem en worden gebouwen aangetast. Kalksteenbeelden op gebouwen zijn daar een sprekend voorbeeld van (figuur 15).

Zure regen veroorzaakt aantasting van de bossen. Vooral naaldbomen zijn gevoelig voor zure regen (figuur 16).



FIG. 17 Smogvorming in Los Angeles.

Bovendien veroorzaken stikstofoxiden in combinatie met koolwaterstoffen de vorming van *ozon*. Het gevolg is aantasting van de gezondheid van al wat leeft op aarde.

Smogvorming die plaatsvindt op hete, windstille dagen is een gevolg van de aanwezigheid van al die vervuulende stoffen in de lucht. Vooral in grote steden ondervindt men daar veel last van (figuur 17). Mensen met gevoelige luchtwegen (de zogenoemde carapatiënten) hebben er zeer veel last van.

MAATREGELEN TEGEN LUCHTVERONTREINIGING

Welke maatregelen zijn nodig om luchtverontreiniging tegen te gaan?

In folders die door het ministerie van VROM uitgegeven worden staan allerlei maatregelen beschreven om de uitworp van schadelijke stoffen te verminderen (figuur 18).

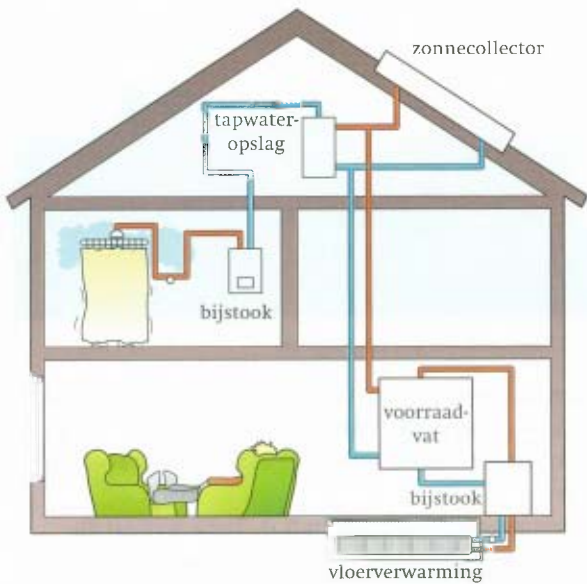
Nogal wat maatregelen hebben met 'minder' te maken:

- vermindering van het gebruik van de auto;
- minder gebruik van brandstoffen;
- minder vervuulende brandstoffen gebruiken.

FIG. 18 ‘Een beter milieu begint bij jezelf’.



FIG. 19 Schema warmwatervoorziening met zonnecollector.



Daarnaast zijn nog andere maatregelen mogelijk:

- Méér zonne-energie en windenergie gaan gebruiken (figuur 19).
- Minder vervuilende auto's maken.
- Meer rendement halen uit de brandstof.

NO _x	1980	1994	2000
centrales	80	55	30*
industrie	86	57	26-29
personenauto's	162	100	20
vrachtauto's	115	110	72
huishoudens	25	17	8-9
overige	80	83	62-63
totaal	548	422	238-243

*behoudens correcties voor warmtelevering

SO ₂	1980	1994	2000
centrales	195	30	18*
raffinaderijen	121	56	34-38
industrie	90	45	
verkeer	38	30	
huishoudens en overige bronnen	21	15	23-24
totaal	465	176	75-90

VOS	1980	1994	2000
industrie	130	85	45
kleine bedrijven	83	68	40
huishoudens	31	26	15
landbouw	20	13	6
personenauto's	159	80	35
vrachtauto's	46	40	30
overige bronnen	23	25	25
totaal	492	337	196

*behoudens correcties voor storingen

Ook kleine veranderingen helpen. Het is niet meer toegestaan om afval zomaar te verbranden (figuur 20).

FIG. 20 Krantartikel over de verbranding van afval.

Zeeuwse regeling verbranden afval

GOES (AGD) – De Gewestelijke Raad van het Landbouwschap in Zeeland heeft in overleg met de regionale brandweer en Zeeuwse gemeenten een model-verordening opgesteld voor het verbranden van takken, hooi en stro. Verbranden wordt alleen dan toegestaan als er geen andere verwerkingsmethoden voorhanden zijn en aan strikte voorwaarden is voldaan. De belangrijkste voorwaarden zijn dat er geen schade, gevaar of hinder is voor de omgeving, dat het branden overdag plaatsvindt onder toezicht van een meerderjarig persoon en vooraf wordt gemeld bij de regionale alarmcentrale van de brandweer. De raad is zeer verheugd over deze praktijkgerichte verordening.

In het Nationaal Milieu Beleidsplan (NMP) staan de nationale doelstellingen geformuleerd (figuur 21). Er wordt gestreefd naar een vermindering van uitstoot van schadelijke stoffen van 50 % voor het jaar 2000 en een vermindering van 75 % voor het jaar 2010. Natuurlijk staat Nederland niet alleen. Ook de andere Europese landen doen mee.

FIG. 21 De emissiedoelstellingen van het NMP.

- 1 Aardgas wordt in Nederland heel veel toegepast als brandstof.
 - a Geef een aantal voorbeelden uit het dagelijks leven waarbij aardgas als brandstof gebruikt wordt.
 - b Hoe noem je de energie die opgeslagen zit in aardgas? Licht je antwoord toe.
 - c Geef de energie-omzetting weer die plaatsvindt bij verbranding van aardgas in een c.v.-ketel.
- 2
 - a Wat is een reagens?
 - b Welke reagentia ken je? Geef bij elk reagens aan voor welke stof het te gebruiken is.
- 3 Bij de verbranding van aardgas ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.
 - a Geef het reactieschema voor de verbranding van aardgas.
 - b Wanneer noem je een stof een oxide?
 - c Geef de chemische naam voor water. Koolstofdioxide wordt vaak genoemd, als het gaat om het zogenoemde broeikaseffect.
 - d Wat is het broeikaseffect? Welke rol speelt koolstofdioxide hierbij?

Bij de verbranding van aardgas ontstaan ook vaak stikstofoxiden.

 - e Geef een verklaring voor het ontstaan van stikstofoxiden.
 - f Welke nadelige gevolgen heeft de vorming van stikstofoxiden voor het milieu?
- 4 Lees het krante-artikel over koolstofmono-oxide dat in T3 staat aandachtig door (zie figuur 12). Beantwoord daarna de volgende vragen.
 - a Wanneer ontstaat bij verbranding van aardgas koolstofmono-oxide?
 - b Wat is er zo gevaarlijk aan koolstofmono-oxide?

- 5 Je eet elke dag om ervoor te zorgen dat je voldoende energie binnen krijgt. In je lichaam wordt voedsel verbrand. Daarbij ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.
 - a Hoe kun je aantonen dat in je uitademingslucht koolstofdioxide aanwezig is?
 - b Geef het reactieschema van de verbranding van voedsel in je lichaam.
 - c Waar is de warmte voor nodig die bij de verbranding vrijkomt?
- 6 Noem de verschillen in samenstelling tussen ingeademde lucht en uitgeademde lucht.
- 7
 - a Noem de overeenkomsten tussen de verbranding van voedsel in je lichaam en de verbranding van aardgas in een c.v.-ketel.
 - b Welk belangrijk verschil is er?
- 8 Linda wil nagaan of wasbenzine de elementen koolstof en waterstof bevat. Beschrijf de proef waarmee ze met zekerheid kan vaststellen dat de genoemde elementen aanwezig zijn. Maak ook een tekening van de opstelling die daarvoor nodig is.

FIG. 22 Vijf pictogrammen die waarschuwen tegen chemische gevaren.



- 9 In blok 4 ben je gevarensymbolen tegengekomen. Een getekend symbool wordt ook wel een pictogram genoemd. Hierboven staan de vijf pictogrammen die je moet kennen.
 - a Geef van elk pictogram kort de betekenis weer. In T3 zijn een aantal gevaarlijke stoffen besproken. Zo'n stof kun je vaak door een pictogram typeren. Noteer bij de volgende stoffen welk pictogram er het beste bij past.
 - b koolstofmono-oxide;
 - c zwaveldioxide;
 - d benzine;
 - e stikstofoxiden.

10 Bekijk de tekening van figuur 23 goed.

a Wat zie je op de televisie afgebeeld? Wat wordt hiermee bedoeld?

b Geef nu je commentaar op het totaalbeeld van de tekening.



FIG. 23 Een 'energiehuishouden van Jan Steen'.

11 In figuur 24 wordt iets 'verteld' over het broeikas-effect.

a Welke oorzaken worden in de figuur aangegeven voor het ontstaan van het broeikas-effect?

b Welke mogelijke gevolgen worden in de figuur aangegeven?

c Schrijf op welke maatregelen getroffen zouden moeten worden om het broeikas-effect tegen te gaan.

12 Hiernaast staat een krante-artikel uit de Volkskrant van 19 juni 1993 (figuur 25). Lees de tekst aandachtig door en beantwoord de volgende vragen.

a Hoeveel was de uitstoot aan koolstofdioxide minder dan in de doelstelling was voorzien?

b Hoe is die mindere uitstoot tot stand gekomen?

c Verklaar de titel van het artikeltje.

FIG. 24 Het broeikas-effect in beeld.

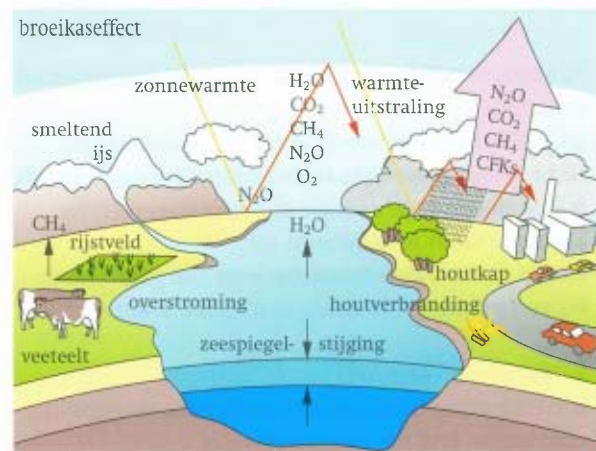


FIG. 25 Afname milieuvuiling door elektriciteitsbedrijven.

Verzuring neemt af door gebruik zuinige apparaten

Van onze verslaggever

AMSTERDAM - De elektriciteitsbedrijven hebben de milieuvuiling in 1992 verder teruggedrongen dan verwacht. Het milieu is vorig jaar met 1,2 miljoen ton kool-dioxide minder belast dan in de doelstelling was geformuleerd. Ook de verzuring is meer gereduceerd dan was voorzien.

Dit succes is blijkens een evaluatie van de Milieu-Actieplannen van de stroombedrijven een gevolg van het gebruik van energiebesparende apparaten, zoals verwarmingsketels, energiezuinige douchekoppen en spaarlampen. Daarvan zijn er in 1992 2,2 miljoen verkocht.

De elektriciteitsbedrijven zelf hebben de milieuvuiling kunnen beperken door het gebruik van warmte/krachtkoppeling. Dat is een installatie waarmee woonblokken of bedrijven worden verwarmd en tegelijkertijd elektriciteit wordt opgewekt. Hierdoor is de vervuiling veel kleiner. Bedrijven en overheid blijven achter bij het terugdringen van de milieuvuiling.

T4 Explosies en brandblussen

GASEXPLOSIES

Een stuk hout verbrandt veel langzamer dan een stuk papier. Benzine verbrandt sneller dan waxine. Als je aardgas verbrandt bij gebruik van een brander, gaat dat snel. Maar het kan nóg sneller.

In proef 1 van P4 zag je hoe verbranding zich explosief kan ontwikkelen. Een blik met aan twee zijden een klein gat wordt gevuld met aardgas. Het aardgas wordt aangestoken (figuur 26). In het begin zit er alleen aardgas in het blik. De vlam is dan geel van kleur.

Langzaam verandert de kleur van geel naar lichtblauw. Het aardgas dat aan de bovenkant uit het blik verdwijnt, wordt onderaan vervangen door lucht. In het blik mengt zich lucht met aardgas. Het deksel van het blik knalt op zeker moment van het blik af.

In het blik is een explosief mengsel van aardgas en lucht gevormd. Een vlam erbij en je krijgt een supersnelle verbranding. Een supersnelle verbranding wordt ook wel *explosie* genoemd. In zeer korte tijd komt daarbij heel veel warmte vrij. Het gevolg is een geweldige uitzetting van de gassen in het blik, waardoor het deksel van het blik afknalt.

FIG. 26 Demonstratie van een aardgas-explosie.



Stofexplosies

Als een vaste stof in poedervorm door lucht wervelt, kan een explosie optreden. Zo geeft koffiemelkpoeder een steekvlam als het in een vlam terecht komt. Het poeder is dan gemengd met lucht. In het groot geeft dit geweldige explosies. Een explosie kan optreden, als brandstof en zuurstof of lucht in de juiste mengverhouding aanwezig zijn. Het wachten is dan op een vonk.

Brand en brandblussen

Na een explosie breekt vaak brand uit (figuur 27).

FIG. 27 Brand na een explosie.

Zware explosie en brand bij Hoogovens

IJMUIDEN – Op het terrein van Hoogovens IJmuiden heeft gistermiddag een zware ontploffing plaatsgevonden, waarna een korte brand heeft gewoed. Niemand raakte gewond. De materiële schade, die nog moet worden vastgesteld, is mogelijk omvangrijk. De explosie deed zich voor in een produktiehal van de ammoniakfabriek van DSM-Meststoffen. Daar ontstond door nog onbekende oorzaak een lek in een vat met licht ontvlambare waterstof. De uitstromende waterstof ontbrandde spontaan. De brandende waterstof kon door de bedrijfsbrandweer snel worden geblust. Een groot aantal ruiten in de fabriek en omliggende panden sneuvelde. Er zou geen gevaar zijn geweest voor omringende woonwijken of de volksgezondheid.

FIG. 28 De brandweer blust vaak met water.



FIG. 29 Een schuimblusser in actie.

De brandweer moet er dan aan te pas komen om het vuur te blussen (figuur 28).

De top-6 van oorzaken bij een huisbrand zijn:

- 1 brandstichting;
- 2 schoorsteenbrand;
- 3 vlam in de pan;
- 4 onvoorzichtigheid;
- 5 spelen met vuur;
- 6 roken.



HET BEROEP VAN BRANDWEERMAN/ BRANDWEERVROUW

In Nederland zijn in totaal zo'n 43 000 brandweelieden. Hiervan is 90 % vrijwilliger en 10 % beroeps. In 1990 bedroeg het aantal vrouwen bij de beroepsbrandweer 144.

Het beeld dat de brandweer oproept is dat van mannen en vrouwen in zwarte pakken die een brand blussen. Andere taken van de brandweer zijn preventie, technische assistentie en rampenbestrijding. Preventie vindt plaats door inspectie van een gebouw op brandveiligheid. Bij technische assistentie moet je denken aan het bevrijden van mensen uit een auto na een ongeluk.

De drie voorwaarden voor een verbranding zijn: brandstof, zuurstof en een voldoende hoge temperatuur. Je kunt een brand blussen door minimaal één van deze drie voorwaarden weg te nemen.

1 *Brandstof wegnemen:* Bij een bosbrand maakt men zogenoemde brandgangen. Een brede strook bos wordt gekapt en houtvrij gemaakt.

2 *Zuurstof wegnemen:* Een benzinebrand kun je met schuim blussen. Het schuim sluit de brand af van de zuurstoftoevoer (figuur 29).

Een kleine benzinebrand kun je doven door een deken over de brandende benzine uit te spreiden.

3 *Afkoelen:* Door water op een brand te spuiten daalt de temperatuur. Het vuur gaat uit, als de temperatuur beneden de ontbrandingstemperatuur daalt.

Een 'binnenbrand' wordt vaak met een nevelspuit geblust. De nevel vormt een 'paraplu' die de zuurstoftoevoer afsluit. Niet alleen is de brand nu sneller uit, maar er ontstaat ook minder waterschade.

Bij een 'uitslaande brand' kun je de brand nooit met een 'neveldeken' afdekken. De nevel waait weg door de stroming van de hete lucht. Dan zijn waterstralen dus de enige oplossing.

Let op: een benzinebrand en een vlam in de pan kunnen niet met water geblust worden!

Veiligheid voor alles, ook in de scheikundeles. Er moeten een aantal brandblusmiddelen in het practicumlokaal aanwezig zijn.

Eén van die middelen is een douche. In elk practicumlokaal is een douche aanwezig om iemand die in brand staat te blussen. Een ander blusmiddel is de blusdeken. Een blusdeken kan gebruikt worden voor een persoon die in brand staat. Die persoon wordt in de blusdeken gerold. Hierbij sluit je de zuurstoftoevoer af. Het materiaal voor de blusdeken moet natuurlijk wel aan een aantal voorwaarden voldoen. Bedenk zelf maar welke voorwaarden dat zullen zijn!

BLOK 5 BASISSTOF

W4

- 1 **a** Wat is een explosie?
b Schrijf de voorwaarden op die nodig zijn om een explosie te krijgen.
- 2 De vlam bij de proef met het blik is in het begin geel van kleur. Later verandert de kleur van de vlam in lichtblauw.
a Waarom is de vlam in het begin geel van kleur?
b Geef een verklaring voor de kleurverandering van de vlam.
c Waarom knalt op een bepaald moment het deksel van het blik af?
- 3 We nemen een groot blik dat we helemaal met aardgas vullen. Wat zou er gebeuren, als we in dat blik een vonk laten ontstaan met behulp van een bougie? Licht je antwoord toe.
- 4 Als je in een vertrek komt waar een sterke gaslucht hangt moet je *zeker niet* het licht aandoen. In de schakelaar kan daarbij namelijk een vonk overspringen.
a Wat kan er gebeuren als je *wel* het licht aandoet? Licht je antwoord toe.
b Wat moet je *wél* doen als je in een vertrek komt met een sterke gaslucht?
- 5 **a** Op welke drie manieren kan een brand geblust worden?
b Geef bij elke manier één voorbeeld hoe je dat in de praktijk zou uitvoeren.
- 6 Een brandende olieput kan geblust worden door middel van een explosie met dynamiet. Geef hiervoor een verklaring.

- 7 Een benzinebrand kun je niet met water blussen.
- a Leg uit waarom niet.
 - b Hoe zou je een benzinebrand wel kunnen blussen? Licht je antwoord toe.
- Met een waternevelspuit lukt het wel. Hierbij komt de waternevel in de vorm van een paraplu uit de slang.
- c Leg uit waarom op deze manier wel geblust kan worden met water.
- 8 a Noem de voornaamste reden waarom water (indien bruikbaar bij de soort brand) de temperatuur zo sterk verlaagt.
- b Wat versta je onder een 'binnenbrand'?
 - c Noem twee redenen waarom zo'n brand beter kan worden geblust met een nevelspuit.
 - d Wat versta je onder een 'uitslaande brand'?
 - e Verklaar waarom je bij zo'n brand geen nevelspuit kunt gebruiken.
- 9 Mijnheer K. Letskous zet een pan op het vuur. Hij doet boter in de pan en zet het vuur zo hoog mogelijk. De telefoon gaat. Hij neemt op. Het is mevrouw R. Oddel. Een half uur later staat hij nog steeds aan de telefoon, terwijl in de keuken de vlammen uit de pan slaan.
- a Wat is er in de keuken gebeurd? Licht je antwoord toe.
- Eindelijk legt hij de hoorn op de haak. Als hij de keuken binnenkomt, schrikt hij vreselijk. Snel pakt hij een emmertje water en gooit dit in de pan. Een steekvlam is het gevolg. Nu staat de keuken helemaal in brand.
- b Leg uit dat blussen met water hier helemaal verkeerd is.
 - c Hoe had mijnheer K. Letskous de brand wel moeten blussen?
- 10 a Welke brandblusmiddelen zijn in het scheikundelokaal aanwezig?
- b Wanneer moet je welk brandblusmiddel gebruiken?

BLOK 5 BASISSTOF

T5 Atomen en molekulen

Molekulen

In blok 7 van deel 1mhv heb je kennis gemaakt met het *molekuulmodel*. Een model van iets dient om er verschijnselen mee te verklaren. Met behulp van het molekuulmodel kun je onder meer verklaren dat een stof in verschillende fasen kan voorkomen. Je kunt er geen chemische reacties mee verklaren. Bij een chemische reactie verdwijnen stoffen en worden nieuwe stoffen gevormd. Dus molekuulsoorten verdwijnen en nieuwe molekuulsoorten worden gevormd.



ALCHEMIE

Alchemie betekent 'de chemie', want 'al' is Grieks voor 'de'. Al heel lang is geprobeerd om voor het verdwijnen van stoffen een verklaring te geven. Empedocles (490 – 435 voor Christus) bedacht de vier elementen aarde, lucht, vuur en water, waar alle materie uit zou zijn opgebouwd (figuur 30). Daarna heeft het lang geduurd voordat een echt nieuwe stap gemaakt werd. In de middeleeuwen was de alchemie in zwang (figuur 31). De alchemie is zeker beïnvloed door de filosofie van Empedocles.

Empedocles was een wetenschapsfilosoof. De theorie van Empedocles suggereerde dat het mogelijk was elementen in elkaar om te zetten. Alchemisten hebben altijd naar de *steen der wijzen* gezocht die het mogelijk moest maken om bijvoorbeeld lood in goud om te zetten. Daarnaast zochten ze ook naar het *levenselixer* dat het leven zou moeten verlengen of zelfs onsterfelijkheid zou geven. Via de iatrochemie (iatro betekent geneesheer) en de flogistontheorie (zie T1) mondde de alchemie tenslotte uit in de 'moderne' chemie, de chemie als wetenschap.

FIG. 30 Tijdlijn van Empedocles tot Dalton.

400 v. Chr.	<p>vier-elementenleer van Empedocles atoomleer van Democritus en Leucippus Lucretius verbreedt atoomleer met zijn <i>De rerum natura</i> Plinius de Oudere beschrijft in zijn <i>Naturalis historia</i> scheikundige bewerkingen</p>
500 na Chr.	<p>opkomst van de alchemia (Zosimos) pogingen goud te maken uit lood elementenleer: kwik en zwavel toepassing destillatie doorwerking leer van legendarische geleerde Djābir (Geber), o.m. verdere ontwikkeling van elementenleer kwik en zwavel</p>
1000	<p>verwerping alchemie als transmutatie door de arts Ibn Sina (Avicenna)</p>
1200	<p>Averroës doet zeer veel scheikundige experimenten ontwikkeling destillatietechnieken</p>
1300	<p>aanvang Europese alchemia Ramón Llull (Raymundus Lullus), geleerde en goudzoeker aan hof Edward I en verbonden aan de Munt (Londen)</p>
1400	<p>buskruit, toegeschreven aan Berthold Schwartz Valentinus: gebruik antimoon</p>
1500	<p>gebruik balans in scheikundige laboratoria, Eck van Sulzbach merkt op dat metalen bij verbranden zwaarder worden Leonardo da Vinci zegt dat vuur lucht nodig heeft, evenals ademen (lucht bestaat uit twee bestanddelen, waarvan er bij verbranden en ademen één verbruikt wordt) Paracelsus, iatrochemicus, lanceert zijn drie-elementenleer: kwik, zwavel, zout</p>
1650	<p>Van Helmont fundeert chemische fysiologie welke Sylvius uitbreidt Glauber bereidt vele chemische stoffen, o.a. natriumsulfaat dat hij verscheidene toepassingen geeft Boyle ontwikkelt de analytische scheikunde en stelt een elementenleer op (<i>The sceptical chemist</i>) Brand ontdekt fosfor Mayow legt verband tussen ademhaling en verbranding Becher fundeert 'flogistontheorie'</p>
1750	<p>Lomonosov brengt atoom- en molecuultheorie Cavendish ontdekt de gassen waterstof en koolzuur Rutherford ontdekt stikstof Priestley ontdekt o.a. zuurstof, dat zal leiden tot de afwijking van de flogistonleer (Lavoisier) Wenzel en Richter funderen het begrip scheikundig equivalent dat zal leiden tot de moderne elementen- en atoomgewichtstheorie Higgins voorloper van Daltons atoomtheorie</p>

FIG. 31 Alchemisten aan het werk.



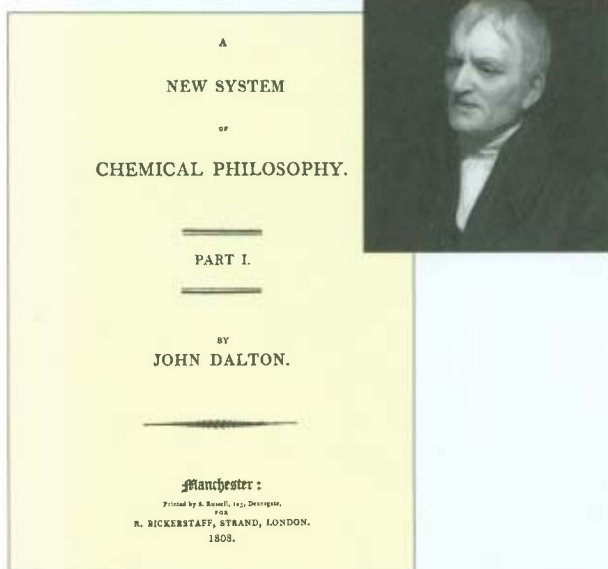
We gaan even terug naar de molekuultheorie. De belangrijkste kenmerken daarvan zijn:

- Elke stof bestaat uit hele kleine deeltjes die men molekulen noemt.
- Alle molekulen van één stof zijn aan elkaar gelijk.
- Elke stof bestaat uit zijn eigen soort molekulen.

De atoomtheorie

Uit de molekuultheorie werd de *atoomtheorie* afgeleid. Men veronderstelde dat molekulen uit nog kleinere deeltjes opgebouwd waren. Die deeltjes noemde men atomen. Atoom is afgeleid van het Griekse woord a-tomos dat niet-deelbaar betekent. Atomen worden voorgesteld als harde bolletjes.

FIG. 32 De atoomtheorie van Dalton.



De atoomtheorie wordt aan de Engelsman Dalton (1766-1844) toegeschreven (figuur 32). Er bestaan ongeveer 100 verschillende atoomsoorten.

Zoals we op bladzijde 165 de belangrijkste kenmerken van de molekuultheorie gaven doen we dat hier voor de (moderne) atoomtheorie:

- Molekulen bestaan uit nog kleinere deeltjes die we atomen noemen.
- Atomen blijven altijd behouden.
- Er zijn iets meer dan 100 atoomsoorten.
- Een chemische reactie is een hergroepering van de atomen van de molekulen van de beginstoffen tot nieuwe molekulen van de reactieprodukten.

Een molekuul bestaat dus uit atomen. Maar een molekuulsoort kan opgebouwd zijn uit één soort atomen of uit verschillende soorten atomen:

- Molekulen van een *niet-ontleedbare stof* bestaan slechts uit *één soort atomen*;
- Molekulen van een *ontleedbare stof* bestaan uit *verschillende soorten atomen*.

Zo bestaat een molekuul koolstofdioxide uit de atoomsoorten koolstof en zuurstof. Koolstofdioxide is dus een ontleedbare stof. Voor 'ontleedbare stof' gebruiken scheikundigen ook de term *verbinding*. Koolstofdioxide is een verbinding. Zuurstofmolekulen bestaan alleen uit zuurstofatomen. Zuurstof is dus een niet-ontleedbare stof.

Molekuulformules

Je weet nu dat molekulen uit atomen bestaan. De eerste stap is vaststellen welke atoomsoorten aanwezig zijn. De volgende stap is vaststellen hoeveel atomen er van elke soort in één molekuul zitten. Het resultaat wordt samengevat in *molekuulformules*.

Als eerste voorbeeld zullen we koolstofdioxide nemen. Eén molekuul koolstofdioxide bevat 1 atoom koolstof en 2 atomen zuurstof. De molekuulformule wordt dan C_1O_2 . De cijfers 1 en 2 worden de *indexcijfers* genoemd. De index 1 wordt altijd weggelaten; de formule wordt dus: CO_2 . Het cijfer achter het symbool geeft het aantal atomen van die soort in één molekuul aan. Het gas koolstofdioxide geef je in een formule weer als $CO_2(g)$.

Als tweede voorbeeld bekijken we methaan, het hoofdbestanddeel van aardgas. Eén molekuul methaan bevat 1 atoom koolstof en 4 atomen waterstof. De formule wordt dus $CH_4(g)$.

De molekuulformule (of kortweg formule) geeft het aantal atomen van elke soort in één molekuul.

Een aantal formules van stoffen moet je kennen. Allereerst bekijken we de formules van de niet-ontleedbare stoffen. De meeste niet-ontleedbare stoffen geef je weer met het elementsymbool. De stof ijzer is $Fe(s)$, de stof zwavel is $S(s)$, etc. Er zijn echter een paar niet-ontleedbare stoffen die als meer-atomige molekulen weergegeven worden. In de tabel van figuur 33 staan de formules die je moet kennen.

FIG. 33 Formules van enkele stoffen.

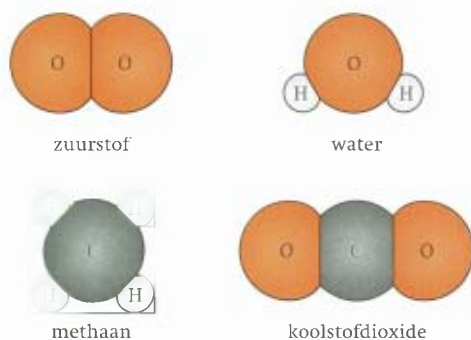
verbindingen		niet-ontleedbare stoffen	
water	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	waterstof	$\text{H}_2(\text{g})$
methaan	$\text{CH}_4(\text{g})$	zuurstof	$\text{O}_2(\text{g})$
koolstofdioxide	$\text{CO}_2(\text{g})$	stikstof	$\text{N}_2(\text{g})$
koolstofmono-oxide	$\text{CO}(\text{g})$	chloor	$\text{Cl}_2(\text{g})$
zwaveldioxide	$\text{SO}_2(\text{g})$	ozon	$\text{O}_3(\text{g})$
stikstofmono-oxide	$\text{NO}(\text{g})$		
stikstofdioxide	$\text{NO}_2(\text{g})$		
stikstofoxiden	$\text{NO}_x(\text{g})$		
overige			

Structuurformules

Om een duidelijk beeld te krijgen van een molecuul maken we er vaak een tekening van. Zo'n molecuulmodel noemen we een *structuurformule*.

Alle atomen van het molecuul moeten we in een tekening in een plat vlak projecteren (figuur 34). In werkelijkheid zijn de atomen in het molecuul echter ruimtelijk gerangschikt.

FIG. 34 Vier molecuulmodellen.

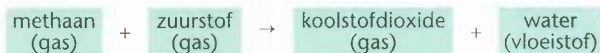


Met behulp van een atoommodellendoos heb je in P5 *ruimtelijke structuurformules* gebouwd. Daarmee krijg je een juist beeld hoe het molecuul in elkaar zit. Maar in reactievergelijkingen gebruiken we meestal geen structuurformules. Dat zou te veel ruimte vergen.

Van reactieschema tot reactievergelijking

Een reactie is een hergroepering van atomen. Atomen blijven behouden. Dus het aantal atomen van elke soort blijft hetzelfde tijdens een reactie.

We nemen als voorbeeld de verbranding van methaan. Eerst schrijven we het reactieschema in woorden op:

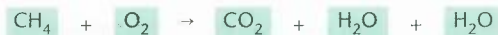


We gaan formules invullen. Dan krijg je het volgende:



1 C is gelijk aan 1 C; 4 H is niet gelijk aan 2 H; 2 O is niet gelijk aan 3 O

Eerste stap: één watermolecuul erbij.



Nu klopt het aantal C- en H-atomen, maar niet het aantal O-atomen.

Dus: Tweede stap: één zuurstofmolecuul erbij.



Nu is het aantal atomen van elke soort links en rechts van de pijl hetzelfde. Dezelfde soort moleculen tellen we in aantal bij elkaar op en dan vinden we:



De getallen die voor elke formule staan worden *coëfficiënten* genoemd. De coëfficiënt 1 wordt – net als de index 1 – altijd weggelaten. Nu heb je de reactie ‘kloppend gemaakt’.

Als laatste stap: fase-aanduidingen erbij.



Nu heb je de *reactievergelijking* van de verbranding van methaan.

- 1 Welke uitspraak vind je beter: 'water bevat watermolekules' of 'water bestaat uit watermolekules'? Licht je antwoord toe.
- 2 Noem de drie kenmerken van de molekuultheorie.
- 3 Wat is volgens de molekuultheorie het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel?
- 4 Noem de zes kenmerken van de atoomtheorie.
- 5
 - a Teken één molekuul methaan.
 - b Hoeveel atomen en van welke soorten zitten in één molekuul methaan?
- 6 Bij verhitting van een mengsel van koperpoeder en zuurstofgas ontstaat een zwarte vaste stof.
 - a Geef de formules van de stoffen koper en zuurstof.
 - b Welke atoomsoorten bevat een molekuul van de zwarte vaste stof?
 - c Geef de chemische naam van de zwarte vaste stof.
- 7 Neem de volgende reactieschema's over en maak er kloppende reactievergelijkingen van.
 - a $\dots \text{Mg(s)} + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{MgO(s)}$
 - b $\dots \text{C}_5\text{H}_{12}(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)}$
 - c $\dots \text{C}_4\text{H}_8\text{S(g)} + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)} + \text{SO}_2(\text{g})$
 - d $\dots \text{C(s)} + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO(g)}$
 - e $\dots \text{CH}_4(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO(g)} + \dots \text{H}_2\text{O(l)}$
 - f $\dots \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \dots \text{Al(s)} \rightarrow \dots \text{Fe(s)} + \dots \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
- g $\dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \dots \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + \dots \text{O}_2(\text{g})$
($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$ is glucose, oftewel druivesuiker.)
- h $\dots \text{C}_2\text{H}_6\text{O(l)} + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)}$
- i $\dots \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)}$
- j $\dots \text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2(\text{s}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O(l)}$
($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2(\text{s})$ is stearinezuur, oftewel kaarsvet.)
- 8 Geef de kloppende reactievergelijking van de vorming van MgO(s) uit magnesium en zuurstof.
- 9 Als je water verhit, wordt het waterdamp. Als je waterdamp blijft verhitten, ontstaat bij 2000 °C de situatie dat de stof water verdwijnt en er twee nieuwe stoffen gevormd worden. De nieuwe stoffen zijn beide gassen, zuurstof en waterstof. Als je bij dit mengsel van zuurstof en waterstof een vlammetje brengt, krijg je een explosie. Na afloop zijn vloeistofdruppeltjes waar te nemen. Er is water gevormd.
 - a Geef de reactievergelijking van de reactie die optreedt bij verhitten van water tot 2000 °C.
 - b Geef de reactievergelijking van de explosiereactie.
 - c Van welk type is de reactie bij 9a? Licht je antwoord toe.
 - d Zou je kunnen spreken van een kringloop? Zo ja, van welke stof(fen)?
- 10 Als CuO(s) met methaan reageert ontstaat er koper, koolstofdioxide en water.
 - a Geef de formules van de stoffen methaan, koper, koolstofdioxide en water.
 - b Geef de reactievergelijking van dit proces.

H1 Verbrandingen

Bij een verbranding heb je een brandstof, zuurstof en een voldoende hoge temperatuur nodig. Mis je één van deze drie voorwaarden, dan zal geen verbranding plaatsvinden. Ze zijn als de drie hoeken van een driehoek met elkaar verbonden (figuur 35).

FIG. 35 De driehoek met de voorwaarden voor verbranding.



Bij een verbranding treden vaak vuurverschijnselen op. Bovendien is ook vaak rook waar te nemen. Na afloop kan, vooral bij het verbranden van vaste brandstoffen, as achterblijven.

Meestal wordt bij een verbranding geen zuivere zuurstof gebruikt maar lucht, die ongeveer 20 % zuurstof bevat.

- 1 Welke voorwaarden zijn nodig om een verbranding te laten verlopen?
- 2
 - a Wat is een vlam?
 - b Wat is een vonk?
 - c Wat is rook?
 - d Wat is as?
- 3 Beschrijf hoe je het zuurstofgehalte van lucht bepaalt.

Een verbranding is een chemische reactie. Bij een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan reactieproducten. Een chemische reactie kun je door een reactieschema weergeven.

Als brandstof wordt vaak een fossiele brandstof gebruikt. Bij verbranding van een fossiele brandstof – bijvoorbeeld aardgas – ontstaan vrijwel altijd koolstofdioxide en water als reactieproducten. Koolstofdioxide en water kun je aantonen met reagentia.

- 4
 - a Wat is een fossiele brandstof?
 - b Noem minstens drie voorbeelden van fossiele brandstoffen.
- 5
 - a Wat is een reagens?
 - b Welk reagens wordt voor koolstofdioxide gebruikt? Wat neem je waar bij gebruik van dit reagens?
 - c Welk reagens wordt voor water gebruikt? Wat neem je waar bij gebruik van dit reagens?
 - d Welke andere reagentia ken je?
- 6
 - a Wat is een chemische reactie?
 - b Geef het reactieschema van de verbranding van aardgas in woorden weer.

Lees het krante-artikel uit figuur 36 aandachtig door en beantwoord dan vraag 7.

FIG. 36 Krante-artikel 'snorfietser'.

Snorfietser in brand na ongeluk

EINDHOVEN (ANP) – Een 21-jarige man uit Eindhoven heeft in de nacht van vrijdag op zaterdag zware brandwonden opgelopen door een aanrijding in zijn woonplaats.

De man raakte met zijn snorfiets onder de auto waarmee hij in botsing was gekomen. Daarbij werd hij besmeurd met benzine, die door nog onbekende oorzaak vlam vatte, aldus de politie. De man is opgenomen in het brandwondencentrum in Beverwijk. De inzittenden van de auto bleven ongedeerd.

H2 Explosie- en brand-gevaar

- 7 a De benzine vatte door nog onbekende oorzaak vlam. Noem een mogelijke oorzaak.
b Welke reactieproducten zullen ontstaan, als benzine aan het branden is?

Koolstofdioxide en water zijn voorbeelden van oxiden. De verbranding van aardgas wordt ook wel de *oxidatie* van aardgas genoemd. Het roesten van ijzer is ook een oxidatie, maar geen verbranding! De term *verbranding* wordt alleen gebruikt voor *snelle oxidaties*.

Hoewel verbranding van aardgas veel energie in de vorm van warmte levert, is er ook een schaduwzijde aan de verbranding. Er ontstaan afvalstoffen zoals koolstofdioxide. De gevormde koolstofdioxide levert een bijdrage aan het broeikas effect op aarde. Bij gebruik van lucht kunnen ook stikstofoxiden gevormd worden. Veel fossiele brandstoffen (zwavelhoudende olie en steenkool) leveren ook zwaveldioxide als reactieproduct. Bij onvolledige verbranding kan koolstofmono-oxide ontstaan. Al deze stoffen leveren in meer of mindere mate gevaren op voor het leefmilieu op aarde.

- 8 a Wat is een oxidatie?
b Wat is de overeenkomst tussen oxidatie en verbranding?
c Wat is het verschil tussen oxidatie en verbranding?
d Geef de juiste beschrijving van een oxide.
- 9 Wat versta je onder het broeikas effect?
- 10 a Wanneer kan er koolstofmono-oxide gevormd worden?
b Wat is er zo gevaarlijk aan koolstofmono-oxide?
- 11 Hoe kunnen stikstofoxiden gevormd worden, als aardgas met lucht verbrand wordt?
- 12 Wat is het gevaar voor het milieu van het ontstaan van stikstofoxiden en zwaveldioxide?

We onderscheiden twee soorten van explosies: *gas-explosies* en *stofexplosies*. Ook bij explosies moet er aan de drie voorwaarden voor verbranding voldaan zijn: brandstof, zuurstof en ontbrandingstemperatuur. Bij een explosie zijn brandstof en zuurstof (meestal wordt lucht gebruikt) in een verhouding gemengd die bij ontbranding een supersnelle reactie geeft. Zo'n supersnelle reactie wordt explosie genoemd. Een gasexplosie werd nagebootst met het blik dat gevuld was met aardgas. Een stofexplosie werd nagebootst door melkpoeder in een vlam te strooien. Een vonk is al voldoende om een explosief mengsel tot ontbranding te brengen. Het verbranden van een lucht-benzinemengsel in een automotor is daar een voorbeeld van. Dat is dan een gewenste explosie. Een vonk in een keuken waar een lucht-aardgasmengsel aanwezig is, geeft ook een explosie. Die explosie is natuurlijk ongewenst.

- 1 Wat is een explosie?
- 2 Waarom is een explosie zo gevaarlijk?
- 3 Waarom kan koffiemelkpoeder alleen maar een explosie geven als het in lucht opwerfelt?

Meestal ontstaat na een explosie een brand. Een brand is een 'gewone' verbranding. De brandweer maakt bij het blussen gebruik van de drie voorwaarden voor een verbranding:

- De brandweer kan de *brandstof wegnemen*. Bijvoorbeeld bij een bosbrand een brede strook kappen om daar de brand te laten stoppen.
- De brandweer kan de *zuurstoftoevoer afsluiten*. De brandweer adviseert om bij een brand deuren en ramen gesloten te houden. Ook kan de brandweer blussen met schuim, dat de zuurstoftoevoer afsluit en tevens het blusmiddel koolstofdioxide bevat.

- De brandweer kan de *temperatuur verlagen tot onder de ontbrandingstemperatuur*. Heel vaak blust de brandweer met waterstralen (bij een 'uitslaande brand') of een waternevelspuit bij een 'binnenbrand'. Het water dat op het vuur komt kan heel veel warmte opnemen. Niet alleen voor het opwarmen, maar vooral voor het verdampen van het water is veel warmte nodig. Daardoor daalt de temperatuur tot beneden de ontbrandingstemperatuur.

Er kan echter niet willekeurig gekozen worden voor een blusmethode. Olie-, vet- en benzinebranden kun je *niet* met water blussen. Je maakt het meestal alleen maar erger, denk maar aan 'de vlam in de pan'.

Voorkomen is beter dan genezen. Dat geldt zeker ook voor brand. Een schoorsteen van een open haard of allesbrander moet regelmatig geveegd worden. De meeste brandverzekeringen vergoeden alleen schade, als aangetoond kan worden dat de schoorsteen regelmatig geveegd wordt. Roet dat op de binnenkant van de schoorsteen neerslaat, kan door de hete afvalgassen ontbranden.

Ook moet de *zuurstoftoevoer* en de *rookgasafvoer* bij een verbrandingsapparaat in orde zijn. Wanneer deze onvoldoende zijn, kan er binnenshuis 'kolendamp' ontstaan. Dat betekent dat er koolstofmono-oxide gevormd wordt. Dit is een kleurloos en reukloos maar zéér giftig gas.

- 4 a Hoe blus je een benzinebrand?
b En hoe 'een vlam in de pan'?
c Waarom is het zo gevaarlijk om 'een vlam in de pan' met water te blussen?
- 5 Waardoor kan een schoorsteenbrand ontstaan?
- 6 a Verklaar de werking van een waterblusser.
b Verklaar de werking van een schuimblusser.
c Verklaar de werking van een blusdeken.

- 7 a Wanneer kan 'kolendamp' ontstaan?
b Welk gevarensymbool/pictogram zou je aan 'kolendamp' toekennen? Waarom dit gevarensymbool/pictogram?

Lees het krante-artikel over de 'snorfietser' (zie figuur 36 op blz. 169) nog eens aandachtig door en beantwoord dan vraag 8.

- 8 Hoe kan de brandende benzine door omstanders het snelst geblust worden? Licht je antwoord toe.

Lees het krante-artikel over de brand in een lompenhandel in Tilburg (figuur 37) door en beantwoord dan vraag 9.

FIG. 37 Krante-artikel 'brandende lompen'.

Zes miljoen schade bij brand Tilburg

TILBURG (ANP) - Bij een brand in een lompenhandel in Tilburg is afgelopen zaterdag voor ongeveer zes miljoen gulden schade aangericht. De oorzaak is onbekend. De lompenhandel was gevestigd in twee loods en op het industrieterrein Loven.

De brand werd zaterdagochtend rond half vijf ontdekt. De brandweer was geruime tijd bezig met het nablussen van de smeulende balen geperste lompen. Het is de derde maal in korte tijd dat in Tilburg een grote opslagloods in vlammen opgaat.

- 9 a Wat zijn lompen?
De brandende lompen zijn met een waterblusser geblust.
b Leg uit dat een waterblusser bij zo'n brand goed te gebruiken is.
c Waarom moet er nog lang nageblust worden? Brandweerlieden die de loods binnengaan, dragen persluchtmaskers.
d Waarom zullen ze die maskers dragen?

Er bestaan voorschriften van de brandweer waaraan ook een school moet voldoen. Bijvoorbeeld een scheikundepracticumlokaal moet aan bepaalde voorwaarden voldoen. In een school moeten verder nog vele preventieve maatregelen genomen zijn. ('Preventieve maatregelen' zijn 'uit voorzorg genomen maatregelen'.) Te denken valt aan brandwerende deuren, weinig brandgevaarlijk bouw materiaal, voldoende vluchtwegen en voldoende blusmateriaal op allerlei plaatsen.

- 10** Controleer op je school of het practicumlokaal aan alle eisen voldoet.
- 11** Maak een plattegrond van je school waar je alle preventieve maatregelen op aangeeft.
- 12** Zou jij jouw school het predikaat 'veilig' geven? Licht je antwoord toe.

BLOK 5 HERHAALSTOF

H3 Molekulen, atomen en reactievergelijkingen

De molekuultheorie is in blok 7 van deel 1m hv uitgebreid aan de orde geweest en in T5 kort herhaald. Met de molekuultheorie kun je geen verklaring geven voor het optreden van een chemische reactie. De molekuultheorie zegt niets over het veranderen van molekulen.

- 1** Schrijf de kenmerken van de molekuultheorie op.
- 2** Beschrijf met behulp van het molekuulmodel hoe een vaste stof, een vloeistof en een gas in elkaar zitten.

Dalton heeft de molekuultheorie uitgebreid met de atoomtheorie. De atoomtheorie zegt dat bij een chemische reactie de atomen van de molekulen van de beginstoffen zich hergroeperen tot molekulen van de reactieprodukten.

- 3** Schrijf de zes kenmerken van de atoomtheorie op.

Atoomsoorten worden met een symbool weergegeven. Elke atoomsoort heeft zijn eigen symbool. Een aantal van die symbolen moet je kennen. In T2 staat de tabel van symbolen die je moet kennen.

- 4** Speel het memoryspel met de elementsymbolen nog een keer. Schrijf de symbolen in alfabetische volgorde op, als je het spel gespeeld hebt. Zet achter de symbolen de juiste naam.

Uit de atoomtheorie kunnen we een aantal zaken afleiden. Een molekuul bestaat uit atomen. Het aantal atomen van elke soort in één soort molekulen is altijd hetzelfde. Je kunt dus zeggen dat een molekuul een vaste, bij elkaar horende groep van atomen is.

Zo kan een molekuulsoort opgebouwd zijn uit één soort atomen of uit verschillende soorten atomen. Dit zijn we al eerder tegengekomen in T2. Daar spraken we van niet-ontleedbare en ontleedbare stoffen. Niet-ontleedbare stoffen bevatten slechts atomen van één elementsoort. Ontleedbare stoffen bevatten atomen van verschillende elementsoorten.

Als we deze twee uitspraken nu samenvoegen, krijgen we het volgende:

- Molekules van een niet-ontleedbare stof bestaan slechts uit één soort atomen.
- Molekules van een ontleedbare stof bestaan uit verschillende soorten atomen.

We noemen een ‘ontleedbare stof’ ook wel een ‘verbinding’.

- 5** In T5 heb je een aantal molekuultekeningen gezien. Teken een molekuul water en een molekuul methaan.

Daarna heb je geleerd hoe je molekuulformules moet opstellen. Zo is de formule van water $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Het getal ‘2’ in de formule wordt de ‘index’ genoemd. De index van waterstof in de formule van water is dus 2. De index 1 – hier van zuurstof – wordt altijd weggelaten.

De molekuulformule (of kortweg formule) geeft het aantal atomen van elke soort in één molekuul.

In T5 staat de tabel met formules die je moet kennen.

- 6** Schrijf de formules op van de volgende stoffen: zuurstof, methaan, koolstofdioxide, zwaveldioxide, ijzer en ozon.
- 7** Welke stoffen uit vraag **6** zijn verbindingen?

Tenslotte heb je geleerd hoe je een reactieschema kunt omzetten in een reactievergelijking. Deze reactievergelijking moest je ‘kloppend maken’. Het aantal atomen

van elke soort moet links en rechts van de pijl hetzelfde zijn. Dat bereik je door de juiste getallen vóór de formules te zetten. Die getallen heten de ‘coëfficiënten’. De reactievergelijking van de verbranding van methaan wordt dan:



De index 1 en de coëfficiënt 1 worden altijd weggelaten.

- 8 a** Wat geeft een coëfficiënt aan?
b En wat geeft een index aan?
- 9** Wat versta je onder het ‘kloppend maken van een reactievergelijking’?
- 10** Schrijf de reactievergelijking op van de verbranding van waterstof. Bij de verbranding van waterstof ontstaat water.
- 11** Als alcohol verbrand wordt, ontstaat er koolstofdioxide en water. De formule van alcohol is $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$. Schrijf de reactievergelijking op van de verbranding van alcohol.
- 12** Neem de volgende reactieschema’s over op een blaadje en maak ze kloppend:
- a** ... $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b** ... $\text{Fe}(\text{s}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$
- c** ... $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \dots \text{SO}_2(\text{g})$
- d** ... $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- e** ... $\text{C}_5\text{H}_{12}(\text{g}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- f** ... $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \dots \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \dots \text{Fe}(\text{s}) + \dots \text{CO}_2(\text{g})$

E1 De benzinemotor

Als je onder de motorkap van een auto kijkt, zie je een ingewikkeld geheel van draden, slangen, metaal en plastic. Toch is het principe van een motor vrij simpel. Er wordt brandstof verbrand. De warmte die daarbij vrijkomt, wordt (gedeeltelijk) omgezet in bewegings-energie van de auto.

Als brandstof wordt vaak benzine gebruikt. Benzine is een mengsel van een groot aantal vluchtige stoffen. Benzine is een zeer brandbare stof.

Proef: Brandbaarheid benzine

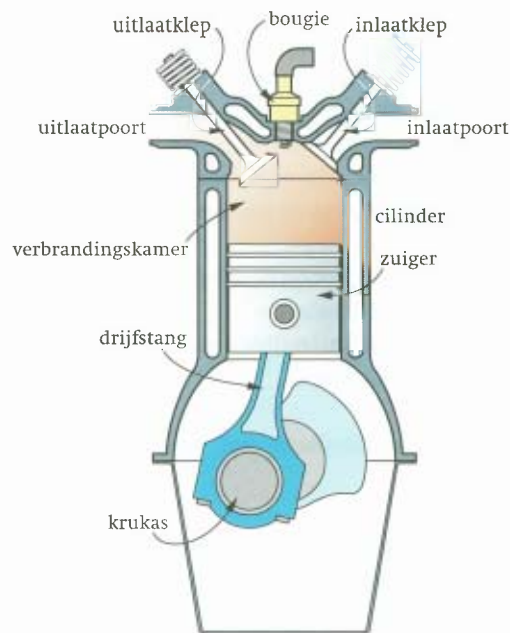
Doe in een kroesje (met behulp van een druppelflesje) 10 druppels wasbenzine. Zet het kroesje op een driepoot met gaasje. Laat het kroesje zo een tijdje staan (de benzine zal dan een beetje gaan verdampen). Zet het kroesje met de driepoot op 60 cm van je af en zorg dat binnen die afstand rondom *geen gasbrander of brandbare zaken* aanwezig zijn.

Breng nu een brandende lucifer (vanaf 60 cm hoogte boven het kroesje) langzaam dichterbij het kroesje. Kijk goed op welke afstand van het kroesje de benzine gaat branden.

- 1 Op welke hoogte boven het kroesje gaat de benzine branden?
- 2 Wat begint er het eerst te branden: de vloeistof benzine of de benzinedamp? Licht je antwoord toe.
- 3 **a** Hoe hoog schat je van het kookpunt van benzine?
b Heeft benzine wel een kookpunt? Licht je antwoord toe.

In een automotor wordt in een cilinder een mengsel van benzinedamp en lucht aangezogen, samengeperst en dan ontstoken, waarna het restgas wordt uitgedreven. De ontsteking vindt plaats door een vonk van de bougie. Een razendsnelle verbranding is het gevolg.

FIG. 38 De cilinder in de motor van een auto.



Bij de meeste automotoren moet de zuiger vier slagen maken om één keer een verbranding mogelijk te maken. Deze verbranding vindt plaats in de cilinders, die het 'hart' van de motor vormen (figuur 38).

De ruimte boven de zuiger in de cilinder heet de *verbrandingskamer*. Hierin wordt bij de 'inlaatslag' het mengsel van benzinedamp en lucht aangezogen. Dat mengsel wordt bij de opvolgende 'compressieslag' samengeperst. Op het einde van de compressieslag levert de bougie een vonk, die de verbranding op gang brengt. De volgende slag is dus de 'arbeidsslag', waarbij de zuigerstang de kracht van de explosie overbrengt op de krukas. Bij de 'uitlaatslag' worden de afgassen afgevoerd naar de uitlaat.

Merk op dat elke cilinder per vier slagen maar bij één slag arbeid levert. Daarom zijn er ook meestal vier cilinders. De cilinder die een 'arbeidsslag' levert, stelt de andere cilinders in staat om één van de drie slagen te maken die arbeid *kosten*.

Als alle vier de cilinders een 'arbeidsslag' hebben gemaakt is de krukas één keer rond. Dan begint het 'spel' opnieuw.

De op en neer gaande bewegingen van de zuigerstangen worden door de krukas in een draaiende beweging omgezet. De 'stoten' van de explosies in de cilinders worden door een vliegwiel op de krukas in een regelmatig gang omgezet. De beweging van de krukas wordt via de cardan-as op de wielen overgebracht.

- 4 Waarom wordt het mengsel van benzinedamp en lucht samengeperst, voordat de ontbranding plaatsvindt?
- 5 Hoe noem je een razendsnelle verbranding ook wel?
- 6 Hoe komt het dat de druk in de cilinder zo sterk toeneemt bij de verbranding?

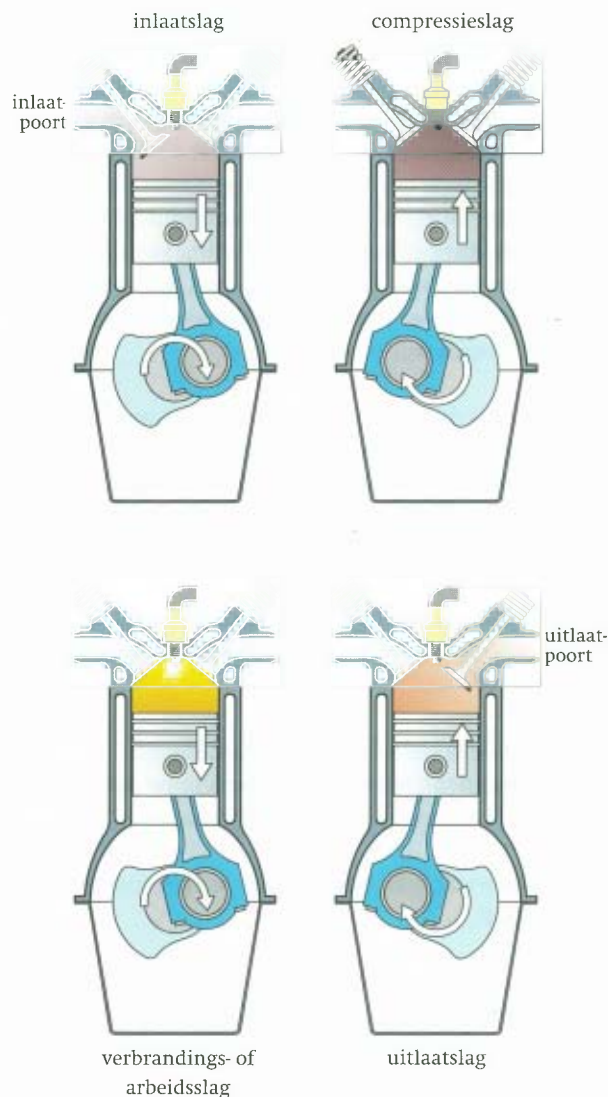
In figuur 39 vind je de vier slagen van de zuiger weer-gegeven.

- 7 Verklaar de naam 'viertakt-motor'.
- 8 **a** Bij welke slag wordt de energie voor de beweging geleverd? Licht je antwoord toe.
b Leg uit waarom de vier cilinders ná elkaar een arbeidsslag moeten leveren om de krukas één keer rond te doen gaan.

Het benzinedamp-luchtmengsel wordt gemaakt in de 'carburator'. Natuurlijk is er een bepaalde verhouding van benzinedamp en lucht nodig om een optimale verbranding te krijgen.

Dat onderzoeken we in de volgende proef.

FIG. 39 De vier slagen van de cilinder.



Proef: Onderzoek naar de beste verhouding benzinedamp/lucht

Neem een cilindervormige buis van dik glas of aluminium met een inhoud van 400 cm^3 . Sluit de buis aan één kant af. Laat er een paar kraaltjes invallen. Doe vervolgens één druppel wasbenzine in de buis en sluit de buis af. Meng de benzinedamp met de lucht door de kraaltjes in de buis tien keer van boven naar beneden te laten vallen. Klem de buis horizontaal in een statief vast. Zorg ervoor dat de opening van de buis richting muur staat. Open de buis aan de muurkant en houd bij de opening de lichtblauwe vlam van de brander. Noteer wat je waarneemt!

Open de buis daarna ook aan de andere kant. Ververs de lucht in de buis door de buis heen en weer te bewegen. Pas op dat er niemand in de buurt staat! Herhaal de proef met 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 8 druppels wasbenzine. Noteer elke keer je waarnemingen.

- 9 Bij welke verhouding benzine/lucht ontstaat het meest explosieve mengsel? Gegeven: 1 druppel benzine = $0,05\text{ cm}^3$.
- 10 Bepaal de grenzen van de verhoudingen benzine/lucht, waarbij je volgens jouw proef te maken hebt met een explosief mengsel.
- 11 Verklaar wat men bedoelt met 'een brandstofarm mengsel'.

Zoals al eerder gezegd is benzine een mengsel van een aantal stoffen. Je kunt dus aan benzine geen formule toekennen. Wat je wel kunt doen is een soort gemiddelde formule geven.

Voor benzine kiezen we een gemiddelde formule van $\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{l})$. Als benzine verbrand wordt, ontstaan een aantal stoffen. In uitlaatgassen zitten zeker drie stoffen.

- 12 Welke drie stoffen zitten zeker in uitlaatgassen? Licht je antwoord toe.

In een automotor moet de benzine aan een paar eisen voldoen. De belangrijkste eis is een snelle, regelmatige en volledige verbranding. De motor mag niet gaan 'pingelen'. Pingelen van de motor treedt op, als vòòr de vonkinbreng al verbranding optreedt. De kwaliteit van de benzine wordt uitgedrukt in het octaangetal. Het octaangetal is een maat voor de ontstekingskwaliteit. Hoe hoger dit getal, des te regelmatiger de verbranding in de motor.

- 13 Ga na welke benzinesoorten aan de pomp verkocht worden. Geef van elke soort het octaangetal aan.

In de gassen die uit de cilinders komen en de uitlaat binnengaan, zijn behalve de drie al genoemde stoffen ook koolstofmono-oxide en stikstofoxiden aanwezig. Toch komen veel van die stoffen *niet* uit de uitlaatpijp. Onderweg gebeurt er iets met die gassen. Daarvoor moet er wel een speciaal 'apparaat' in de uitlaat zitten.

- 14 Leg uit hoe het mogelijk is dat de gassen koolstofmono-oxide en de stikstofoxiden *niet* uit de uitlaatpijp komen. Verklaar dit kort maar duidelijk.

E2 De auto als vervuiler

Conventionele brandstof

Bij verbranding van de brandstof in een motor ontstaan verbrandingsprodukten. Bekende brandstoffen zijn benzine, diesel en LPG. Ze worden gemaakt uit de fossiele brandstof aardolie.

- 1 Wat betekent de afkorting LPG?
- 2 Welke atoomsoorten zijn in de molekulen van zowel benzine, diesel als LPG aanwezig?
- 3 Welke verbrandingsprodukten verwacht je dan?

Dagelijks wordt er in Nederland 13 miljoen liter benzine verbrand. Als je dat in wagons zou vervoeren, krijg je een trein van bijna 3 kilometer lengte.

Als je één liter benzine verbrandt, ontstaat er 2,3 kg koolstofdioxide en 1 kg waterdamp.

- 4 Bereken hoeveel kg koolstofdioxide dagelijks door het autopark in Nederland geproduceerd wordt.

Koolstofdioxide komt van nature al in de dampkring voor. Het is een gas dat onontbeerlijk is in de natuur. De planten hebben voor hun groei koolstofdioxide nodig. Via fotosynthese wordt koolstofdioxide omgezet in stoffen die een plant nodig heeft voor de groei. Zonder koolstofdioxide zou plantengroei niet mogelijk zijn. Ook zou de gemiddelde temperatuur op aarde ruim 30 °C lager zijn.

Door de geweldige uitstoot van koolstofdioxide bij verbrandingen neemt het percentage koolstofdioxide in de atmosfeer langzaam toe. Het gevolg hiervan is dat de aarde de zonnewarmte beter vasthoudt. De terugstraling van warmte naar de ruimte wordt minder. De (gemiddelde) temperatuur op aarde zal langzaam gaan stijgen. Dit wordt ook wel het *broeikaseffect* genoemd. Behalve koolstofdioxide zijn nog enkele andere gassen verantwoordelijk voor het broeikaseffect. Bijvoorbeeld methaan, dat vrijkomt bij verrotting van planten.

- 5 Schrijf een kort artikel waarin je aangeeft wat de gevolgen kunnen zijn van het broeikaseffect voor het leven op aarde. Geef tevens aan welke maatregelen getroffen kunnen/moeten worden om het broeikaseffect tegen te gaan.

Naast koolstofdioxide en waterdamp stoot een automotor nog andere stoffen uit: stikstof, koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en onverbrande delen van benzine. Bij de verbranding van één liter benzine ontstaat (gemiddeld) 100 gram koolstofmono-oxide, 15 gram stikstofoxiden en 10 gram onverbrande delen. Per liter benzine zijn het kleine hoeveelheden. Maar per dag wordt in Nederland 13 miljoen liter benzine verbrand.

- 6 Bereken hoeveel kg koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en onverbrande delen gevormd worden, als er 13 miljoen liter benzine verbrand wordt.

Al deze stoffen komen in de atmosfeer terecht. Wat zijn daarvan de gevolgen?

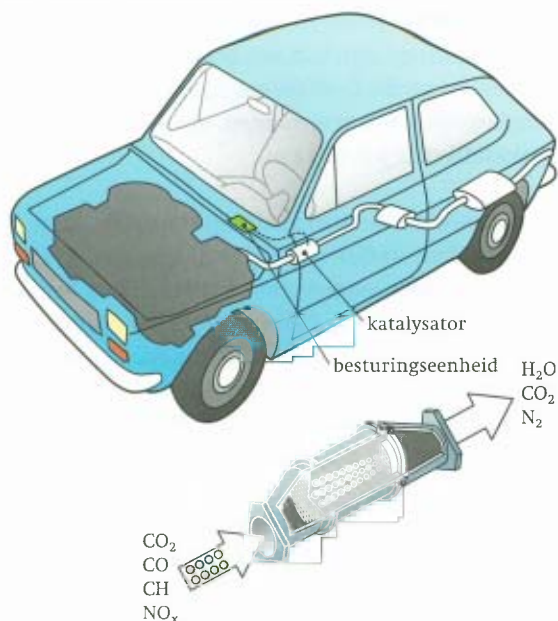
Stikstofoxiden en de onverbrande delen van benzine zijn mede verantwoordelijk voor het broeikaseffect op aarde. In de atmosfeer reageren stikstofoxiden en de onverbrande delen verder. De gevormde stoffen veroorzaken *smogvorming*, vooral bij zonnig en windstil weer.

Stikstofoxiden zijn ook één van de veroorzakers van *zure regen*. Zure regen tast gebouwen, glas-in-loodramen en bronzen beelden aan, maar ook de natuur. In Europa hebben vooral naaldbossen sterk te lijden van de zure regen.

De uitstoot van een aantal gassen kan bij een auto sterk beperkt worden door gebruik te maken van een *katalysator* (figuur 40).

Bij gebruik van een katalysator wordt de uitstoot aan koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en de onverbrande delen van benzine drastisch verlaagd.

FIG. 40 De katalysator van een auto.



– Hoe *werkt* nu zo'n katalysator? In principe komt het erop neer dat de drie bovenstaande stoffen omgezet worden in koolstofdioxide, waterdamp en stikstof. Hiervoor is ook zuurstof nodig. Men spreekt daarom wel van een naverbrander.

– Hoe *ziet* de katalysator eruit? Zo'n apparaat bestaat uit een brok poreus keramisch materiaal waarop een dun laagje edelmetalen is aangebracht. De edelmetalen werken als de feitelijke katalysator.

– Wat *doet* een katalysator? Een katalysator zorgt ervoor dat een reactie veel sneller verloopt dan normaal. Bij een auto verloopt de naverbranding dus veel sneller dan normaal. Een katalysator wordt niet verbruikt bij een reactie. Een katalysator kan steeds opnieuw gebruikt worden. Mits hij niet 'vergiftigd' wordt. Bepaalde stoffen kunnen de katalysator onwerkzaam maken. Zo maakt het loodhoudende antiklop middel uit gelode benzine de katalysator van de auto onbruikbaar. Er moet dus loodvrije benzine worden gebruikt.

7 a Verklaar de term *naverbrander*.

b Welke stoffen worden in de katalysator naverbrand?

8 Bij welke stof (zie figuur 40) kun je niet spreken van een naverbranding? Licht je antwoord toe.

9 Waar zit de katalysator in een auto?

10 Een katalysator in een auto is natuurlijk prima. Er zijn echter betere oplossingen mogelijk. Schrijf eens een aantal mogelijkheden op.

Alternatieve brandstof

In de natuur bestaan kringlopen. Zo is er de kringloop van water. Ook kun je in de natuur naar de kringloop van één element kijken: bijvoorbeeld de *koolstofkringloop*.

Vóór de industriële revolutie veranderde de hoeveelheid koolstof in de natuurlijke kringloop niet. Maar door het grootscheeps gebruik van fossiele brandstoffen verhoog je de hoeveelheid koolstof in de natuurlijke kringloop. Immers: de fossiele brandstoffen zijn ontstaan uit plankton en vissen, die miljoenen jaren geleden aan de koolstofkringloop werden onttrokken. Door nú die brandstoffen massaal te verbranden komen grote hoeveelheden koolstof weer snel in de kringloop terug. Deze koolstof was miljoenen jaren geleden heel geleidelijk aan de natuur onttrokken. Daardoor is het percentage koolstofdioxide in de atmosfeer nu langzaam aan het stijgen.

Maar stel dat je brandstof maakt van koolstof uit de natuurlijke kringloop. Dan verhoog je bij gebruik van die brandstof de hoeveelheid koolstof in de kringloop niet! Lees nu de krante-artikelen uit figuur 41.

De problemen bij de invoering van bio-ethanol als alternatieve brandstof zijn meer economisch dan technisch van aard. Vooral de olie-industrie weert zich danig tegen de invoering van bio-ethanol als brandstof. Maar ook regeringen vrezen blijkbaar het verlies van grote inkomsten uit de benzine-accijns.

FIG. 41 Drie krante-artikelen over bio-ethanol.

Denen bouwen rendabele bio-ethanolfabriek

TOLSTRUP (COR) – Het Deense Fonds voor agro-industriële ontwikkeling, Brønderslev, bouwt een proeffabriek die bio-ethanol gaat produceren voor een prijs die kan concurreren met die van benzine.

De proeffabriek wordt gebouwd in een voormalige melkfabriek in Tolstrup, een plaats in het noorden van Jutland. Het Deense bio-ethanol zal geproduceerd worden uit stro, houtresten en organisch afval.

ENERGIE

Op grond van de nieuwste ontwikkelingen moet het mogelijk zijn om 80 tot 90 procent van de in de biomassa aanwezige energie om te zetten in ethanol en warmte. In de proeffabriek zal de komende twee jaren voor een bedrag van vier miljoen Deense kronen, bijna een miljoen gulden, worden geïnvesteerd.

KOSTEN

Naar verwachting zullen de produktiekosten ongeveer 35 tot 45 cent per liter bio-ethanol bedragen. Dit is de helft van de huidige produktiekosten van bio-ethanol. Daardoor zou bio-ethanol bij de huidige benzine-prijzen kunnen concurreren met minerale benzine.

Fransen verwachten veel van bio-ethanol

PARIJIS (AGD) – Franse boeren zien in bio-ethanol de reddende engel voor de akkerbouw. De kansen voor deze brandstof worden als zeer goed beschouwd, waarbij men nauwelijks aandacht schenkt aan de enorme financiële gevolgen.

Dat meldt de Nederlandse landbouwraad in Parijs. De euforie in Franse boerengringen stoelt op het gegeven dat de bio-ethanol voor het jaar 1992 werd vrijgesteld van accijnzen. Maar de produktie van deze ethanol is niet echt op gang gekomen en het jaar is bijna voorbij. Voor de komende jaren zijn van officiële zijde nog steeds geen toezeggingen gedaan. Natuurlijk wordt niet alleen druk uitgeoefend door de boerenorganisaties, maar ook door de agrarische industrie. Het zijn vooral de suikerfabrieken die actief zijn, zoals de 'Sucrerie-distillerie' in d'Arcis sur Aube, die heeft aangekondigd vijfduizend hectoliter ethanol per dag te kunnen produceren. Men moet hiervoor wel de bestaande capaciteit uitbreiden, wat een investering vergt van 350 miljoen franc. Deze ethanol kan dan aan de benzine worden toegevoegd of worden omgezet in een melange van ethanol en iso-buteen, die eveneens in de loodvrije benzine gebruikt kan worden.

In de Franse dagbladen wordt de toon ten aanzien van de bio-brandstoffen steeds kritischer, zo signaleert de landbouwraad. Er wordt gesproken over zeer zware gevolgen voor de schatkist, schade aan het milieu toegebracht tijdens de fabricage en een aanzienlijke vermindering van het motorvermogen bij gebruik van ethanol. Vooral de suikerlobby roert zich en niet de graanboeren. De suikersector wil wel investeren, maar moet dan kunnen rekenen op meerjarige contracten met de oliemaatschappijen die daar voorlopig niets in zien.

Amerikaans bedrijf maakt auto's voor bio-ethanol

CHICAGO (COR) – Chrysler Corporation, een van de drie grote Amerikaanse autofabrikanten, gaat vanaf volgende maand beginnen met de produktie van auto's die op een brandstofmengsel kunnen rijden van 85 procent bio-ethanol en 15 procent ongelode benzine.

Het bedrijf loopt daarmee vooruit op de beslissing van de Amerikaanse regering om alsnog akkoord te gaan met het gebruik van bio-ethanol als alternatieve brandstof. Eerder oordeelde het Amerikaanse ministerie van Milieu dat ethanol te veel vervuiling veroorzaakt bij zeer warm weer en daarom niet vanaf 1995 als alternatieve brandstof gebruikt mag worden in Amerika's grote steden. Maar inmiddels hebben een aantal regeringsleden, onder wie vice-president Dan Quayle, in het openbaar laten blijken dat zij van mening zijn dat de brandstof alsnog voor grootschalig gebruik door automobilisten goedgekeurd moet worden. Daarbij wezen zij op het belang van het gebruik van de brandstof voor de Amerikaanse landbouw.

Tijdens een conferentie van zeventien staatsgouverneurs in Milwaukee, drong de directie van Chrysler aan op het bevorderen van het gebruik van bio-ethanol. Volgens het bedrijf moeten de verschillende overheden hun invloed gebruiken om de vraag naar auto's op bio-ethanol te stimuleren. Daarbij doelde de directie vooral op het laag houden van de prijs van bio-ethanol aan de pomp. Ook stelt Chrysler dat de politiek moet samenwerken met de Amerikaanse ministeries van Landbouw en Energie door meer onderzoek naar het omlaag brengen van de produktiekosten van bio-ethanol te financieren.

TWEE TYPES

Vanaf volgende maand zal Chrysler twee autotypes uitrusten met motoren die simpel ingesteld kunnen worden op een brandstofmengsel van 85 procent bio-ethanol. Auto's met deze zogenoemde E85-motoren zullen niet duurder worden dan de conventionele types, aldus het bedrijf.

Brandgevaar en brandpreventie

11 a Leg uit dat bij gebruik van bio-ethanol sprake is van het gebruik van koolstof die uit de natuurlijke koolstofkringloop afkomstig is.

b In welk van de drie landen (zie figuur 41) lijkt men in elk geval niet geneigd om de verkoop van bio-ethanol in de toekomst accijnsvrij te houden?

12 Met grote regelmaat wordt in allerlei landen (waaronder Nederland) de accijns op brandstof en op rookwaren drastisch verhoogd. Daarbij beweren politici: 'Dan gaan de mensen vanzelf wel minder autorijden en roken'.

a Zijn die beweringen volgens jou uitgekomen?

b Wat vind jij van de beweringen van deze politici?

13 Welke grondstoffen (zie figuur 41) worden genoemd voor de bereiding van bio-ethanol?

In het 'Franse' artikel worden een aantal nadelige gevolgen genoemd die kunnen optreden bij de invoering van bio-ethanol als brandstof.

14 Welke gevolgen worden opgesomd?

15 Van welke kant zal die kritiek komen? Licht je antwoord toe.

16 Welk belangrijk voordeel voor het milieu zal gebruik van bio-ethanol met zich meebrengen?

Lees het 'Amerikaanse' artikel. Je weet dat de Amerikaanse presidentsverkiezingen in het najaar van 1992 gehouden werden. 'Milieu' is ook in Amerika een 'hot item'. Nu begrijp je misschien waarom vice-president Dan Quayle vóór gebruik van bio-ethanol is.

17 Leg uit waarom de vice-president zo'n standpunt innam.

Slotopmerking:

Over het broeikaseffect, zure regen en dergelijke onderwerpen is voldoende informatiemateriaal voorhanden. Kijk maar eens in bibliotheek en postkantoor bij informatie van de overheid.

'Als het kalf verdronken is, dempt men de put.' Helaas is dit spreekwoord ook vaak van toepassing bij een brand. Hadden we maar.....

De laatste tien jaar is het aantal schoorsteenbranden schrikbarend toegenomen. Waarschijnlijk doordat steeds meer mensen een open haard of houtkachel stoken (figuur 42). Men vergeet echter dat bij het gebruik van een open haard of houtkachel de schoorsteen regelmatig geveegd moet worden. Veel brandverzekeringen eisen bewijzen van regelmatig vegen. Anders wordt de schade niet vergoed.

1 Welke vergeten 'stookcultuur' zal bedoeld zijn?

2 Leg kort uit wat de oorzaak is van een schoorsteenbrand.

Als er een schoorsteenbrand is, wordt als eerste geadviseerd om de schoorsteenklep te sluiten.

3 Waarom zal dat advies gegeven worden?

Het vuur in de kachel of open haard moet je dan doven. Niet met water maar met zand of soda.

4 Waarom moet je geen water gebruiken als blusmiddel voor de vuurhaard?

5 Wat is het principe van blussen met zand?

Brandpreventie kom je ook op school tegen. Bij de scheikundeles moet je bij practica een labjas aantrekken. Waar is een labjas van gemaakt? Niet van nylon! Nee, van een vlamwerend soort katoen.

6 Waarom zal een labjas niet van nylon gemaakt zijn?

We gaan nu een proef doen met de stof van een labjas. Je hebt nodig een stukje katoen van een labjas. Hou het stukje katoen in de lichtblauwe geruisloze vlam van de brander.

- 7** Ga met een stopwatch na hoe lang het duurt, voordat het stukje katoen:
- a** zwart gaat worden;
 - b** gaat branden.

Er bestaan ook voorschriften van de brandweer waarvan een school moet voldoen. Bijvoorbeeld een scheikundepracticumlokaal moet aan bepaalde voorwaarden voldoen.

In een school moeten verder nog vele preventieve maatregelen genomen zijn. ('Preventieve maatregelen' zijn 'uit voorzorg genomen maatregelen'). Te denken valt aan brandwerende deuren, weinig brandgevaarlijk bouw materiaal, voldoende vluchtwegen en voldoende blusmateriaal op allerlei plaatsen.

- 8 a** Ga bij de plaatselijke brandweer eens informeren aan welke voorwaarden een practicum-scheikunde-lokaal moet voldoen, of zoek het op in een boekje over de Arbowet.
- b** Controleer op je school of het practicumlokaal aan alle eisen voldoet.
- 9 a** Informeer bij de plaatselijke brandweer aan welke eisen een school moet voldoen om het predikaat 'veilig' van de brandweer te krijgen, of zoek het op in een boekje over de Arbowet.
- b** Maak een plattegrond van je school waar je alle preventieve maatregelen op aangeeft.
- c** Zou jij jouw school het predikaat 'veilig' geven? Licht je antwoord toe.

FIG. 42 Krante-artikel 'vergeten stookcultuur'.

Vergeten 'stookcultuur' oorzaak van opblazende branden

Door Willem Aalders

Is het verbeelding of is onze indruk juist, dat de brandweer steeds vaker moet uitrukken om een brand te blussen? We zien op tv het letterlijk in rook opgaan van hele fabriekscomplexen, en lezen in de krant van woningen die steeds lichter ontvlambaar schijnen te worden gebouwd. Als steeds is het een kwestie van oorzaak en gevolg. We willen het niet over oorzaken hebben, maar feit is dat de huidige generatie wat achtelozer aankijkt tegen het verschijnsel brandgevaar dan vroeger de gewoonte was.

Wellicht heeft het iets te maken met het verdwijnen van wat we 'stookcultuur' kunnen noemen: tegenwoordig leert men niet meer op verantwoorde wijze een houtkachel of open haard te stoken, met als gevolg dat het aantal schoorsteenbranden schrikbarend is toegenomen.

Je zou kunnen veronderstellen dat daarvoor ook in andere opzichten de vrees voor brand bij ons als het ware is 'uitgesleten' en 'vuur' een abstract begrip is geworden, evenals het begrip 'brandpreventie'.

Tot er brand uitbreekt en we plotseling aan den lijve de verwoestende, vaak verbijsterende uitwerking van vuur ondervinden. Vroeger moesten schoorstenen bestaan uit metselwerk en daarmee basta.

Tegenwoordig zijn ook geprefabriceerde metalen rookkanalen toegestaan.

Dubbelwandige elementen met daartussen onbrandbare isolatie. TNO-gekeurd, dus er lijkt niets op tegen ze toe te passen.

Maar het nadeel van zo'n 'prefab-kanaal' is dat de roestvast stalen wand geen vocht absorbeert. Langs de gladde wand kan creosoot naar beneden druipen dat, als er niet deskundig wordt gestookt, in brand kan vliegen. Creosoot is vloeibaar roet en betekent vaak het begin van een schoorsteenbrand, te herkennen aan het loeiende geluid in het rookkanaal. Sluit in dat geval direct de schoorsteenklep en de luchttoevoer van de kachel, of, bij een openhaardkachel, de deurtjes. Doof het vuur met zand of soda (geen water) om rook in huis te voorkomen, waarschuw de brandweer en laat u daarna bijschrijven in het register van schoorsteenbranden, waarvan het aantal de laatste 10 jaar met 60 % is toegenomen.

E4 Oefenvragen en opgaven

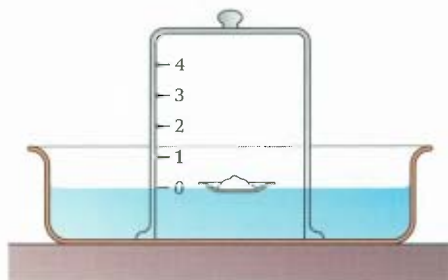
Het zuurstofgehalte van lucht kan op verschillende manieren bepaald worden. Eén van die manieren gaat als volgt:

Een porseleinen schaalpje drijft op water in een afgesloten stolp. In het schaalpje zit witte fosfor. De stolp bevat 5 liter lucht (figuur 43).

Na korte tijd ontbrandt de witte fosfor vanzelf. Heftige vuurverschijnselen zijn waar te nemen.

- 1 **a** Schrijf het reactieschema in woorden op.
- b** Wat kun je zeggen van de ontbrandingstemperatuur van witte fosfor? Licht toe.
Na afloop is het waterniveau in de stolp een stuk gestegen (figuur 44).
- c** Wat is de oorzaak van het stijgen van het waterniveau in de stolp? Leg duidelijk uit.
- d** Bereken het volumepercentage zuurstof in lucht aan de hand van figuur 43 en 44.
De hoeveelheid fosfor kan niet willekeurig gekozen worden.
- e** Waarom niet? Aan welke voorwaarde moet voldaan zijn?
Het reactieproduct is $P_2O_5(s)$.
- f** Schrijf de reactievergelijking op.

FIG. 43 Een porseleinen schaalpje met witte fosfor onder een stolp.

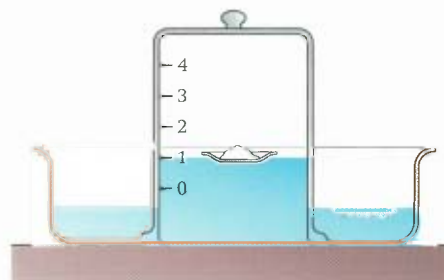


De proef wordt herhaald. In plaats van fosfor gebruikt men nu koolstof. De koolstof verbrandt volledig. Er is echter geen stijging van het waterniveau in de stolp.

g Leg uit waarom er geen stijging van het waterniveau zal plaatsvinden.

- 2 In veel huizen wordt aardgas gebruikt als brandstof.
 - a** Schrijf een aantal toepassingen op van aardgas als brandstof.
De apparaten die aardgas als brandstof gebruiken moeten in goed geventileerde ruimtes staan.
 - b** Leg uit waarom dat zo is.
Bij de verbranding van aardgas ontstaan water(damp) en koolstofdioxide.
 - c** Hoe kun je aantonen dat deze stoffen ook echt ontstaan zijn?
 - d** Schrijf de reactievergelijking op van de verbranding van aardgas.
Je komt in de krant heel af en toe een artikel tegen waar gesproken wordt over 'kolendampvergiftiging'.
 - e** Verklaar de naam 'kolendampvergiftiging'.
 - f** Leg uit dat kolendampvergiftiging ook kan ontstaan bij de verbranding van aardgas.
 - g** Schrijf de reactievergelijking op van de verbranding van aardgas waarbij 'kolendamp' ontstaat.

FIG. 44 De witte fosfor is nu onder de stolp verbrand.



- 3** Bij de verbranding van benzine, een mengsel van koolwaterstoffen, ontstaan er naast koolstofdioxide en water(damp) onder andere ook stikstofoxiden.
- a** Leg uit dat bij de verbranding van benzine het gevormde water als waterdamp gevormd wordt.
- b** Leg uit hoe het komt dat er ook stikstofoxiden ontstaan.
- Voor benzine kun je een gemiddelde formule opschrijven:
- $$\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{l}).$$
- c** Schrijf de reactievergelijking van de verbranding van benzine op.
- Bij de verbranding van benzine ontstaan ook koolstofmono-oxide en onverbrande delen van benzine. In de katalysator worden de nevenprodukten omgezet in stikstof, waterdamp en koolstofdioxide.
- d** Schrijf de reactievergelijking op waarbij stikstofmono-oxide en koolstofmono-oxide omgezet worden in stikstof en koolstofdioxide.
- De werking van de katalysator in het uitlaatsysteem van een auto wordt als 'naverbrander' omschreven.
- e** Licht de naam 'naverbrander' kort toe.
- 4** Bij een snelle kweekreactor wordt natrium gebruikt als koelvloeistof. Bij een ongeluk kwam 50 liter natrium op het dak van de reactor terecht. Het vatte direct vlam.
- a** Leg uit waarom de natrium direct vlam vatte. De brandweer probeerde de brand in eerste instantie te blussen met water.
- b** Leg uit waarom dan niet lukte.
- c** Welk(e) gevaarteken(s) zou jij op een pot met natrium zetten? Licht toe.
- De brandweer bluste de brand daarna met schuim.
- d** Leg uit waarom blussen met schuim de juiste methode is.
- 5** Explosies kunnen gasexplosies of stofexplosies zijn.
- a** Schrijf een voorbeeld op van een gas- en een stofexplosie.
- b** Schrijf de voorwaarden op om een explosie te krijgen.
- Explosies kunnen ook op andere manieren ontstaan. Bij gebruik van dynamiet is geen zuurstof uit de lucht nodig. De stof die in dynamiet voor de explosie zorgt is glyceryltrinitraat, $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9(\text{l})$. Bij de explosie ontleeft deze stof in koolstofdioxide, waterdamp, stikstof en zuurstof.
- c** Schrijf de reactievergelijking op.
- d** Licht de explosieve werking van deze stof toe. Men spreekt ook wel van een inwendige verbranding.
- e** Leg dit uit.
- 6** Aan formules kan vaak afgeleid worden welke reactie plaatsgevonden heeft. Zo ook de vorming van azijnzuur uit alcohol. Deze reactie vindt plaats als alcohol aan lucht wordt blootgesteld: verzuren van wijn. Alcohol heeft de formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$; azijnzuur de formule $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})$.
- a** Wat heb je nodig om alcohol om te zetten in azijnzuur? Geef naam en formule.
- b** Welke stof zal naast azijnzuur gevormd worden? Geef naam en formule. Licht toe.
- c** Schrijf de reactievergelijking op.
- 7** Geef bij elk van de volgende reacties de formule van het reactieprodukt. Schrijf ook de reactievergelijking op.
- a** Eén deeltje stikstof reageert met drie deeltjes waterstof tot twee deeltjes ammoniak.
- b** Eén deeltje zwaveltrioxide, $\text{SO}_3(\text{g})$, reageert met één deeltje water tot één deeltje zwavelzuur.
- c** Twee deeltjes ammoniak reageren met één deeltje zwavelzuur tot één deeltje kunstmest.

8 Leid uit de volgende gegevens de formule van naftaleen (de stof in 'mottenballen') af:
Eén deeltje naftaleen reageert met twaalf deeltjes zuurstof tot tien deeltjes koolstofdioxide en vier deeltjes water.

- 9 a** Leid uit de volgende gegevens de formule van kaarsvet af:
Voor de volledige verbranding van één deeltje kaarsvet zijn zesentwintig deeltjes zuurstof nodig. Er ontstaan achttien deeltjes koolstofdioxide en evenveel deeltjes water.
- b** Waarom is een kaarsvlam geel van kleur?

Als afsluiting van dit blok volgt nu een tabel met de meeste scheikundige elementen die thans bekend zijn (figuur 45).

FIG. 45

atoom-nummer	symbool	naam
1	H	waterstof
2	He	helium
3	Li	lithium
4	Be	beryllium
5	B	boor
6	C	koolstof
7	N	stikstof
8	O	zuurstof
9	F	fluor
10	Ne	neon
11	Na	natrium
12	Mg	magnesium
13	Al	aluminium
14	Si	silicium
15	P	fosfor
16	S	zwavel
17	Cl	chloor
18	Ar	argon
19	K	kalium
20	Ca	calcium
21	Sc	scandium
22	Ti	titaan
23	V	vanadium
24	Cr	chroom
25	Mn	mangaan
26	Fe	ijzer
27	Co	kobalt
28	Ni	nikkel
29	Cu	koper
30	Zn	zink
31	Ga	gallium
32	Ge	germanium
33	As	arseen
34	Se	seleen
35	Br	broom
36	Kr	krypton

atoom- nummer	symbool	naam
37	Rb	rubidium
38	Sr	strontium
39	Y	yttrium
40	Zr	zirkoon
41	Nb	niobium
42	Mo	molybdeen
43	Tc	technetium
44	Ru	ruthenium
45	Rh	rhodium
46	Pd	palladium
47	Ag	zilver
48	Cd	cadmium
49	In	indium
50	Sn	tin
51	Sb	antimoon
52	Te	telluur
53	I	jood
54	Xe	xenon
55	Cs	cesium
56	Ba	barium
57	La	lanthaan
58	Ce	cerium
59	Pr	praseodymium
60	Nd	neodymium
61	Pm	promethium
62	Sm	samarium
63	Eu	europium
64	Gd	gadolinium
65	Tb	terbium
66	Dy	dysprosium
67	Ho	holmium
68	Er	erbium
69	Tm	thulium
70	Yb	ytterbium
71	Lu	lutetium
72	Hf	hafnium

atoom- nummer	symbool	naam
73	Ta	tantaal
74	W	wolfraam
75	Re	rhenium
76	Os	osmium
77	Ir	iridium
78	Pt	platina
79	Au	goud
80	Hg	kwik
81	Tl	thallium
82	Pb	lood
83	Bi	bismut
84	Po	polonium
85	At	astaat
86	Rn	radon
87	Fr	francium
88	Ra	radium
89	Ac	actinium
90	Th	thorium
91	Pa	protoactinium
92	U	uraan
93	Np	neptunium
94	Pu	plutonium
95	Am	americium
96	Cu	curium
97	Bk	berkelium
98	Cf	californium
99	Es	einsteinium
100	Fm	fermium
101	Md	mendelevium
102	No	nobelium
103	Lr	lawrencium
104	Unq (Ku)	unnilquadium (kurchatovium)
105	Unp (Ha)	unnilpentium (hahnium)
106	Unh	unnilhexium