



# Blok 7

## INHOUD

### BASISSTOF

T1	Verbranding	206
W1		207
T2	Verbranding als chemische reactie	208
W2		209
T3	Aantonen van reactieprodukten	209
W3		210
T4	Chemische reacties	210
W4		213
T5	Verbranden van aardgas	213
W5		214
T6	Onvolledige verbranding	215
W6		216
T7	Verbranding en het milieu	216
W7		219
T8	Brandblussen	220
W8		222

### HERHAALSTOF

H1	Verbrandingen	223
H2	Molekulen en atomen	225
H3	Brandgevaar	226

### EXTRASTOF

E1	Autrijden en ons milieu	227
E2	Brandgevaar en brandpreventie	230
E3	Oefenvragen en opgaven	231

## LEERDOELEN

- 1 Je moet weten onder welke voorwaarden verbranding plaatsvindt. [P1, T1, W1]
- 2 Je moet weten wat er met de ontbrandings-temperatuur bedoeld wordt. [P1, T1]
- 3 Je moet verschijnselen kunnen opnoemen die optreden bij een verbranding. [P1, T1, W1]
- 4 Je moet het begrip 'fossiele brandstof' kennen en enkele voorbeelden kunnen noemen. [T1, W1]
- 5 Je moet weten dat lucht voor ongeveer 20% uit zuurstof bestaat. [P2, T2, W2]
- 6 Je moet het begrip 'oxidatie' kennen. [T2, W2]
- 7 Je moet weten wat met een 'chemische reactie' bedoeld wordt. [P2, T2, W2]
- 8 Je moet weten hoe water aangetoond wordt en wat je daarbij waarneemt. [P3, T3, W3]
- 9 Je moet weten hoe koolstofdioxide aangetoond wordt en wat je daarbij waarneemt. [P3, T3, W3]
- 10 Je moet vier kenmerken van het molekuulmodel kennen. [T4, W4]
- 11 Je moet drie kenmerken van het atoommodel kennen. [T4, W4]
- 12 Je moet van een aantal atoomsoorten het symbool kennen. [T4, W4, P5]
- 13 Je moet weten welke energie-omzetting plaatsvindt bij de verbranding van aardgas. [P5, T5, W5]
- 14 Je moet weten welke verbrandingsprodukten ontstaan bij verbranding van aardgas. [P5, T5, W5]
- 15 Je moet kunnen uitleggen wat een onvolledige verbranding is. [T6, W6]



# In vuur en vlam



- 16** Je moet weten dat bij verbranding van fossiele brandstoffen koolstofmono-oxide en/of roet kan ontstaan. [P6, T6, W6]
- 17** Je moet weten dat koolstofmono-oxide een zeer giftig gas is. [T6, W6]
- 18** Je moet kunnen uitleggen waarom branders van c.v.-ketels, branders van boilers, kachels en schoorstenen regelmatig schoongemaakt moeten worden. [T6]
- 19** Je moet kunnen uitleggen dat bij verbrandingen stoffen ontstaan die slecht zijn voor het milieu. [P7, T7]
- 20** Je moet weten wat er met het broeikaseffect bedoeld wordt en welke stof(fen) daarvoor verantwoordelijk zijn. [T7, W7]
- 21** Je moet weten wat de gevolgen zijn voor het milieu van het ontstaan van stikstofoxiden en zwaveldioxide. [P7, T7, W7]
- 22** Je moet weten welke drie manieren er zijn om een brand te blussen. [P8, T8, W8]
- 23** Je moet kunnen uitleggen hoe je een benzine-brand en een vlam in de pan *wel* en *niet* moet blussen. [P8, T8, W8]
- 24** Je moet kunnen uitleggen hoe een blusdeken, waterblusser en schuimblusser werken. [P8, T8, W8]

# T1 Verbranding

Brand en vuur horen vaak bij elkaar. Brand en brand-blussen ook.

Vuur kan ook nuttig zijn:

- Vuur levert de warmte waardoor we het in *huis* lekker warm hebben.
- Vuur levert de warmte voor het *koken* van eten.



## VUUR

In veel spreekwoorden en gezegden komt het woordje 'vuur' voor. Voorbeelden zijn 'in vuur en vlam staan', 'het vuur uit de sloffen lopen' en 'met vuur spelen'.

Al in het oude Griekenland was 'vuur' een belangrijk begrip. Volgens de Griekse filosoof Empedocles bestond materie uit vier grond-elementen. 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 vaak veranderd.

## Verbranding en brandstoffen

Aardgas is de meest gebruikte brandstof in Nederland. Andere brandstoffen zijn huisbrandolie, benzine, dieselolie, LPG en kampeergas (figuur 2).

Al deze brandstoffen worden gemaakt uit 'fossiele brandstoffen'. Voorbeelden van fossiele brandstoffen zijn steenkool, aardolie en aardgas.

## Voorwaarden voor verbranding

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

De brandstof gaat niet vanzelf branden. Er is een bepaalde temperatuur voor nodig. We noemen dat de *ontbrandingstemperatuur*. Soms zorgt een brandende lucifer daarvoor. Maar het kan ook het vuursteentje van een aansteker zijn.

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



FIG. 3 Ook een startende space-shuttle heeft brandstof en zuurstof nodig.



FIG. 2 Het verbruik van diverse brandstoffen in de wereld.



FIG. 4 Ook bij het lassen ontstaan vonken.

## BLOK 7 BASISSTOF

Voor verbranding zijn dus drie dingen nodig:

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

### Kenmerken van verbranding

Alle verbrandingen lijken op elkaar. Er is altijd een chemische reactie tussen een brandstof en zuurstof (figuur 4). Daarbij wordt de chemische energie in de brandstof omgezet in warmte.

Bij een verbranding treden vaak *vuurverschijnselen* op. Denk aan *vlammen* en *vonken* (figuur 4).

Behalve vuurverschijnselen zie je meestal *rook*. Na afloop blijft er vaak *as* over.

### Samenvatting

Voor *verbranding* is nodig:

- 1 een brandstof;
- 2 zuurstof;
- 3 een voldoende hoge temperatuur: de ontbrandings-temperatuur.

De meeste brandstoffen worden gemaakt uit *fossiele brandstoffen*.

Verbranding is een *chemische reactie* tussen de brandstof en zuurstof. Er wordt *chemische energie* omgezet in *warmte*.

Bij verbranding treden vaak *vuurverschijnselen* op. Er ontstaat meestal *rook* en er blijft vaak *as* over.

## BLOK 7 BASISSTOF

### W1

- 1 **a** Waar vindt bij je thuis verbranding plaats?  
**b** Waarvoor is bij je thuis verbranding nodig?
- 2 In de tekst wordt gesproken over 'fossiele brandstoffen'.  
**a** Schrijf drie fossiele brandstoffen op.  
**b** Welke brandstoffen worden uit fossiele brandstoffen gemaakt?
- 3 Bij verbranding moet aan een aantal voorwaarden voldaan zijn. Welke voorwaarden zijn dat?
- 4 Bij verbranding vindt een energie-omzetting plaats.  
**a** Hoe heet de energiesoort die opgeslagen zit in een brandstof?  
**b** Welke energie-omzetting vindt er plaats?
- 5 **a** Wat zie je bij een oliebrand?  
**b** Wat zie je bij 'sterretjesvuurwerk'?
- 6 In de tekst zijn een aantal voorbeelden gegeven van gezegdes en spreekwoorden.  
**a** Noem nog 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.

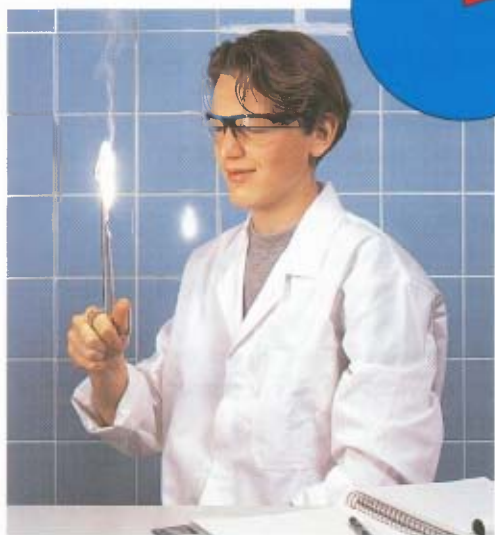
## T2 Verbranding als chemische reactie

Bij verbranding reageert de brandstof met zuurstof. 20% van de lucht is zuurstof. De rest bestaat uit stikstof (figuur 5).

Een verbranding is een *chemische reactie*. Bij een *chemische reactie* verdwijnen de *beginstoffen*. Er ontstaan één of meer *nieuwe stoffen*.

FIG. 5 Cirkeldiagram met verdeling zuurstof/stikstof in lucht.

FIG. 6 Brandend magnesium.



stikstof 80%      zuurstof 20%

Bij brandend magnesium verdwijnt het grijze magnesium (figuur 6). Er ontstaat een wit poeder. Magnesium reageert met zuurstof uit de lucht. Er ontstaat een nieuwe stof. Die nieuwe stof heet *magnesiumoxide*.

Bij de verhitting van platina treedt geen chemische reactie op. Het zilvergrijze platina verandert niet.

Een reactie met zuurstof heet *oxidatie*.



### CHEMISCHE REACTIES IN DE NATUUR

Planten maken uit koolstofdioxide en water nieuwe stoffen. Eén van die nieuwe stoffen is zuurstof. Zuurstof wordt gebruikt voor verbranding. Ook voor de verbranding van zuurstof in je lichaam. Bij die verbranding ontstaan koolstofdioxide en water.

Planten maken uit koolstofdioxide en water ... (En zo is het kringetje rond.)

### Samenvatting

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

Verbranding is een *chemische reactie* met *zuurstof*.

Een reactie met zuurstof heet *oxidatie*.

- 1
  - a Uit welke stoffen bestaat lucht?
  - b Hoeveel procent van de lucht is zuurstof?
  - c Is zuurstof een brandbaar gas? Geef een toelichting.
- 2
  - a Wat is een chemische reactie?
  - b Wat is een verbranding?
  - c Wat is een oxidatie?
- 3 Bij het verhitten van magnesium in lucht treedt een reactie op.
  - a Hoe kun je zien dat er een reactie optreedt?
  - b Welke stoffen verdwijnen?
  - c Welke stof wordt gevormd?
- 4 Leg uit of de volgende processen wel of geen chemische reacties zijn.
  - a het verbranden van papier;
  - b het koken van water;
  - c een brandende kaars;
  - d een rottende appel.
- 5 In je lichaam wordt voedsel verbrand. Daarbij ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.
  - a Is het verbranden van voedsel in je lichaam een chemische reactie? Licht je antwoord toe.
  - b Wat zijn de verschillen tussen ingeademde lucht en uitgeademde lucht.

## Aantonen van reactieprodukten

Stoffen aantonen is niet nieuw voor je. In blok 5 heb je zuur en base aangetoond met lakmoespapier. Stofeigenschappen bepalen hoe een stof reageert. Daarvan maak je gebruik bij het aantonen van koolstofdioxide en water.

### Koolstofdioxide

Kalkwater wordt troebel als je er koolstofdioxide door leidt. De koolstofdioxide reageert met het kalkwater. Je kunt kalkwater dus gebruiken om koolstofdioxide aan te tonen (figuur 7).

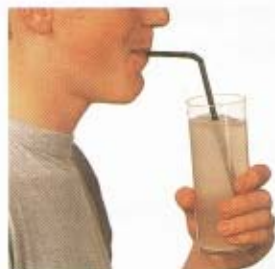


FIG. 7 Kalkwater wordt troebel als je er doorheen blaast.



FIG. 8 Ook dit is water.

### Water

Wit kopersulfaat wordt blauw je er water door leidt. Het water reageert met het kopersulfaat. Je kunt wit kopersulfaat dus gebruiken om water aan te tonen. Bij de verbranding van aardgas ontstaat waterdamp. De waterdamp kun je aantonen door boven de vlam een koud bekerglas te houden. Het bekerglas beslaat. Daarmee heb je de waterdamp aangetoond (figuur 8).

### Samenvatting

Koolstofdioxide kun je aantonen met *kalkwater*. Koolstofdioxide maakt *helder* kalkwater *troebel*. Water kun je aantonen met *wit kopersulfaat*. Water maakt *wit kopersulfaat* *blauw*.

- 1 **a** Hoe toon je koolstofdioxide aan?  
**b** Wat zie je dan?
- 2 **a** Hoe toon je water aan?  
**b** Wat zie je dan?
- 3 **a** Hoe toon je waterdamp aan?  
**b** Wat zie je dan?
- 4 Kaarsvet wordt verbrand. De verbrandingsgassen maken kalkwater troebel en wit kopersulfaat blauw.  
**a** Met welke stof heeft kaarsvet gereageerd?  
**b** Welke reactieproducten zijn gevormd?  
**c** Leg uit dat het verbranden van kaarsvet een chemische reactie is.
- 5 In je lichaam wordt voedsel verbrand. Daarbij ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.  
**a** Hoe kun je bewijzen dat in uitgeademde lucht koolstofdioxide zit?  
**b** Hoe kun je bewijzen dat in uitgeademde lucht water zit?

Bij een chemische reactie verdwijnen stoffen. Er ontstaan nieuwe stoffen.

Hoe kun je chemische reacties verklaren? Kan dat met het *molekuulmodel*?

### Het molekuulmodel

De belangrijkste kenmerken van het molekuulmodel zijn:

- Elke stof bestaat uit hele kleine deeltjes: de molekulen.
- Alle molekulen van één stof zijn hetzelfde.
- Tussen de molekulen zit ruimte.
- De molekulen bewegen.

Bij een chemische reactie verdwijnen molekulen van de ene soort en er ontstaan molekulen van een of meer andere soorten. Dat is niet te verklaren met het molekuulmodel.



### ALCHEMIE

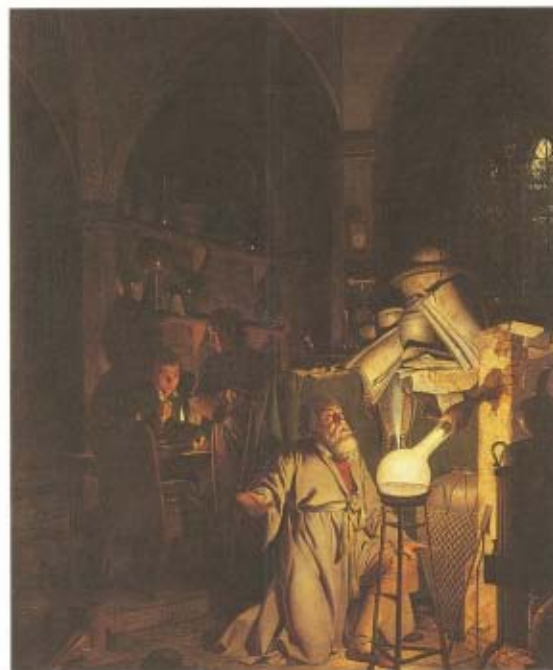
Al heel lang heeft men geprobeerd het verdwijnen van stoffen te verklaren. Empedocles (490 - 435 voor Christus) bedacht de vier elementen aarde, lucht, vuur en water. Alle materie zou uit deze vier elementen opgebouwd zijn (figuur 9).

Daarna heeft het lang geduurd voordat een nieuwe stap gemaakt werd. In de Middeleeuwen deed men aan alchemie ('al' is grieks voor 'de'). Alchemisten zochten naar de *steen der wijzen* (figuur 10). Die moest het mogelijk maken om bijvoorbeeld lood in goud om te zetten. Ze zochten ook naar het *levenselixir*. Dank zij dat levenselixir zouden mensen langer leven of zelfs onsterfelijk worden. Pas in de negentiende eeuw is de 'moderne' chemie ontstaan, de chemie als wetenschap.

FIG. 9 Tijdbalk van Empedocles tot Dalton.

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

FIG. 10 Alchemisten aan het werk.



## Het atoommodel

Met het molekuulmodel zijn chemische reacties niet te verklaren. Daarvoor moet het model uitgebreid worden. Dat is gedaan met het *atoommodel*. Men veronderstelt daarbij dat molekulen uit nog kleinere deeltjes bestaan. Die deeltjes heten *atomen*. De Engelsman Dalton (1766-1844) heeft als eerste de atoomtheorie opgeschreven (figuur 11).

De belangrijkste kenmerken van het atoommodel zijn:

- Molekulen bestaan uit nog kleinere deeltjes: atomen.
- Atomen veranderen niet.
- Bij een chemische reactie worden atomen anders gegroepeerd.

De verbranding van koolstof is een reactie van koolstof met zuurstof. Daarbij ontstaat koolstofdioxide. De atoomsoort koolstof blijft bestaan. Ook de atoomsoort zuurstof blijft bestaan. Bij de reactie worden de atomen anders gegroepeerd.

FIG. 11 De atoomtheorie van Dalton.

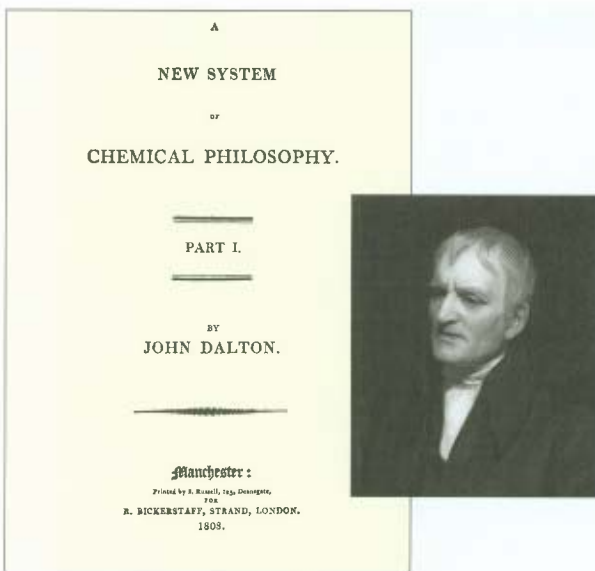


FIG. 12 Vroegere symbolen van de atoomsoorten ingevoerd door Dalton (1803).

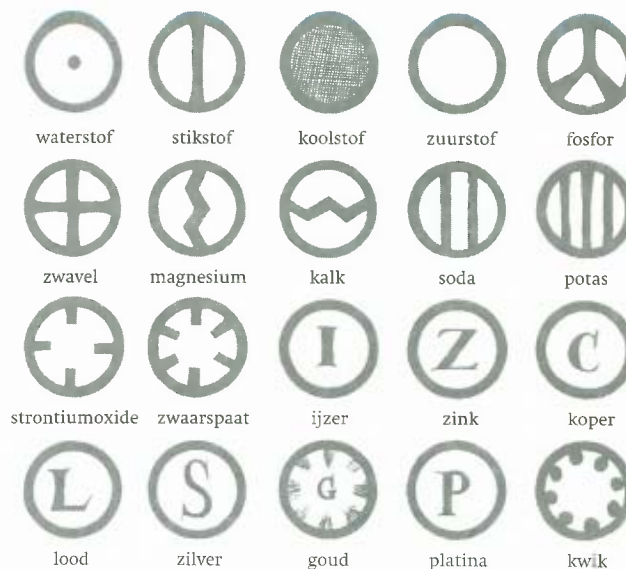


FIG. 13 Symbolen van atoomsoorten.

metalen		andere elementen	
Al	aluminium	Cl	chloor
Cd	cadmium	F	fluor
Ca	calcium	P	fosfor
Cu	koper	He	helium
Hg	kwik	C	koolstof
Pb	lood	N	stikstof
Mg	magnesium	H	waterstof
Na	natrium	O	zuurstof
Fe	ijzer	S	zwavel

## Symbolen van atoomsoorten

Er zijn ongeveer 100 verschillende atomen.

In figuur 12 zie je de symbolen die door Dalton zijn ingevoerd.

De namen van atoomsoorten zijn in Nederland anders dan in Engeland. De 'symbolen' zijn over de hele wereld hetzelfde.

In de tabel van figuur 13 staan de atoomsoorten en bijbehorende symbolen die je moet kennen.



### NAMEN VAN DE ATOOMSOORTEN

Hoe is men aan de namen voor de atoomsoorten gekomen?

De naam *magnesium* is afgeleid van Magnesia. Daar werd het mineraal magnesiet gevonden. Magnesia ligt in Turkije.

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 'kylix' (Grieks) en in 'calx' (Latijn). In beide talen betekent dit krijt. Het achtervoegsel 'ium' duidt op een metaal. Zo hoort bij elk symbool een eigen verhaal.

## Samenvatting

Het *molekuulmodel* is door Dalton uitgebreid tot het *atoommodel*.

Met het atoommodel kunnen *chemische reacties* verklaard worden.

Een chemische reactie is een *hergroepering* van atomen.

Er zijn ongeveer 100 verschillende atomen.

Elke atoomsoort kun je met een *symbool* weergeven.

- Schrijf de vier kenmerken van het molekuulmodel op.
- Wat is volgens het molekuulmodel het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel?
- Schrijf de drie kenmerken van het atoommodel op.
- In de advertentie van figuur 14 wordt een kunstmest aanbevolen. In de advertentie staan een paar namen waarvan je het symbool moet kennen. Bekijk de advertentie goed. Schrijf daarna de namen en symbolen van alle atoomsoorten op die je uit de advertentie kunt halen.

FIG. 14 Advertentie van een kunstmestsoort voor de aardappel-teelt.

**Opbrengst, Kwaliteit en Smaak bepalen de keuze Patentkali!**

Un boor die nu en in de toekomst kwaliteitsaardappelen wil telen zonder het milieu of zijn portemonnee onnodig te belasten, kan voor de Kali- en Magnesiumbemesting het beste op Patentkali vertrouwen. Voorzien zoutische, snop Patentkali.

Er is geen alternatief!

Patentkali gekorrelt, chloorarm  
30% K<sub>2</sub>O (kaliumsulfaat)  
15% MgO (magnesiumsulfaat)  
volledig oplosbaar in water,  
dus direct opneembaar.

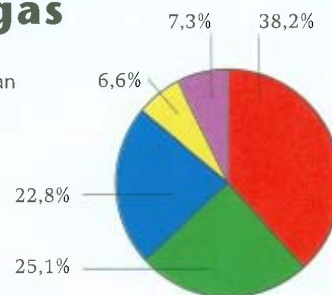
Has voor meststoffen met magnesium op Kieseriet



- Aan de naam van een atoomsoort zit meestal een verhaal vast. Kies zelf één atoomsoort uit de tabel van figuur 13. Zoek in een encyclopedie de herkomst van de naam op. Schrijf kort maar wel volledig de herkomst op.

## T5 Verbranden van aardgas

FIG. 15 Jaarlijks verbruik van aardgas in Nederland.



Meinverbruikers	16,3 miljard m <sup>3</sup>
Industrieën	10,7 miljard m <sup>3</sup>
Centrales	9,7 miljard m <sup>3</sup>
Tuinders	2,8 miljard m <sup>3</sup>
Grootverbruikers	3,1 miljard m <sup>3</sup>



FIG. 16 Vindplaatsen van aardgas in Nederland en het Nederlandse continentale plat.

### Aardgas

Aardgas is een fossiele brandstof. Aardgas wordt in Nederland zeer veel gebruikt (figuur 15). Dat komt doordat in Nederland veel aardgas in de bodem zit. Aardgas wordt op veel plaatsen in ons land gewonnen (figuur 16).

FIG. 17 Een gasvlam in de keuken.



### Verbranding van aardgas

Vrijwel alle c.v.-ketels in Nederland gebruiken aardgas. De meeste gezinnen koken 'op gas'. Ook voor het warme water wordt meestal aardgas verbrand (figuur 17).

Bij de verbranding van aardgas worden aardgas en zuurstof omgezet in koolstofdioxide en water. De chemische energie aanwezig in het aardgas komt vrij in de vorm van warmte.

### Samenvatting

Bij de *verbranding* van aardgas ontstaan *koolstofdioxide* en *water*.

Er komt energie vrij in de vorm van *warmte*.

- 1 Aardgas is een belangrijke brandstof in Nederland.
  - a Schrijf een aantal voorbeelden op van aardgas als brandstof.
  - b Hoe noem je de energiesoort die opgeslagen zit in aardgas?
  - c Schrijf de energie-omzetting op die plaatsvindt bij de verbranding van aardgas.
  
- 2
  - a Welke stoffen verdwijnen bij het verbranden van aardgas?
  - b Welke stoffen ontstaan bij het verbranden van aardgas?
  - c Hoe kun je de stoffen die ontstaan, aantonen?
  
- 3 Je moet elke dag eten om voldoende energie binnen te krijgen. In je lichaam wordt voedsel verbrand. Daarbij ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.
  - a Schrijf de energie-omzetting op die plaats vindt bij verbranding van voedsel in je lichaam.
  - b Waarvoor is de warmte nodig die bij de verbranding vrijkomt?
  
- 4
  - a Schrijf de overeenkomsten op tussen de verbranding van voedsel in je lichaam en de verbranding van aardgas in een c.v.-ketel.
  - b Welk belangrijk verschil is er?
  
- 5 Linda wil onderzoeken of bij verbranding van wasbenzine koolstofdioxide en water ontstaan.
  - a Beschrijf de proef waarmee ze dat met zekerheid kan vaststellen.
  - b Maak een tekening van de opstelling die daarvoor nodig is.  
Linda voert de proef uit. Zij stelt vast dat bij de verbranding van wasbenzine koolstofdioxide en water ontstaan.
  - c Wat heeft Linda tijdens de proef dan waargenomen?

## T6 Onvolledige verbranding

### Onvolledige verbranding

De term 'onvolledig' geeft aan dat de brandstof niet volledig is verbrand. Je krijgt onvolledige verbranding als er onvoldoende zuurstof(toevoer) is. Bij onvolledige verbranding van aardgas ontstaan *koolstofmono-oxide* en *roet*.

### Koolstofmono-oxide

Koolstofmono-oxide is een zeer giftig gas. Het is kleurloos en reukloos. Daarom is het zo verraderlijk. Het maakt nog steeds regelmatig slachtoffers. Men heeft het dan over 'kolendamp'-vergiftiging (figuur 18). Het ontstaan van koolstofmono-oxide kan voorkomen worden door te zorgen voor voldoende zuurstof(toevoer).

### Kolendamp

Waar komt de naam 'kolendamp' vandaan? Vroeger gebruikten de meeste gezinnen in Nederland steenkool als brandstof voor verwarming. Als men 's avonds naar bed ging, werd de luchttoevoer van de kachel afgesloten. Daardoor stopte de verbranding. Voordat de kolen uit waren, kon onvolledige verbranding optreden. Daarbij werd koolstofmono-oxide gevormd.

FIG. 18 '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 vergiftigingsverschijnselen in ziekenhuizen opgenomen. De oorzaak in bijna alle gevallen zijn kolenkachels en geisers in slecht geventileerde ruimtes. Het universitair ziekenhuis in Gent werd overstelpt met telefoontjes. Jaarlijks belanden in België naar schatting vierhonderd mensen door CO-vergiftiging in het ziekenhuis.



FIG. 19 Een schoorsteenveger.

Dit gas drong het huis binnen. Het 'verraste' dan de slachtoffers in hun slaap. Het dodelijke gas werd 'kolendamp' genoemd.

Koolstofmono-oxide kan ook nu nog ontstaan bij een gasgeiser die onvoldoende zuurstoftoevoer krijgt.

### Roet

De vorming van roet bij onvolledige verbranding is goed te zien. Een geel gekleurde vlam wijst op roetdeeltjes in de vlam. Een reageerbuis in de vlam zal zwart worden. Die zwarte aanslag is roet.

De branders van de c.v.-ketel moeten regelmatig schoongemaakt worden. Door vuile branders zal het aardgas onvolledig verbranden. Er ontstaat dan roet. Dat kun je eenvoudig controleren. Kijk naar de kleur van de vlam tijdens het branden. Is de kleur geel, dan moeten de branders schoongemaakt worden. Bij open haarden en houtkachels is de kans op onvolledige verbranding zeer groot. Niet voor niets moet men bij gebruik van open haarden en houtkachels de schoorsteen regelmatig vegen. Dat is een eis van de brandverzekering (figuur 19).

In de schoorsteen slaat roet en teer neer. Dit kan door de hoge temperatuur van de verbrandingsgassen tot ontbranding komen. Je hebt dan een schoorsteenbrand. De brandweer moet die komen blussen.

### Samenvatting

Bij *onvolledige* verbranding van aardgas ontstaan *koolstofmono-oxide* en *roet*.

Koolstofmono-oxide is een *zeer giftig gas*.

Roetaanslag kan een *schoorsteenbrand* veroorzaken.

- 1 **a** Welke stoffen ontstaan bij de onvolledige verbranding van aardgas?  
**b** Wanneer krijg je een onvolledige verbranding?
- 2 **a** Waarom moeten de branders van een c.v.-ketel regelmatig schoongemaakt worden?  
**b** Waarom moet de schoorsteen van een open haard of houtkachel regelmatig geveegd worden?
- 3 Waarom merk je niet dat er koolstofmono-oxide gevormd wordt?
- 4 Lees het krante-artikel over koolstofmono-oxide van figuur 18 aandachtig door. Beantwoord daarna de volgende vragen.  
**a** Wanneer ontstaat bij verbranding van aardgas koolstofmono-oxide?  
**b** Wat is er zo gevaarlijk aan koolstofmono-oxide?

## T7 Verbranding en het milieu

### Brandstoffen

Aardgas is een bekende brandstof. Andere bekende brandstoffen zijn huisbrandolie, steenkool en benzine.

### Verbrandingsprodukten

Bij de verbranding van brandstoffen ontstaan altijd koolstofdioxide en water.

Als zwavel in de brandstof aanwezig is (vaak in olie of steenkool), ontstaat ook *zwaveldioxide*.

Tijdens de verbranding is de temperatuur vaak zeer hoog. Bij die hoge temperatuur reageert stikstof uit de lucht met zuurstof. Daarbij ontstaan *stikstofoxiden*.

### Schadelijke stoffen

Veel van de stoffen die bij verbranding ontstaan, zijn schadelijk voor het milieu.

Zwaveldioxide en stikstofoxiden vormen met water zuren. Die komen als *zure regen* op aarde terecht. Koolstofdioxide levert een bijdrage aan het *broeikas-effect* (figuur 20).



### 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. De dampkring voorkomt dat de aarde te veel warmte verliest.

Koolstofdioxide heeft de eigenschap dat het de warmte-uitstraling van de aarde tegenhoudt. Door de toename van koolstofdioxide 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.

In brochures van de overheid kun je nog meer lezen over dit onderwerp. Je kunt de brochures vinden in bibliotheken en op postkantoren.

FIG. 20 Symbolische voorstelling van het broeikaseffect.



FIG. 21 Een kalksteenbeeld dat door de zure regen flink is aangetast.



### 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 %

FIG. 22 De vitaliteit van het bos in Nederland is nog steeds slecht.

### Zure regen

Zwaveldioxide en stikstofoxiden zijn belangrijke bronnen voor zure regen. Zure regen geeft verzuring van de bodem. Zure regen tast gebouwen aan. Vooral kalksteen heeft veel te lijden van zure regen (figuur 21). Door zure regen worden ook de bossen aangetast. Vooral naaldbomen zijn gevoelig voor zure regen (figuur 22).

## EEN BETER MILIEU BEGINT BIJ JEZELF



FIG. 24

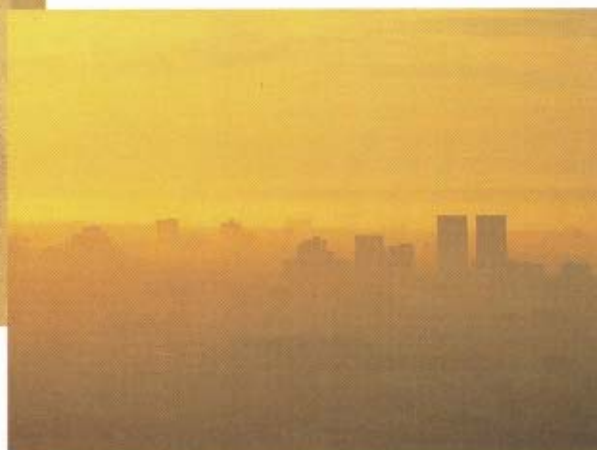


FIG. 23 Smog-vorming in Los Angeles (Amerika).

### Smog

Op hete windstille dagen ontstaat smog. Door het ontbreken van wind blijft de luchtvervuiling hangen. Onder invloed van zonlicht reageren stikstofoxiden met koolwaterstoffen. Hierbij wordt *ozon* gevormd. Samen met andere luchtvervuiling geeft ozon smog (figuur 23). Smog tast de gezondheid aan van al wat leeft op aarde. Mensen met gevoelige luchtwegen (cara-patiënten) hebben er veel last van.

### Milieumaatregelen

In folders van de overheid staan allerlei milieumaatregelen beschreven. Ook maatregelen die bedoeld zijn om de luchtvervuiling tegen te gaan (figuur 24). Nogal wat maatregelen hebben met 'minder' te maken:

- minder autorijden;
- minder brandstoffen verbranden;
- minder vervuilende brandstoffen gebruiken.

FIG. 26 Kranteartikel 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.

Er zijn ook andere maatregelen mogelijk:

- méér zonne-energie gebruiken (figuur 25);
- méér windenergie gebruiken;
- schonere motoren ontwikkelen.

Ook kleine veranderingen helpen. Het is in de meeste gemeentes verboden om zomaar afval te verbranden (figuur 26).

In het Nationaal Milieu Beleidsplan Plus (NMP+) staan de nationale doelstellingen opgeschreven (figuur 27). In de komende jaren moet er veel minder luchtvervuiling komen. Natuurlijk staat Nederland niet alleen. Ook de andere Europese landen doen mee.

NO <sub>x</sub>	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
<b>totaal</b>	<b>548</b>	<b>422</b>	<b>238-243</b>
*behoudens correcties voor warmtelevering			

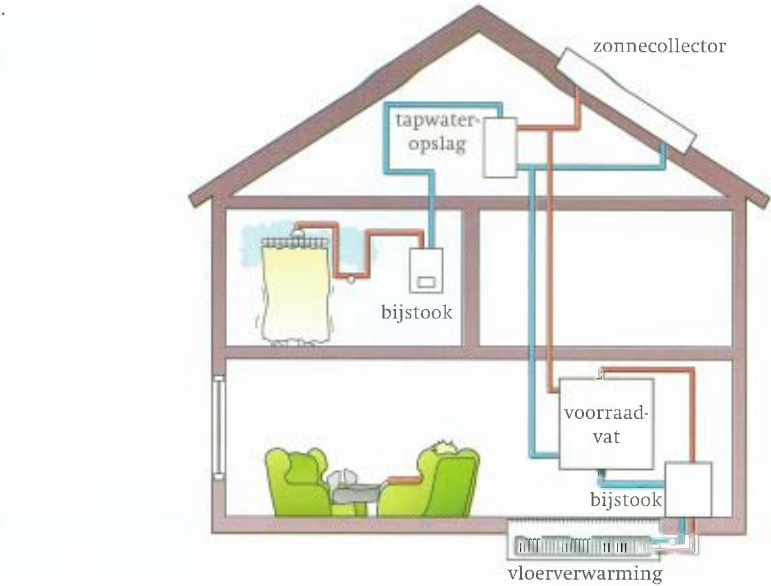


FIG. 25 Schema warmwatervoorziening met zonnecollector.

**Samenvatting**

Verbranding geeft problemen voor het *milieu*. Er komt steeds meer *koolstofdioxide* in de atmosfeer. Dit heeft een *broeikas*effect tot gevolg. Bij verbranding kunnen ook *zwaveldioxide* en *stikstof-oxiden* ontstaan. Zwaveldioxide veroorzaakt *zure regen*. Stikstofoxiden veroorzaken *zure regen* en *smog*. Er zijn *maatregelen* nodig om de *luchtvervuiling* te verminderen.

FIG. 27 De emissiedoelstellingen van het NMP.

SO <sub>2</sub>	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
<b>totaal</b>	<b>465</b>	<b>176</b>	<b>75-90</b>

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
<b>overige bronnen</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>totaal</b>	<b>492</b>	<b>337</b>	<b>196</b>
*behoudens correcties voor steringen			



FIG. 28 Een 'energiehuishouden van Jan Steen'.

- 1 Bij de verbranding van aardgas ontstaat koolstofdioxide. Koolstofdioxide wordt vaak genoemd als het gaat om het broeikaseffect.
  - a Wat is het broeikaseffect?
  - b Welke rol speelt koolstofdioxide bij het ontstaan van het broeikaseffect?

Bij de verbranding van aardgas ontstaan ook vaak stikstofoxiden.

  - c Verklaar het ontstaan van stikstofoxiden.
  - d Welke nadelige gevolgen hebben stikstofoxiden voor het milieu?
- 2
  - a Hoe ontstaat zure regen?
  - b Noem een aantal gevolgen van zure regen.
  - c Hoe ontstaat ozon?
  - d Wat is er gevaarlijk aan ozon?
  - e Hoe ontstaat smog?
  - f Welke groep mensen heeft veel last van smog?
- 3 Bekijk de tekening van figuur 28 goed.
  - a Wat zie je op de televisie? Wat wordt hiermee bedoeld?
  - b Wat vind je van de totale tekening?

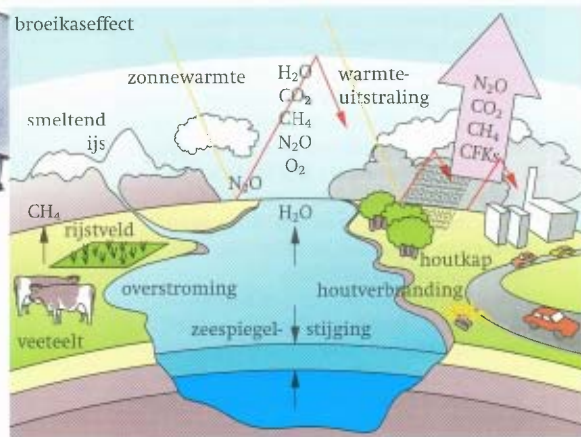


FIG. 29 Het broeikaseffect in beeld.

- 4 In figuur 29 wordt iets 'verteld' over het broeikas-effect.
  - a Welke oorzaken voor het broeikaseffect kun je in de figuur ontdekken?
  - b Welke mogelijke gevolgen worden in de figuur aangegeven?
  - c Schrijf op met welke maatregelen het broeikas-effect tegengegaan kan worden.
- 5 In figuur 30 staat een krante-artikel uit de Volkskrant van 19 juni 1993. 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. 30 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 doelstel-ling was geformuleerd. Ook de verzuring is meer gereduceerd dan was voorzien.

Dit succes is blijkens een evaluatie van de Milieu-Actieplannen van de stroombedrij-ven een gevolg van het gebruik van ener-giebesparende apparaten, zoals verwar-mingsketels, energiezuinige douchekop-pen 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 woonblok-ken of bedrijven worden verwarmd en tege-lijkertijd elektriciteit wordt opgewekt. Hierdoor is de vervuiling veel kleiner.

Bedrijven en overheid blijven achter bij het terugdringen van de milieuvuiling.

- 6 Figuur 31 toont de vijf pictogrammen die je moet kennen (zie blok 5).

FIG. 31 Vijf pictogrammen die waarschuwen tegen chemische gevaren.



**a** Schrijf van elk pictogram kort de betekenis op. Noteer bij de volgende stoffen welk pictogram er het beste bij past.

- b** koolstofmono-oxide
- c** zwaveldioxide
- d** stikstofoxiden

### Brand en brandblussen

Een brand kan op heel veel manieren ontstaan. Brandstichting is één van de belangrijkste oorzaken. Ook een explosie kan brand tot gevolg hebben (figuur 32).

FIG. 32 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 ontvlam-bare 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 sneuvel-de. Er zou geen gevaar zijn geweest voor omringende woonwijken of de volksge-zondheid.

Meestal moet de brandweer er aan te pas komen om het vuur te blussen (figuur 33).

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.

FIG. 33 De brandweer blust vaak met water.



#### BRANDWEERMANNEN EN -VROUWEN

In Nederland zijn in totaal zo'n 43 000 brandweerlieden. Hiervan is 90% vrijwilliger en 10% beroeps. In 1990 waren er 144 vrouwen bij de beroepsbrandweer.

Het beeld van de brandweer is mannen en vrouwen in zwarte pakken die een brand blussen. De brandweer heeft ook veel andere taken. Denk aan voorlichting, brandpreventie, technische assistentie en rampenbestrijding. De brandweer inspecteert gebouwen op brandveiligheid en voorkomt zo ongelukken. Bij technische assistentie moet je denken aan het bevrijden van mensen uit een auto na een ongeluk.

### Voorwaarden voor brandblussen

Voor verbranding zijn nodig:

- 1 een brandstof;
- 2 zuurstof;
- 3 een voldoende hoge temperatuur.

Je kunt een brand blussen door één van deze drie voorwaarden weg te nemen.



FIG. 34 Een schuimblusser in actie.

#### BRANDSTOF WEGNEMEN

Bij een bosbrand maakt men zogenoemde brandgangen. Een brede strook bos wordt gekapt en houtvrij gemaakt.

#### ZUURSTOF WEGNEMEN

Een benzinebrand kun je met schuim blussen. Het schuim sluit de brand af van zuurstoftoevoer (figuur 34).

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

#### AFKOELEN

Door water op een brand te spuiten daalt de temperatuur. Het vuur gaat uit als de temperatuur laag genoeg wordt. De temperatuur is dan onder de ontbrandings-temperatuur gekomen.

Het is belangrijk om bij een brand de *juiste blusmethode* te kiezen. Een benzinebrand en een 'vlam in de pan' kunnen niet met water geblust worden!

### Veiligheid bij het practicum

Veiligheid voor alles, ook in de les. In het practicum-lokaal moet een aantal brandblusmiddelen aanwezig zijn. Eén van die middelen is een douche. Een ander blusmiddel is de blusdeken. Als iemand in brand staat moet de blusdeken gebruikt worden. Door de persoon in de blusdeken te rollen, wordt de zuurstoftoevoer afgesloten. In het practicumlokaal is meestal ook een brandblusapparaat aanwezig.

Om in geval van brand de gevolgen te beperken moeten op een school voorzorgsmaatregelen getroffen zijn.

Er moeten brandwerende deuren aangebracht zijn. De gebruikte bouwmaterialen mogen niet brandgevaarlijk zijn. Er moeten voldoende vluchtwegen zijn. De vluchtwegen moeten goed aangeven zijn. Op allerlei plaatsen moet voldoende blusmateriaal aanwezig zijn.

### Samenvatting

Voor *verbranding* is nodig:

- 1 een brandstof;
- 2 zuurstof;
- 3 een voldoende hoge temperatuur.

Een brand kan geblust worden door *één* van deze voorwaarden *weg te nemen*.

Iedere brand moet op de *juiste manier* geblust worden.

- 1 **a** Op welke drie manieren kan een brand geblust worden?  
**b** Geef van elke manier één voorbeeld.
- 2 Een brandende olieput kan geblust worden door middel van een explosie met dynamiet. Geef hiervoor een verklaring.
- 3 Een benzinebrand kun je niet met een waterstraal blussen.  
**a** Leg uit waarom niet.  
**b** Hoe zou je een benzinebrand wel kunnen blussen? Licht je antwoord toe.
- 4 Leg uit waarom water (indien bruikbaar bij de soort brand) de temperatuur zo sterk verlaagt.
- 5 Mijnheer K. Letskous zet een pan op het vuur. Hij doet boter in de pan. Hij 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. In de keuken slaan de vlammen uit de pan.  
**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 emmer water. Hij gooit die in de pan. Een steekvlam is het gevolg. Nu staat de hele keuken in brand.  
**b** Leg uit dat blussen met water hier helemaal verkeerd is.  
**c** Hoe had mijnheer K. Letskous de brand wel moeten blussen?

- 6 a Welke brandblusmiddelen zijn in het practicum-lokaal aanwezig?  
b Wanneer moet je welk brandblusmiddel gebruiken?
- 7 Dit blok gaat over verbrandingen, brand en alles wat daarmee samenhangt.  
Schrijf tien beroepen op die op de een of andere manier iets met verbranding te maken hebben.

FIG. 35



## BLOK 7 HERHAALSTOF

# H1 Verbrandingen

Voor verbranding is nodig:

- 1 een brandstof;
- 2 zuurstof;
- 3 een voldoende hoge temperatuur.

Je krijgt geen verbranding als één van deze drie voorwaarden ontbreekt. De voorwaarden zijn als de drie hoeken van een driehoek met elkaar verbonden (figuur 36).

FIG. 36 De driehoek met de voorwaarden voor verbranding.



Bij een brand zijn bijna altijd vlammen en vonken te zien. Ook zie je vaak rook. Na afloop blijft er as over. Meestal wordt bij verbranding de zuurstof uit de lucht gebruikt. Lucht bestaat voor ongeveer 20% uit zuurstof.

- 1 Wat zijn de voorwaarden voor verbranding?
- 2 a Welke vuurverschijnselen zie je bij een brand?  
b Wat zie je bij een brand meestal nog meer?

Een verbranding is een chemische reactie. Bij een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan reactieproducten. Vaak is de brandstof een fossiele brandstof. Bij verbranding van een fossiele brandstof ontstaan vrijwel altijd koolstofdioxide en water. Koolstofdioxide kun je aantonen met kalkwater. Water kun je aantonen met wit kopersulfaat.

- 3 a Wat is een fossiele brandstof?  
b Noem minstens drie voorbeelden van fossiele brandstoffen.

- 4 **a** Hoe kun je koolstofdioxide aantonen?  
**b** Wat zie je daarbij?
- 5 **a** Hoe kun je water aantonen?  
**b** Wat zie je daarbij?
- 6 **a** Wat is een chemische reactie?  
**b** Leg uit dat de verbranding van aardgas een chemische reactie is.

Lees het krante-artikel uit figuur 37 aandachtig door.  
 Beantwoord dan vraag 7.

FIG. 37 Krante-artikel 'De 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.

- 7 **a** De benzine vatte door nog onbekende oorzaak vlam. Noem een mogelijke oorzaak.  
**b** Welke stoffen ontstaan bij het verbranden van benzine?

Verbranding wordt ook wel oxidatie genoemd. Het is een reactie met zuurstof. Bij verbranding komt energie vrij in de vorm van warmte.

Aan verbranden zitten goede maar ook slechte kanten. Er ontstaan afvalstoffen zoals koolstofdioxide. Koolstofdioxide levert een bijdrage aan het broeikas-effect op aarde. Bij het gebruik van zuurstof uit de lucht kunnen stikstofoxiden gevormd worden. Veel fossiele brandstoffen leveren zwaveldioxide als reactieproduct. Voorbeelden hiervan zijn zwavelhoudende olie en steenkool. Bij onvolledige verbranding kan koolstofmono-oxide ontstaan. Al deze stoffen zijn slecht voor het milieu. Ze vormen een gevaar voor het leven op aarde.

- 8 Wat is een 'oxidatie'?
- 9 Wat is het 'broeikas-effect'?
- 10 **a** Wanneer wordt er koolstofmono-oxide gevormd?  
**b** Wat is er zo gevaarlijk aan koolstofmono-oxide?
- 11 Aardgas wordt met lucht verbrand.  
 Hoe kunnen dan stikstofoxiden gevormd worden?
- 12 Op welke manier bedreigen stikstofoxiden en zwaveldioxide het milieu?

## H2 Molekelen en atomen

De belangrijkste kenmerken van het molekuulmodel zijn:

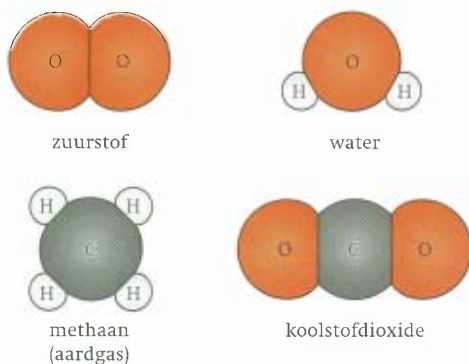
- Elke stof bestaat uit hele kleine deeltjes: de molekulen.
- Alle molekulen van één stof zijn hetzelfde.
- Tussen de molekulen zit ruimte.
- De molekulen bewegen.

Bij een chemische reactie verdwijnen molekulen van de ene soort en er ontstaan molekulen van één of meer andere soorten. Dat is met het molekuulmodel niet te verklaren.

Dalton heeft het molekuulmodel uitgebreid met het atoommodel. De belangrijkste kenmerken van het atoommodel zijn:

- Molekulen bestaan uit nog kleinere deeltjes: atomen.
- Atomen veranderen niet.
- Bij een chemische reactie worden atomen anders gegroepeerd.

FIG. 38 Vier molekuulmodellen.



In figuur 38 zie je vier molekuulmodellen. Je ziet dat de molekulen zijn opgebouwd uit atomen. Je hoeft deze modellen echter niet te kennen.

- 1 Schrijf de vier kenmerken van het molekuulmodel op.
- 2 Beschrijf met behulp van het molekuulmodel hoe:
  - a een vaste stof in elkaar zit;
  - b een vloeistof in elkaar zit;
  - c een gas in elkaar zit.
- 3 Noem een aantal eigenschappen van een stof die je met het molekuulmodel kunt verklaren.
- 4 Schrijf de drie kenmerken van het atoommodel op.

Atoomsoorten worden met een symbool weergegeven. Elke atoomsoort heeft zijn eigen symbool. Een aantal van die symbolen moet je kennen. In T4 staat de tabel met symbolen die je moet kennen (zie figuur 13).

- 5 a Speel het memoryspel met de symbolen nog een keer (zie P5).
- b Schrijf na het spel de symbolen in alfabetische volgorde op.
- c Zet achter elk symbool de juiste naam.

## H3 Brandgevaar

Een brand is een ‘gewone’ verbranding. Voor een brand gelden dus de drie voorwaarden voor verbranding. De brandweer maakt daar bij het blussen gebruik van.

De brandweer kan de *brandstof wegnemen*.

Bijvoorbeeld door bij een bosbrand een brede strook bos te kappen. De brand zal daar dan stoppen.

De brandweer kan de *zuurstoftoevoer afsluiten*.

De brandweer adviseert om bij een brand deuren en ramen gesloten te houden. De brandweer kan ook blussen met schuim. Het schuim sluit de zuurstoftoevoer af. Ook kan er met koolstofsneeuw geblust worden. In een koolzuurblusser zit koolstofdioxide.

De brandweer kan de *temperatuur verlagen* tot onder de ontbrandingstemperatuur.

Heel vaak blust de brandweer met water. Het water op het vuur verdampt. Voor het verdampen van water is veel energie nodig. Daardoor daalt de temperatuur tot beneden de ontbrandingstemperatuur.

Iedere brand moet op de *juiste manier* geblust worden. Olie-, vet- en benzinebranden kun je niet met water blussen. Je maakt het dan meestal alleen maar erger. Denk maar aan ‘de vlam in de pan’ (figuur 39).

- 1 **a** Hoe blus je een benzinebrand?  
**b** Hoe blus je ‘een vlam in de pan’?  
**c** Waarom is het zo gevaarlijk om ‘een vlam in de pan’ met water te blussen?
- 2 **a** Hoe kun je met water een brand blussen?  
**b** Hoe kan een schuimblusser een brand blussen?  
**c** Hoe kan een blusdeken een brand blussen?

Voorkomen is beter dan genezen. Dat geldt zeker ook voor brand. Een schoorsteen van een open haard of allesbrander moet regelmatig geveegd worden. Het roet dat op de binnenkant van de schoorsteen neerslaat, kan door de hete afvalgassen ontbranden.

FIG. 39 Vlam in de pan.

### Vlam in pan: man gewond

NIJMEGEN – Een 50-jarige Nijmegenaar is zaterdagavond gewond geraakt bij een brandje in de keuken van zijn woning aan de Kronenburgersingel. De frituurpan had te lang op het fornuis gestaan en de vlam sloeg in de pan. De bewoner wilde de pan van het vuur halen en liep daarbij brandwonden op in het gezicht, aan handen en benen. Het slachtoffer is naar het St. Radboudziekenhuis overgebracht. De keuken liep slechts rookschade op. De nacht tevoren heeft de politie een brandje geblust bij een tankstation aan de Neerbosscheweg. Daar bleek een Boedelbak (een voor de verhuur bestemde aanhangwagen) in de fik te staan. Vermoed wordt dat er opzet in het spel is.

De zuurstoftoevoer en de rookgasafvoer bij verbrandingsapparaten zoals een c.v.-ketel moeten goed in orde zijn. Bij slecht onderhouden apparaten kan ‘kolendamp’ ontstaan. Kolendamp is koolstofmono-oxide. Dit is een kleurloos en reukloos maar zéér giftig gas.

- 3 Waardoor kan een schoorsteenbrand ontstaan?
- 4 **a** Wanneer kan ‘kolendamp’ ontstaan?  
**b** Welk gevarensymbool/pictogram zou je aan ‘kolendamp’ toekennen?  
**c** Waarom heb je juist dit gevarensymbool/pictogram gekozen?
- 5 Lees het krante-artikel over de snorfietser nog eens aandachtig door (zie figuur 37 op blz. 224). Beantwoord daarna de volgende vraag.  
 Hoe kan de brandende benzine door omstanders het snelst geblust worden? Licht je antwoord toe.
- 6 Lees het krante-artikel over de brand in een lompenhandel in Tilburg aandachtig door (figuur 40). Beantwoord daarna de volgende vragen.

FIG. 40 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 loodsen 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.

**a** Wat zijn lompen?

De brandende lompen zijn met water geblust.

**b** Leg uit dat water 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 dragen ze die maskers?

Ook een school moet aan bepaalde brandvoorschriften voldoen. Zo worden aan een practicumlokaal bepaalde eisen gesteld. Op een school moeten verder nog andere voorzorgsmaatregelen getroffen zijn. Denk aan:

- brandwerende deuren;
- geen brandgevaarlijk bouw materiaal;
- voldoende duidelijk aangegeven vluchtwegen;
- voldoende blusmateriaal op allerlei plaatsen.

**7** Controleer of het practicumlokaal aan alle eisen voldoet.

**8** Maak een plattegrond van je school. Geef op de plattegrond alle voorzorgsmaatregelen aan.

**9** Zou jij jouw school 'veilig' noemen? Licht je antwoord toe.

## BLOK 7 EXTRASTOF

**E1**

## Autorijden en ons milieu

Onder de motorkap van een auto zie je een ingewikkeld geheel van draden, slangen, metaal en plastic. Toch is het principe van de automotor vrij simpel. In de motor wordt brandstof verbrand. Meestal is dat benzine. De warmte die daarbij vrijkomt, wordt voor een deel omgezet in bewegingsenergie van de auto. Benzine is een mengsel van een aantal stoffen. Benzine is zeer brandbaar. We gaan de brandbaarheid van benzine onderzoeken (figuur 41).

### Proef: Brandbaarheid benzine

Doe met een druppelflesje 10 druppels wasbenzine in een kroesje.

Zet het kroesje op een driepoot met gaasje.

Laat het kroesje een tijdje staan (de benzine zal dan een beetje verdampen).

Zet het kroesje met de driepoot ongeveer 60 cm van je vandaan.

Zorg dat er geen branders in de buurt branden!

Breng een brandende lucifer vanaf 60 cm hoogte boven het kroesje langzaam naar het kroesje toe.

FIG. 41 Brandbaarheid benzine.



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 het kookpunt van benzine?  
**b** Heeft benzine wel een kookpunt? Licht je antwoord toe.

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

- 4 Wat betekent de afkorting LPG?
- 5 Welke atoomsoorten zitten in de molekulen van zowel benzine, diesel als LPG?
- 6 Welke verbrandingsprodukten verwacht je bij een automotor?

Dagelijks wordt er in Nederland 13 miljoen liter benzine verbrand. Dat is een trein van bijna 3 kilometer lengte. Bij de verbranding van 1 liter benzine ontstaan 2,3 kg koolstofdioxide en 1 kg waterdamp.

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

### Broeikaseffect

Koolstofdioxide komt van nature al in de dampkring voor. Planten hebben voor hun groei koolstofdioxide nodig. Via fotosynthese wordt koolstofdioxide omgezet in stoffen die de plant nodig heeft. 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 (zonne)warmte beter vasthoudt. De terugstraling van warmte naar het heelal wordt minder. De (gemiddelde) temperatuur op aarde zal langzaam gaan stijgen. Dit wordt het *broeikaseffect* genoemd. Behalve koolstofdioxide zijn ook andere gasen verantwoordelijk voor het broeikaseffect. Bijvoorbeeld methaan, dat vrijkomt bij de rotting van planten.

- 8 Schrijf een kort verhaaltje over het broeikaseffect. Geef aan wat de gevolgen van het broeikas-effect voor het leven op aarde kunnen zijn. Geef ook aan welke maatregelen getroffen kunnen/moeten worden om het broeikaseffect tegen te gaan.

Naast koolstofdioxide en waterdamp stoot een automotor nog andere stoffen uit. Dat zijn stikstof, koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en onverbrande delen van benzine.

- 9 Leg uit dat in de uitlaatgassen zeker stikstof zal zitten.

Bij de verbranding van één liter benzine ontstaat (gemiddeld) 100 gram koolstofmono-oxide, 15 gram stikstofoxiden en 10 gram onverbrande delen. Per liter benzine is dat niet veel. Maar er wordt per dag in Nederland 13 miljoen liter benzine verbrand.

- 10 **a** Bereken hoeveel kg koolstofmono-oxide er per dag in Nederland gevormd wordt.  
**b** Bereken ook hoeveel kg stikstofoxiden er dan gevormd worden.  
**c** Bereken ook de hoeveelheid onverbrande bestanddelen.

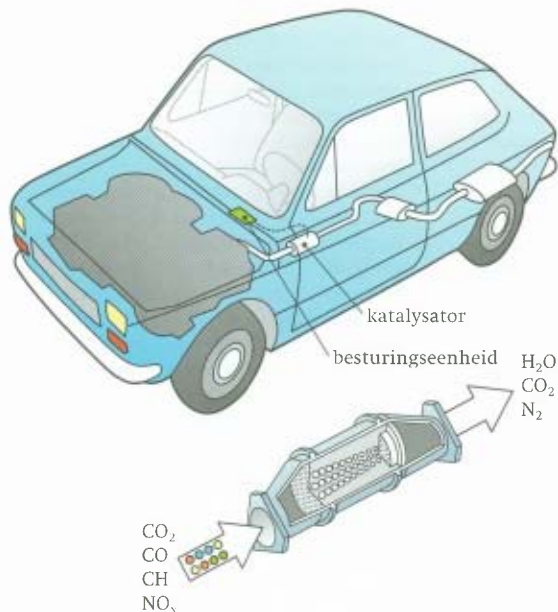
Al deze stoffen komen in de atmosfeer terecht. Wat zijn daarvan de gevolgen?

Stikstofoxiden en de onverbrande delen van benzine zijn mede verantwoordelijk voor het broeikas-effect op aarde. In de atmosfeer reageren stikstofoxiden en de onverbrande delen met andere stoffen. De gevormde stoffen veroorzaken vooral bij warm en windstil weer *smog*. Stikstofoxiden zorgen ook voor *zure regen*. Zure regen tast niet alleen gebouwen, glas in lood ramen 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 gasen kan bij een auto sterk beperkt worden. Dat kan met een *katalysator* (figuur 42).

Met een katalysator wordt de uitstoot aan koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en de onverbrande delen van benzine drastisch beperkt.

FIG. 42 De katalysator van een auto.



## Hoe werkt een katalysator?

Het komt erop neer dat de drie hiervoor genoemde stoffen omgezet worden in koolstofdioxide, waterdamp en stikstof. Hiervoor is zuurstof nodig. Men noemt daarom een katalysator ook wel een naverbrander.

**11 a** Verklaar de term 'na'verbrander.

**b** Welke stoffen worden in de katalysator naverbrand?

**12** Welke stof (zie figuur 42) wordt niet naverbrand? Licht je antwoord toe.

## Hoe ziet de katalysator eruit?

De katalysator bestaat uit een brok poreus keramisch materiaal. Daarop is een dun laagje edelmetalen aangebracht. Deze edelmetalen werken in feite als katalysator.

## Wat doet een katalysator?

Een katalysator zorgt ervoor dat reacties veel sneller verlopen dan normaal. Bij een auto verloopt dus de naverbranding veel sneller dan normaal. Een katalysator kan steeds opnieuw gebruikt worden. Mits hij niet 'vergiftigd' wordt. Zo maakt het loodhoudende antiklopmiddel uit gelode benzine de katalysator van de auto onbruikbaar. Auto's met een katalysator *moeten* dus loodvrije benzine tanken.

**13** Waar zit de katalysator in een auto?

**14** Een katalysator in een auto is natuurlijk prima. Er zijn echter betere oplossingen om de hoeveelheid uitlaatgasen te beperken. Schrijf een aantal mogelijkheden op.

## E2 Brandgevaar en brandpreventie

‘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. Men vergeet echter dat bij gebruik van een open haard of houtkachel de schoorsteen regelmatig geveegd moet worden. Veel brandverzekeringen eisen daarvan bewijzen. Anders wordt de schade niet vergoed.

- 1 Welke vergeten ‘stookcultuur’ zal bedoeld zijn (figuur 43)?

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

Bij een schoorsteenbrand moet als eerste de schoorsteenklep gesloten worden.

- 3 Waarom moet de schoorsteenklep dicht?

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 gebeurt ook op school. Bij de scheikundeles moet je bij practica een labjas dragen. Die labjas is niet van nylon gemaakt maar van een vlamwerende soort katoen.

FIG. 43 Krante-artikel ‘vergeten stookcultuur’.

### Vergeten ‘stookcultuur’ oorzaak van opblaiende 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 ontdekken.

Vroeger moesten schoorstenen bestaan uit metselwerk en daarmee basta.

Tegenwoordig zijn ook geprefabriceerde metalen rookkanalen toegestaan.

Dubbeltwandige 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.

## Oefenvragen en opgaven

### 6 Waarom wordt een labjas niet van nylon gemaakt?

We gaan nu een proef doen met de stof van een labjas. Neem een stukje katoen van een labjas.

Houd het stukje in de lichtblauwe geruisloze vlam van de brander.

Meet hoe lang het duurt, voordat het stukje katoen:

- zwart gaat worden;
- gaat branden.

De school moet aan bepaalde brandvoorschriften voldoen. Ook voor het practicumlokaal gelden bepaalde voorwaarden.

In een school moeten verder nog vele voorzorgsmaatregelen genomen zijn. Denk aan:

- brandwerende deuren;
- geen brandgevaarlijk bouw materiaal;
- voldoende duidelijk aangegeven vluchtwegen;
- voldoende blusmateriaal op allerlei plaatsen.

**7 a** Informeer bij de plaatselijke brandweer aan welke eisen een school moet voldoen om het predikaat 'brandveilig' te krijgen.

**b** Maak een plattegrond van je school. Geef alle voorzorgsmaatregelen op de plattegrond aan.

**c** Zou jij jouw school 'brandveilig' noemen? Licht je antwoord toe.

**1** Dagelijks worden geweldige hoeveelheden brandstof verbrand. Toch daalt het zuurstofgehalte van de lucht niet. Welke verklaring kun je geven voor dit constant zuurstofgehalte? (Denk aan de plantengroei).

**2 a** Welk ander gas behalve zuurstof zit er in lucht?  
**b** Verklaar de naam van dat gas.

**3** Het zuurstofgehalte van lucht kan als volgt bepaald worden.  
Een porseleinen schaalpje drijft op water in een afgesloten stolp. In het schaalpje zit witte fosfor. De stolp bevat 5 liter lucht (figuur 44).  
Na korte tijd ontbrandt de witte fosfor vanzelf. Heftige vuurverschijnselen zijn waar te nemen. Er ontstaat fosforoxide.

**a** Wat kun je zeggen van de ontbrandingstemperatuur van witte fosfor? Licht je antwoord toe.

Na afloop is het waterniveau in de stolp een stuk gestegen (figuur 45).

**b** Waardoor stijgt het waterniveau in de stolp? Geef een duidelijke verklaring.

**c** Bereken het percentage zuurstof in lucht aan de hand van figuur 44 en 45.

De hoeveelheid fosfor kan niet willekeurig gekozen worden.

FIG. 44 Een porseleinen schaalpje met witte fosfor onder een stolp.

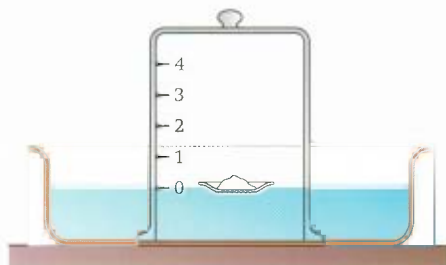
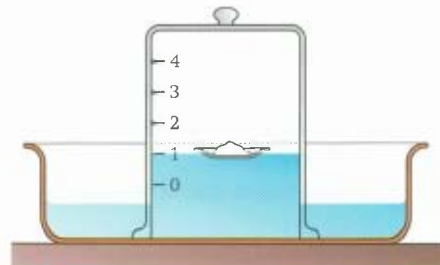


FIG. 45 De witte fosfor is nu onder de stolp verbrand.



- d** Waarom niet? Aan welke voorwaarde moet voldaan zijn?  
De proef wordt herhaald. In plaats van fosfor gebruikt men koolstof. De koolstof verbrandt volledig. Er is echter geen stijging van het waterniveau in de stolp.  
**e** Leg uit waarom er geen stijging van het waterniveau zal plaatsvinden.
- 4** In veel huizen gebruikt men aardgas als brandstof.  
**a** Schrijf een aantal toepassingen op van aardgas als brandstof.  
De apparaten die aardgas 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 ontstaan zijn?  
In de krant kom je heel af en toe een artikel tegen over 'kolendampvergiftiging'.  
**d** Verklaar de naam 'kolendampvergiftiging'.  
**e** Leg uit dat 'kolendampvergiftiging' ook kan ontstaan bij de verbranding van aardgas.
- 5** Bij de verbranding van benzine, een mengsel van koolwaterstoffen, ontstaan er behalve 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.  
Bij de verbranding van benzine ontstaan bovendien koolstofmono-oxide en onverbrande delen van benzine. In de katalysator worden deze nevenproducten omgezet in stikstof, waterdamp en koolstofdioxide. Een katalysator wordt ook wel naverbrander genoemd.  
**c** Licht de naam 'naverbrander' kort toe.
- 6** Maatregelen die luchtvervuiling tegengaan, hebben vaak met 'minder' te maken.  
**a** Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen die met 'minder' te maken hebben.  
Maatregelen kunnen ook met 'anders' te maken hebben.  
**b** Schrijf drie maatregelen tegen luchtvervuiling op die met 'anders' te maken hebben.
- 7** Lees het artikel van figuur 46 goed door. Beantwoord daarna de volgende vragen.  
**a** Wanneer ontstaat koolstofmono-oxide?  
**b** Waarom is koolstofmono-oxide zo gevaarlijk? De dochter van het echtpaar bleek wel last te hebben van de vergiftiging. Ze was echter niet overleden.  
**c** Welke minimale gevolgen kan koolstofmono-oxide hebben?  
**d** Welk gevarenteken past het best bij koolstofmono-oxide? Licht je antwoord toe.

FIG. 46 Echtpaar dood door koolmono-oxyde.

#### Echtpaar dood door koolmonoxyde

MIDDELBURG (ANP) – In een recreatiewoning in Cadzand-Bad is in het paasweek-einde een Duits echtpaar overleden aan koolmonoxyde-vergiftiging. Een 26-jarige dochter, die in dezelfde woning verbleef, merkte zondagochtend dat haar ouders niet reageerden.

Een arts constateerde hierna dat de 48-jarige man en zijn 46-jarige vrouw uit Leverkusen vermoedelijk zaterdagavond al waren overleden. De dochter bleek last te hebben van misselijkheid en hoofdpijn.

De brandweer constateerde na metingen dat het CO-gehalte (koolstofmonoxyde) in delen van de woning 28 maal hoger was dan de maximum toelaatbare waarde.

FIG. 47 Zuinig zijn met energie.

### **Zuinig met energie: goed voor de portemonnee**

Energiebesparende maatregelen in huis en bedrijf zijn investeringen die flinke aanslagen doen op de portemonnee. Maar tegenover die uitgaven staat op korte of langere termijn financieel voordeel. Ze leveren immers een lagere gas-, water- of elektriciteitsnota op. Dat kan op jaarbasis al gauw enkele tientallen tot honderden guldens schelen. Besparing op energie is dan ook een vorm van milieuzorg, die zichzelf vroeg of laat vaak terugverdient.

Isolatie van het huis is het beste begin. Dak, ramen, deuren en gevels zijn doorgaans koude hoeken. Een onverwarmde zolder neemt al gauw heel wat warmte op van andere vertrekken, en aan die warmte heb je niets wanneer deze direct via de dakpannen naar buiten verdwijnt. Het aanbrengen van isolerende dakplaten hoeft niet zo duur te zijn.

Denk ook eens aan isolatie van c.v.-leidingen. Ook die is niet duur maar verdient zichzelf snel terug.

Overigens is deze vorm van isolatie alleen zinvol als er geen andere verwarming is. Dus in kruipruimten of op onverwarmde zolders. Wanneer c.v.-radiatoren voor een raam of een buitenmuur staan verdient het aanbeveling tegen de achterwand folie te plakken. Het warmteverlies naar buiten wordt dan tot een minimum teruggebracht.

#### **TOCHTWERING**

Ongeveer een kwart tot een derde van alle warmte verdwijnt door kieren bij ramen en deuren naar buiten. Tochtwering bestrijdt dit warmteverlies en het vraagt slechts een geringe investering.

#### **DUBBELE BEGLAZING**

Duur, maar zeer effectief is het plaatsen van dubbele beglazing. Er zijn twee mogelijkheden bij deze energiebesparing: voorzetramen of dubbelglas. Voorzetramen zijn zelf te plaatsen en goedkoper. Het besparingselement is, mits goed uitgevoerd, hetzelfde als bij dubbelglas.

- 8** Lees het artikel van figuur 47 goed door. Beantwoord daarna de volgende vragen.

**a** Welke energiebesparende maatregelen worden genoemd?

**b** Leg uit dat besparing op energie een vorm van milieuzorg is.

**c** Leg uit hoe energiebesparende maatregelen zichzelf terugverdienen.