



Blok 4

INHOUD

BASISSTOF

T0	Korte herhaling klas 3	94
W0		95
T1	Zure oplossingen	96
W1		97
T2	Sterke en zwakke zuren	98
W2		100
T3	Zure regen	101
W3		102
T4	Basische oplossingen	103
W4		105
T5	Zuur en base bij elkaar	106
W5		108

HERHAALSTOF

H1	Zuren	109
H2	Basen	111
H3	Zuur en base bij elkaar	113

LEERDOELEN

- 1 Je moet een aantal zure en basische reinigingsmiddelen kunnen opnoemen. [T0, T1, T4]
- 2 Je moet een aantal pictogrammen kennen en kunnen herkennen. [T0, W0]
- 3 Je moet kunnen vertellen dat sommige reinigingsmiddelen agressief en bijtend zijn. [T0, T1, T4]
- 4 Je moet een aantal algemene eigenschappen van een zure oplossing kunnen opnoemen. [T0, W0, T1, W1]
- 5 Je moet de algemene eigenschappen van een zure oplossing kunnen verklaren. [P1, T1, W1]
- 6 Je moet kunnen vertellen wat het verband is tussen de pH en de H^+ -concentratie. [P1, T1, W1]
- 7 Je moet een aantal toepassingen van zure oplossingen kunnen noemen. [T0, T1]
- 8 Je moet weten dat een zuurdeeltje H^+ kan afstaan. [T2]
- 9 Je moet van een aantal zuren de naam en formule kennen. Ook de naam en formule van het zuurrestion moet je kennen. [T2, W2]
- 10 Je moet in een reactievergelijking kunnen weergeven wat er gebeurt bij het oplossen van een zuur in water. [T2, W2]
- 11 Je moet het verschil kunnen uitleggen tussen een sterk en een zwak zuur. [P2, T2, W2]



Zuren en basen

- 12 Je moet van een aantal zuren kunnen aangeven of ze sterk of zwak zijn. [T2, W2]
- 13 Je moet kunnen vertellen van welke factoren de reactiesnelheid afhangt. [T2, W2]
- 14 Je moet kunnen vertellen welke factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden, een rol spelen bij de reactie tussen een zuur en een onedel metaal. [P2, T2, W2]
- 15 Je moet kunnen vertellen welke stoffen verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van zure regen. [T3, W3]
- 16 Je moet kunnen vertellen welke gevolgen zure regen heeft. [P3, T3, W3]
- 17 Je moet kunnen aangeven welke maatregelen nodig zijn om de zure regen terug te dringen. [T3]
- 18 Je moet een aantal algemene eigenschappen van een basische oplossing kunnen opnoemen. [T0, T4, W4]
- 19 Je moet de eigenschappen van een basische oplossing kunnen verklaren. [T4]
- 20 Je moet kunnen vertellen welke deeltjes in een base kunnen voorkomen. [T4]
- 21 Je moet kunnen vertellen wat het verband is tussen de pH en de OH^- -concentratie. [P4, T4, W4]
- 22 Je moet een aantal toepassingen van basische oplossingen kunnen opnoemen. [T0, T4]
- 23 Je moet kunnen vertellen wat een zuur-base-reactie is. [T5, W5]
- 24 Je moet zuur-base-reacties in een vergelijking kunnen weergeven. [P5, T5, W5]
- 25 Je moet kunnen vertellen wat neutralisatiereacties zijn. [T5, W5]
- 26 Je moet kunnen vertellen waar en waarvoor zuur-base-reacties worden toegepast. [T5, W5]

T0 Korte herhaling klas 3

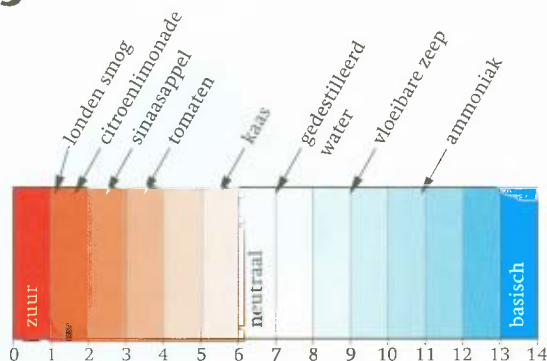


FIG. 1 Een pH-schaal.

Zure en basische reinigingsmiddelen

Zure reinigingsmiddelen zoals schoonmaakazijn en wc-eend hebben een aantal overeenkomstige eigenschappen. Een *zure oplossing* kleurt blauw lakmoes rood. De zuurgraad (pH) van een zure oplossing is altijd lager dan 7. Zure oplossingen verwijderen kalkaanslag.

Ook basische reinigingsmiddelen hebben overeenkomstige eigenschappen. Ze kleuren rood lakmoes blauw. De pH van een *basische oplossing* is altijd hoger dan 7. Basische oplossingen verwijderen vet en vuil.

Als een oplossing niet zuur en ook niet basisch is, spreekt men van een *neutrale oplossing* (figuur 1).

FIG. 2 Pictogrammen voor gevaarlijke stoffen.



Gevaarlijke reinigingsmiddelen

Alle reinigingsmiddelen zijn min of meer gevaarlijk. Heel veel reinigingsmiddelen tasten huid en slijmvliezen aan. Op een etiket van een reinigingsmiddel staan vaak gevaarsymbolen. Een *gevaarsymbool* heet ook wel (gevaar)pictogram (figuur 2).

Een reinigingsmiddel is heel gevaarlijk, als het sterk zuur of sterk basisch is. Bleekwater en gootsteenontstopper zijn sterk basische reinigingsmiddelen. Zoutzuur is een sterk zuur reinigingsmiddel. Men noemt zulke reinigingsmiddelen *agressief* en *bijtend*.

- 1** Ammonia is een reinigingsmiddel. Ammonia is irriterend voor ogen en huid, en schadelijk voor de longen. Het is giftig bij inwendig gebruik. Ammonia kleurt lakmoes blauw.
 - a** Is ammonia een zure of basische stof?
 - b** Teken de pictogrammen die op het etiket gezet moeten worden. Controleer thuis of die pictogrammen er ook op staan.
 - c** Moet een fles ammonia een kinderveilige sluiting hebben? Licht je antwoord toe.
- 2** Op het etiket van een fles reinigingsmiddel staan de twee pictogrammen van figuur 3.

FIG. 3 Twee pictogrammen.



Volgens Klaartje hebben deze pictogrammen de volgende betekenis:

PICTOGRAM 1: De stof geeft brandbare of explosieve dampen af.

PICTOGRAM 2: Inademen of opname via mond of huid kan dodelijk zijn.

Van welk van deze pictogrammen geeft Klaartje de juiste betekenis?

- A van geen van beide pictogrammen;
 - B alleen van pictogram 1
 - C alleen van pictogram 2
 - D zowel van pictogram 1 als van pictogram 2
- (Mavo-D-eindexamen 1993-I)

- 3** De pH van ammonia is:
 - A lager dan 7.
 - B gelijk aan 7.
 - C hoger dan 7.

(Mavo-D-eindexamen 1995-I)
- 4** Welke van de stoffen zoutzuur en gootsteenontstopper kan huid en slijmvliezen aantasten?
 - A geen van beide stoffen
 - B alleen zoutzuur
 - C alleen gootsteenontstopper
 - D zowel zoutzuur als gootsteenontstopper

(Mavo-D-eindexamen 1995-I)
- 5** Boudewijn en Marion gaan onderzoeken of een onbekende oplossing zuur, basisch of neutraal is. Boudewijn: 'Om dat te bepalen ga ik blauw lakmoespapier gebruiken.' Marion: 'Ik ga dit bepalen met rood lakmoespapier.'
 - a** Leg duidelijk of een van beiden de juiste methode gebruikt.
 - b** Schrijf op hoe jij deze opdracht zou uitvoeren. Schrijf ook op welke waarnemingen je dan zult doen.

T1 Zure oplossingen

Eigenschappen van een zure oplossing

Een zure oplossing kleurt *indicatoren*: lakmoes altijd rood, rodekoolsap rood, fenolftaleïne blijft kleurloos. De zuurgraad van een zure oplossing is altijd lager dan 7. Met een universeelindicatorpapiertje kan de pH van een zure oplossing bepaald worden.

Een zure oplossing geleidt de elektrische stroom. In een zure oplossing zijn dus geladen deeltjes, ionen, aanwezig.

Een zure oplossing smaakt zuur: proef azijn maar.

Niet elke zure oplossing kan geproefd worden.

Zoutzuur is te agressief om te proeven.

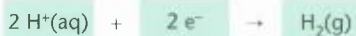
Bij elektrolyse van een zure oplossing ontstaat altijd waterstofgas aan de negatieve elektrode.

Zure oplossingen tasten *onedele metalen* aan. Bij de reactie tussen een zure oplossing en een onedel metaal ontstaat ook waterstofgas.

Verklaring van de eigenschappen

Een zure oplossing bevat ionen. Bij *elektrolyse* van een zure oplossing ontstaat aan de negatieve elektrode *waterstofgas*.

Er moet in een zure oplossing steeds hetzelfde positief geladen deeltje aanwezig zijn. Dat deeltje is het H^+ -deeltje. Bij elektrolyse gaan de *positieve* waterstof-ionen naar de *negatieve* elektrode en nemen daar elektronen op:



Het H^+ -deeltje zorgt voor de *kleuring* van de indicatoren.

Het H^+ -deeltje zorgt ervoor dat een zure oplossing *zuur* smaakt.

Het H^+ -deeltje zorgt ervoor dat er waterstofgas ontstaat bij elektrolyse en bij de reactie met *onedele metalen*. Bij de reactie tussen bijvoorbeeld magnesium en een zure oplossing ontstaat waterstofgas en 'lost' het magnesium op:



Alleen de concentratie van H^+ kan verschillend zijn in een zure oplossing. De concentratie H^+ wordt uitgedrukt in de zuurgraad: de pH.

Hoe zuurder de oplossing, des te hoger de H^+ -concentratie, des te lager de pH. De pH-schaal is *geen* recht evenredige schaal: als de pH-waarde één lager wordt, is de oplossing $10 \times$ zo zuur. Daalt de pH van 4 naar 2, dan is de oplossing $100 \times$ zo zuur geworden.

Indicatoren

Indicatoren zijn kleurstoffen die aanwijzen of een oplossing zuur of basisch is. Een aantal indicatoren zijn: lakmoes, rodekoolsap, fenolftaleïne en universeelindicatorpapier.

Lakmoes kleurt rood in een zure oplossing.

Rodekoolsap kleurt rood in een zure oplossing.

Fenolftaleïne is kleurloos in een zure oplossing.

Fenolftaleïne wordt niet gebruikt bij het aantonen van een zure oplossing.

Universeelindicatorpapier kleurt in een zure oplossing oranje tot rood. De kleur geeft de pH van de zure oplossing aan.

FIG. 4 Zure reinigingsmiddelen.



Toepassingen van zure oplossingen

Zure oplossingen worden toegepast in reinigingsmiddelen. Ontkalkingsmiddelen zoals Viakal en woeend bevatten zure oplossingen. Veilig omgaan met reinigingsmiddelen is geen overbodige luxe. Zure oplossingen tasten huid en slijmvliezen aan. Spoelen met veel water gaat die aantasting tegen.

In een accu zit *accuzuur*. Het zuur dient als geleidende vloeistof. Accuzuur is een zeer agressief zuur. Veiligheidsvoorzieningen zoals bril en handschoenen zijn bij het werken met accuzuur beslist nodig.

BLOK 4 BASISSTOF

W1

- 1 Welke algemene eigenschappen van zure oplossingen ken jij?
- 2 Welk deeltje verklaart alle eigenschappen van een zure oplossing?
- 3
 - a Wat geeft de pH aan?
 - b Welk verband bestaat er tussen de pH en de H^+ -concentratie?
- 4 Welke van de indicatoren fenolftaleïne en lakmoes heeft in een zure oplossing een rode kleur?
 - A geen van beide
 - B alleen fenolftaleïne
 - C alleen lakmoes
 - D zowel fenolftaleïne als lakmoes(Mavo-D-eindexamen 1992-I)
- 5 Aan zoutzuur met $pH = 2$ wordt een oplossing van accuzuur met $pH = 2$ toegevoegd. De pH van de oplossing die dan ontstaat, is:
 - A kleiner dan 2.
 - B precies 2.
 - C groter dan 2.(Mavo-D-eindexamen 1994-I)
- 6 Tom en Coen hebben twee buisjes gekregen. Het ene buisje bevat water, het andere buisje bevat zoutzuur. Ze moeten uitzoeken welk buisje welke vloeistof bevat.
 - a Beschrijf een methode waarmee ze dat kunnen onderzoeken. Schrijf de waarnemingen op die ze dan zullen doen.
 - b Beschrijf een *andere* methode waarmee ze dat kunnen onderzoeken. Schrijf ook nu de waarnemingen op die ze zullen doen.

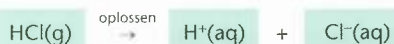
T2 Sterke en zwakke zuren

Zuren

Alle zuren hebben één eigenschap hetzelfde: bij *oplossen* ontstaat $\text{H}^+(\text{aq})$. Een zuurdeeltje is een deeltje dat H^+ kan afstaan. Zuren zijn moleculaire stoffen met één afwijkende eigenschap: bij oplossen in water splitsen ze in ionen.

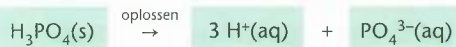
Waterstofchloride, $\text{HCl}(\text{g})$, is een zuur.

Waterstofchloride bevat *geen* vrije H^+ -ionen. Bij oplossen in water ontstaat H^+ . Bovendien ook nog Cl^- .



De oplossing van $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{Cl}^-(\text{aq})$ heet *zoutzuur*. Bij het oplossen van een zuur in water ontstaat behalve H^+ altijd een negatief ion. Men noemt dat negatieve ion het *zuurrestion*, het ion dat overblijft als H^+ eruit weg is. Zuurrestionen zijn altijd negatief geladen. Zuurrestionen komen ook voor als negatief ion bij zouten.

Fosforzuur, $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{s})$, is een zuur. Vast fosforzuur bevat *geen* vrije H^+ -ionen. Fosforzuur zit in opgeloste toestand onder andere in cola. Bij oplossen van fosforzuur worden vrije H^+ -ionen gevormd. Het zuurrestion is het fosfaation, PO_4^{3-} .



In de tabel van figuur 5 staat een aantal zuren die je moet kennen. Ook de zuurrestionen staan erbij.

FIG. 5 Zuren.

formule van het zuur	naam van het zuur	zuurrestion	naam van het zuurrestion
$\text{HCl}(\text{g})$	waterstofchloride	Cl^-	chloride-ion
$\text{HNO}_3(\text{l})$	salpeterzuur	NO_3^-	nitraation
$\text{HAc}(\text{l})$	azijnzuur	Ac^-	acetaation
$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	zwavelzuur	SO_4^{2-}	sulfaation
H_2CO_3	koolzuur	CO_3^{2-}	carbonaation
$\text{H}_3\text{PO}_4(\text{s})$	fosforzuur	PO_4^{3-}	fosfaation



AZIJNZUUR

Azijnzuur heeft als formule eigenlijk $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})$. Azijnzuur heeft slechts één 'zure' H. Men kan azijnzuur daarom ook als $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2(\text{l})$ noteren. Deze notatie geeft echter verwarring. Daarom heeft men gekozen voor de notatie $\text{HAc}(\text{l})$, waarbij 'Ac' dus staat voor ' $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ '.

Sterke en zwakke zuren

Elke zure oplossing heeft overeenkomstige eigenschappen: ze bezitten allemaal $\text{H}^+(\text{aq})$. Alleen de concentratie H^+ kan verschillen.

Als gelijke hoeveelheden waterstofchloride en azijnzuur worden opgelost in gelijke hoeveelheden water, zal de pH van de waterstofchloride-oplossing veel lager zijn dan van de azijnzuuroplossing. Hoe kan dat? Men verklaart dit door aan te nemen dat er zuren zijn waarbij niet alle moleculen in ionen splitsen. Die zuren noemt men *zwakke zuren*.

Azijnzuur, *koolzuur* en *fosforzuur* zijn zwakke zuren. Deze zuren worden in voedingsmiddelen en dranken toegepast.

Er zijn ook zuren waarbij alle moleculen wel in ionen splitsen. Die zuren noemt men *sterke zuren*.

Waterstofchloride, *salpeterzuur* en *zwavelzuur* zijn sterke zuren.

FIG. 6 Allemaal zure oplossingen uit het dagelijks leven.



ZUREN IN HET DAGELIJKS LEVEN

Zoutzuur wordt gebruikt om cement te verwijderen.

Zwavelzuur wordt in accu's gebruikt. Zwavelzuur noemt men daarom ook wel accuzuur.

Azijnzuur wordt gebruikt bij het conserveren van voedsel: in een zure oplossing leven geen bacteriën.

Koolzuur krijg je als je koolstofdioxide in water oplost. In heel veel frisdranken zit opgeloste koolstofdioxide: koolzuur. In cola zit ook nog opgelost fosforzuur.

Salpeterzuur ontstaat in de bodem als bacteriën stikstofhoudende stoffen aanpakken.

Zuren en reactiesnelheid

Zure oplossingen reageren onder andere met onedele metalen. Zoutzuur reageert met magnesium onder vorming van waterstofgas:



De *snelheid* waarmee magnesium reageert, kan gemeten worden aan de snelheid van de gasontwikkeling.

Als de *concentratie* zoutzuur hoger is, wordt in dezelfde tijd meer gas gevormd. De reactie gaat sneller, er is een hogere H^+ -concentratie. In dezelfde tijd reageren meer H^+ -ionen met magnesium.

Als het magnesium fijner verdeeld is, wordt er in dezelfde tijd meer gas gevormd. De reactie gaat sneller, er is een hogere *verdelingsgraad*. In dezelfde tijd kunnen meer magnesiumdeeltjes reageren.

Bij een hogere *temperatuur* wordt in dezelfde tijd meer gas gevormd. Er is een hogere reactiesnelheid.

Bij gelijke concentraties zoutzuur en azijnzuur reageert zoutzuur sneller met magnesium. Zoutzuur is een sterk zure oplossing, heeft dus een hogere H^+ -concentratie. Hieruit volgt dat ook de *soort stof* een rol speelt bij de snelheid van een reactie.

Tot slot kan een *katalysator* de reactiesnelheid verhogen. Dit is een stof die niet verbruikt wordt, maar wel de reactiesnelheid beïnvloedt.

Factoren die in het algemeen een rol spelen bij de reactiesnelheid zijn dus:

- de concentratie;
- de verdelingsgraad;
- de temperatuur;
- de soort stof;
- de katalysator.

- 1 Geef de juiste notatie van:
 - a waterstofchloridegas;
 - b verdund zwavelzuur;
 - c vast fosforzuur;
 - d azijnzuuroplossing.
- 2
 - a Wat is een zuurrestion?
 - b Welke lading heeft een zuurrestion altijd?
 - c Wat is behalve het zuurrestion (en water) ook altijd aanwezig in een zure oplossing?
- 3 Geef de reactievergelijking voor het oplossen in water van:
 - a salpeterzuur;
 - b azijnzuur.
- 4 Jeannine voegt aan wat water in een bekersglas een scheutje zuiver azijnzuur toe. Welke deeltjes zijn, behalve watermoleculen, in het bekersglas aanwezig?
 - A alleen azijnzuurmoleculen
 - B alleen waterstofionen en acetaationen
 - C zowel azijnzuurmoleculen, waterstofionen als acetaationen
 (Mavo-D-eindexamen 1991-II)
- 5 Als gelijke hoeveelheden azijnzuur en salpeterzuur opgelost worden in gelijke hoeveelheden water, krijgt men toch een verschillende pH.
 - a Welke oplossing zal de hoogste pH en welke de laagste pH hebben?
 - b Verklaar dit verschil.
- 6 Een appel smaakt zoet. Toch zijn in de appel zuren aanwezig, waaronder appelzuur.
 - a Hoe zou je kunnen bewijzen dat er zuren in een appel zitten?
 - b Waarom smaakt een appel toch zoet?

- 7 Een bekersglas bevat zoutzuur. Hieraan wordt magnesium toegevoegd. Daarbij treedt de volgende reactie op:



Tijdens de reactie wordt voortdurend de pH van de vloeistof in het bekersglas gemeten. Tijdens de reactie:

- A wordt de pH lager.
 - B verandert de pH niet.
 - C wordt de pH hoger.
- (Mavo-D-eindexamen 1993-I)

- 8 Er staan twee oplossingen op tafel. Oplossing I is gemaakt door een bepaalde hoeveelheid salpeterzuur in 100 ml water op te lossen. Oplossing II is gemaakt door een even grote hoeveelheid azijnzuur in 100 ml water op te lossen. Aan beide oplossingen wordt een even groot stukje magnesiumlint toegevoegd.
 - a In welke oplossing zal de reactie het snelst verlopen? Leg uit waarom je dat denkt.
 - b Wat zou je allemaal kunnen doen om de reactiesnelheid in de andere oplossing te verhogen? Leg elke mogelijkheid duidelijk uit.
- 9 Peter en Johan laten een ijzeren spijkertje reageren met een zwavelzuuroplossing. De reactie verloopt erg traag.
 - a Wat kan gezegd worden over de reactiesnelheid van deze reactie? Leg uit.
Peter zegt: 'De reactie zal sneller gaan als zwavelzuur met een pH wordt gebruikt.'
 - b Wat moet op de stippellijn ingevuld worden? Leg uit.
Johan zegt: 'De reactie zal sneller gaan als we oplossen.'
 - c Wat moet op de stippellijn ingevuld worden? Leg uit.
 - d Welke andere manieren zijn nog mogelijk om de reactie sneller te laten verlopen? Leg elke manier uit.

T3 Zure regen

Ontstaan van zure regen

Eerst de vraag: welke stoffen zijn verantwoordelijk voor de zure regen?

Het blijkt dat zwaveldioxide, $\text{SO}_2(\text{g})$, en stikstofoxiden, $\text{NO}(\text{g})$ en $\text{NO}_2(\text{g})$, de belangrijkste veroorzakers van zure regen zijn. Zwaveldioxide en stikstofoxiden ontstaan bij *verbrandingsreacties*.

Zwaveldioxide en stikstofoxiden reageren met water onder vorming van zuren: zwavelzuur en salpeterzuur. Die komen dan als *zure regen* op de aarde terecht.

Ammoniak is een veroorzaker van *verzuring van de bodem*. Als ammoniak op de grond neerslaat, gaan bacteriën met ammoniak aan de slag. In de bodem wordt ammoniak door 'verbranding' omgezet in salpeterzuur. Ammoniakuitstoot vindt voornamelijk plaats in de intensieve veehouderij (varkens en kippen).

Gevolgen van zure regen

Zure regen veroorzaakt verzuring van de bodem.

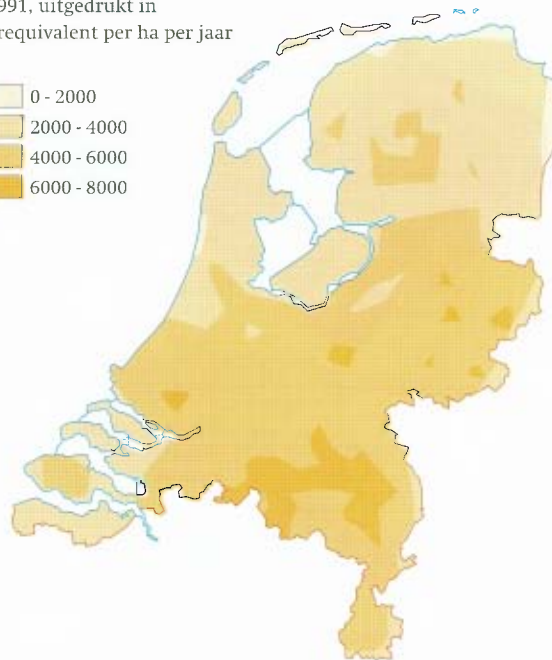
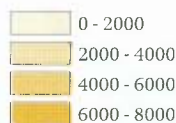
Voorals kalkarme zandgronden lijden sterk onder zure regen. Zure regen tast ook gebouwen aan. Voorals kalksteen wordt snel aangetast door zure regen. Maar een zinken dakgoot wordt eveneens aangetast en gaat daardoor minder lang mee. Door zure regen worden bovendien bossen aangetast. De bossen in Nederland zijn allemaal al in meer of mindere mate aangetast.

Maatregelen tegen zure regen

De uitstoot van vervuilende stoffen moet minder worden. Minder uitstoot van *zwaveldioxide* kan bereikt worden door zwavel uit brandstoffen te verwijderen. Als er minder zwavel in zit, kan er ook minder zwaveldioxide gevormd worden.

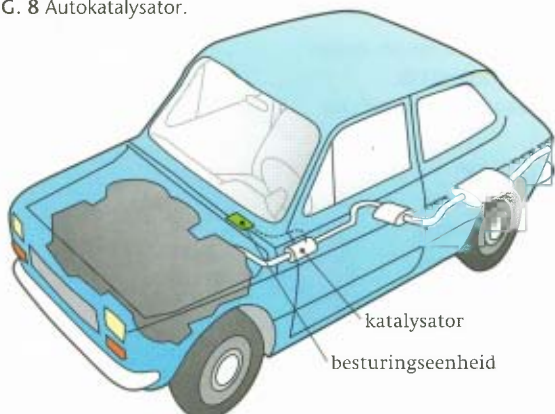
FIG. 7 Zuurneerslag in Nederland.

Neerslag van verzurende stoffen in 1991, uitgedrukt in zuurequivalent per ha per jaar



Minder uitstoot van *stikstofoxiden* is moeilijker. Stikstofoxiden ontstaan bij de reactie tussen stikstof en zuurstof. In motoren is de temperatuur zo hoog dat de twee hoofdbestanddelen van lucht, stikstof en zuurstof, met elkaar gaan reageren. De mogelijkheden tot minder uitstoot zijn dan of minder verbranden, of de uitlaatgassen reinigen. Minder verbranden zal moeilijk te realiseren zijn. Uitlaatgassen reinigen kan wel, maar kost geld. In auto's wordt dit gedaan in de *katalysator* waar onder andere stikstofoxiden weer omgezet worden in stikstof (figuur 8).

FIG. 8 Autokatalysator.



'gassen vóór behandeling:

koolstofmono-oxide CO
 koolwaterstoffen C_xH_y
 stikstofoxiden NO_x

gassen ná behandeling:

koolstofdioxide CO_2
 waterdamp H_2O
 stikstof N_2



De ammoniakuitstoot kan omlaag door diverse maatregelen. Eén van de mogelijkheden is om de ammoniakuitstoot op de bedrijven zelf tegen te gaan. Daarbij zijn aanpassingen van de stallen nodig. Er zijn al 'Groen-label-stallen' waarbij de ammoniakuitstoot sterk verlaagd is. Een andere mogelijkheid is het verlagen van het aantal varkens en kippen in Nederland. Sluiting van bedrijven is daarbij echter noodzakelijk.

- 1 a Wat is zure regen?
 b Welke stoffen zijn verantwoordelijk voor de zure regen?
 c Hoe komen de stoffen die verantwoordelijk zijn voor de zure regen in de lucht terecht?

- 2 De vorming van zwavelzuur in de atmosfeer verloopt in een aantal (deel)stappen. Zwaveldioxide in de lucht wordt eerst omgezet in zwaveltrioxide.
 a Schrijf de formules van zwaveldioxidegas en zwaveltrioxidegas op.

b Welke stof uit de lucht is nodig om zwaveldioxide in zwaveltrioxide om te zetten?

c Schrijf de reactievergelijking van de vorming van zwaveltrioxide op.

De volgende stap is de vorming van zwavelzuur: zwaveltrioxide reageert met water tot zwavelzuur.

d Schrijf de formules van water en zwavelzuur op.

e Schrijf de reactievergelijking van de vorming van zwavelzuur op.

- 3 Bij de verbranding van plastic ontstaan de volgende stoffen: water, koolstofdioxide, koolstofmono-oxide en zwaveldioxide.

a Schrijf de formules van de genoemde verbrandingsproducten op.

b Welke elementen bevat het plastic zeker? Leg uit.

c Welke problemen kunnen de verbrandingsproducten geven? Leg uit.

- 4 Aardolie bestaat voornamelijk uit verbindingen van de elementen koolstof, waterstof, zuurstof en zwavel.

Welke van deze elementen moet uit aardolie verwijderd worden, om te voorkomen dat bij verbranding stoffen ontstaan die zure regen veroorzaken?

A waterstof

B zuurstof

C zwavel

(Mavo-D-eindexamen 1993-II)

T4 Basische oplossingen

- 5 Onder bepaalde omstandigheden reageren stikstof en zuurstof in verbrandingsketels tot stikstof-oxiden.

a Onder welke omstandigheden?

b Schrijf de reactievergelijking op van de vorming van stikstofmono-oxide, NO(g) .

c Schrijf de reactievergelijking op van de vorming van stikstofdioxide, $\text{NO}_2\text{(g)}$.

Stikstofoxiden kunnen uit verbrandingsgassen verwijderd worden. Hiertoe voegt men ammoniak, $\text{NH}_3\text{(g)}$, aan de verbrandingsgassen toe. Het ammoniak reageert met de stikstofoxiden tot water en stikstofgas.

d Schrijf de vergelijking op van de reactie tussen stikstofmono-oxide, NO(g) , en ammoniak, $\text{NH}_3\text{(g)}$.

- 6 Uit stikstofdioxide kan door een reactie met water salpeterzuur ontstaan. Behalve salpeterzuur ontstaat ook stikstofmono-oxide.

Schrijf de reactievergelijking van de vorming van salpeterzuur op.

- 7 Uit dierlijke mest komt ammoniak vrij. Dit ammoniak komt in de lucht terecht en kan daarbij oplossen in regenwater. Het komt zo met het regenwater in de grond terecht. Daar gebruiken bacteriën ammoniak als 'brandstof' en zetten het om in salpeterzuur en water.

a Welke stof is behalve ammoniak ook nodig? Leg uit.

b Schrijf de reactievergelijking op van de omzetting van ammoniak in salpeterzuur.

Eigenschappen van een basische oplossing

Een basische oplossing kleurt *indicatoren*: lakmoes altijd blauw, rodekoolsap blauw/groen, fenolftaleïne paarsrood.

De pH van een basische oplossing is altijd hoger dan 7.

Met een universeelindicatorpapiertje kan de pH van een basische oplossing bepaald worden.

Een basische oplossing geleidt de elektrische stroom.

In een basische oplossing zijn dus geladen deeltjes, ionen, aanwezig.

Een basische oplossing smaakt zeepachtig. Vaak zijn basische oplossingen echter te agressief om te proeven.

Basische oplossingen lossen vet en vuil op. Basische oplossingen worden daarom vaak gebruikt als *schoonmaakmiddel*.

FIG. 9 Basische reinigingsmiddelen.



Verklaring van de eigenschappen

Een basische oplossing bevat ionen. In een basische oplossing is altijd het hydroxide-ion (OH^-) aanwezig. Het hydroxide-ion is het deeltje dat voor de basische eigenschappen verantwoordelijk is.

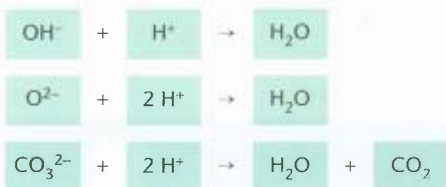
Het OH^- -deeltje zorgt voor de kleuring van de indicatoren.

Het OH^- -deeltje zorgt voor de zeepachtige smaak en de ontvettende werking.

Basen

Basen zijn deeltjes die H^+ -ionen kunnen opnemen.

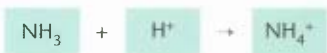
Basen zijn daarom vaak *negatief* geladen ionen: OH^- , O^{2-} , CO_3^{2-} . Negatieve ionen komen niet alleen voor, ze zijn gebonden aan *positief* geladen ionen. Basen zijn vaak zouten. Alle zouten met als negatief ion OH^- , O^{2-} of CO_3^{2-} zijn basische stoffen. Ze kunnen H^+ -ionen opnemen:



In oplossing komen hydroxide-ionen voor in natronloog en kalkwater. Carbonaationen komen in oplossing voor in een soda-oplossing. Oxide-ionen komen in oplossing nooit voor, alleen in vaste stoffen.

Natuurlijk komen hydroxide- en carbonaationen ook in vaste stoffen voor.

Ook ammoniak (NH_3) is een base. Het is geen zout maar het kan wel H^+ -ionen opnemen:



Ammoniak komt meestal in oplossing voor. Het heet dan ammonia.

pH van basische oplossingen

De pH van een basische oplossing is altijd *hoger* dan 7. Hoe basischer de oplossing, hoe hoger de OH^- -concentratie, hoe hoger de pH. Als de pH stijgt van 8 naar 9 wordt de oplossing $10 \times$ zo basisch. Als de pH stijgt van 8 naar 10 wordt de oplossing $100 \times$ zo basisch.

Toepassingen van basische oplossingen

Basische oplossingen worden vaak als schoonmaakmiddel toegepast. Soda, gootsteenontstopper, ammonia en bleekwater zijn daar voorbeelden van. Schoonmaakmiddelen zijn gevaarlijk: ze tasten huid en slijmvliezen aan.

Sommige schoonmaakmiddelen, zoals gootsteenontstopper en bleekwater, zijn zeer agressief.

Bescherming door bril en handschoenen is bij het werken met dergelijke stoffen beslist nodig.

- 1 Welke algemene eigenschappen van basische oplossingen ken jij?
- 2 Welk deeltje verklaart alle eigenschappen van een basische oplossing?
- 3 **a** Wat geeft de pH aan?
b Welk verband bestaat er tussen de pH en de OH^- -concentratie?
- 4 Welke van de indicatoren fenolftaleïne en lakmoes heeft in een basische oplossing een rode kleur?
 - A geen van beide
 - B alleen fenolftaleïne
 - C alleen lakmoes
 - D zowel fenolftaleïne als lakmoes
- 5 Oplossing I bevat per liter 1,7 gram OH^- -ionen. Oplossing II bevat per liter 3,4 gram OH^- -ionen. De pH van oplossing I is:
 - A lager dan de pH van oplossing II.
 - B gelijk aan de pH van oplossing II.
 - C hoger dan de pH van oplossing II.
 (Mavo-D-eindexamen 1992-I)
- 6 Kalkwater is:
 - A zuur.
 - B neutraal.
 - C basisch.
 (Mavo-D-eindexamen 1994-I)
- 7 Leo doet een schepje calciumoxide, CaO(s) , in een bekersglas. Hij voegt water toe en roert. Daarbij ontstaat kalkwater, een heldere vloeistof. De vorming van kalkwater verloopt in twee stappen. In de eerste stap wordt calciumoxide door een reactie met water omgezet in calciumhydroxide, $\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$.
 - a** Schrijf de reactievergelijking op van deze reactie. Daarna lost de calciumhydroxide in water op, waarbij het in ionen splitst.
 - b** Schrijf de oplosreactie van calciumhydroxide op.
 - c** Hoe kun je bewijzen dat hydroxide-ionen in oplossing aanwezig zijn? Leg uit.
- 8 Gootsteenontstopper is een agressief en bijtend reinigingsmiddel.
 - a** Wat zal de pH van een oplossing van gootsteenontstopper zijn?
 - b** Welke van de pictogrammen uit figuur 10 moet op het etiket van een fles gootsteenontstopper zeker zitten? Leg uit.

FIG. 10 Pictogrammen.



T5 Zuur en base bij elkaar

Zuur-base-reacties

Een zuur-base-reactie kenmerkt zich door het *afgeven* en *opnemen* van H^+ -ionen. Het zuur staat H^+ -ionen af, de base neemt H^+ -ionen op. Bij een zuur-base-reactie wordt een zure oplossing geneutraliseerd: al het zuur wordt weggenomen.

VOORBEELD 1: Het ontzuren van zoutzuur met natronloog

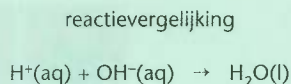
Zoutzuur is een waterstofchloride-oplossing: het bevat $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$.

Natronloog is een natriumhydroxide-oplossing: het bevat $Na^+(aq)$ en $OH^-(aq)$.

Bij de zuur-base-reactie reageert H^+ met OH^- , waarbij water ontstaat.

VOORBEELD 1

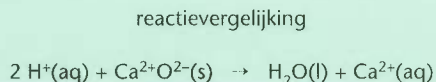
deeltjes vóór de proef
 $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$
 $Na^+(aq)$ en $OH^-(aq)$



ionen ná de proef
 $Na^+(aq)$ en
 $Cl^-(aq)$

VOORBEELD 2

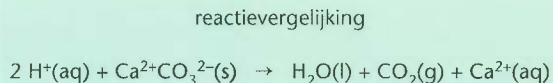
deeltjes vóór de proef
 $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$
 $Ca^{2+}O_2^{2-}(s)$



ionen ná de proef
 $Ca^{2+}(aq)$ en
 $Cl^-(aq)$

VOORBEELD 3

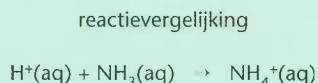
deeltjes vóór de proef
 $H^+(aq)$ en $X^{2-}(aq)$
 $Ca^{2+}CO_3^{2-}(s)$



ionen ná de proef
 $Ca^{2+}(aq)$ en
 $X^{2-}(aq)$

VOORBEELD 4

deeltjes vóór de proef
 $H^+(aq)$ en $SO_4^{2-}(aq)$
 $NH_3(aq)$



ionen ná de proef
 $NH_4^+(aq)$ en
 $SO_4^{2-}(aq)$

Na afloop van de reactie is er water aanwezig en Na^+ en Cl^- . De natriumionen en chloride-ionen doen niet aan de reactie mee. Ze 'kijken' alleen maar toe: men noemt ze daarom *tribune-ionen*. Na indampen krijgt men vast natriumchloride. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan de pagina.

VOORBEELD 2: Het ontzuren van zoutzuur met calciumoxide (= ongebluste kalk)

Zoutzuur is een waterstofchloride-oplossing: het bevat $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$.

Calciumoxide is $Ca^{2+}O_2^{2-}(s)$. Hierin is het oxide-ion (O^{2-}) het basische deeltje.

Het oxide-ion uit calciumoxide reageert met H^+ , waarbij water ontstaat. Het calciumion gaat daarbij in oplossing.

Na afloop is een calciumchloride-oplossing aanwezig.

Na indampen krijgt men vast calciumchloride. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan de pagina.

VOORBEELD 3: De aantasting van kalksteen (calcium-carbonaat) door zure regen.

Zure regen bevat zeker $\text{H}^+(\text{aq})$ en negatieve ionen, $\text{X}^-(\text{aq})$.

Kalksteen is $\text{Ca}^{2+}\text{CO}_3^{2-}(\text{s})$. Hierin is het carbonaation, CO_3^{2-} , het basische deeltje. Het carbonaation uit calciumcarbonaat reageert met H^+ , waarbij water en koolstofdioxide ontstaan. Het calciumion gaat daarbij in oplossing.

Na afloop is de bovenste laag van het kalksteen verdwenen. Zo wordt de laag kalksteen steeds dunner. Als er bij een zuur-base-reactie koolstofdioxidegas vrijkomt, is het zeker dat er carbonaationen aanwezig zijn. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan pagina 106.

VOORBEELD 4: De reactie tussen ammonia en verdund zwavelzuur

Verdund zwavelzuur is zwavelzuur opgelost in water: het bevat $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.

Ammonia is opgeloste ammoniak: $\text{NH}_3(\text{aq})$.

Het ammoniakdeeltje is de base en neemt H^+ op.

Daarbij ontstaat het ammoniumion, NH_4^+ .

Na afloop zijn er behalve water nog ammonium- en sulfaationen aanwezig. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan pagina 106. Na indampen ontstaat de vaste stof ammoniumsulfaat:

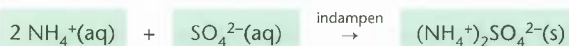
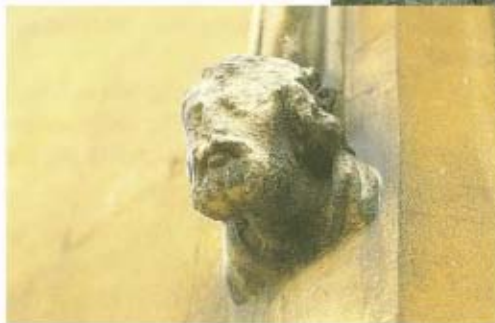


FIG. 11 Aangetast kalksteenbeeld.

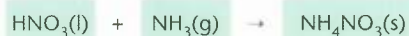


Toepassingen van zuur-base-reacties

Zuur-base-reacties worden op verschillende manieren toegepast.

Als noodzakelijke reactie om verzuurde grond *minder zuur* te maken: in verzuurde meren en op verzuurde gronden strooit men kalk (figuur 12).

Als manier om *nieuwe stoffen* te maken: veel kunstmeststoffen worden gemaakt via zuur-base-reacties. Zo kan men ammoniumnitraat maken door ammoniak en salpeterzuur met elkaar te laten reageren:



Ammoniumnitraat is een kunstmest met een hoog stikstofgehalte.

Ook kunnen zuur-base-reacties gebruikt worden om het *gehalte* van een zure oplossing te bepalen. In blok 5 komen we daarop terug bij het begrip titratie.

FIG. 12 Bekalking van bossen.



- 1 **a** Waardoor kenmerkt zich een zuur-base-reactie?
b Welk deeltje is daarbij het zuur?
c En welk deeltje is de base?
- 2 **a** Wat is een neutralisatiereactie?
b Ontstaat bij een neutralisatiereactie een oplossing zonder ionen? Leg uit.
c Is een zoutoplossing altijd een neutrale oplossing? Leg uit.
- 3 Bij het ontkalken van bijvoorbeeld een koffiezet-apparaat wordt de gevormde kalksteen (= calciumcarbonaat, $\text{CaCO}_3(\text{s})$) verwijderd. Als ontkalkingsmiddel kan azijn gebruikt worden.
a Leg uit dat azijn gebruikt kan worden om de kalksteen te verwijderen.
b Leg uit waarom men liever geen zoutzuur gebruikt als ontkalkingsmiddel.
c Leg uit hoe kalksteen in een koffiezetapparaat ontstaat.
- 4 Op te zure landbouwgrond kan ongebluste kalk gestrooid worden. Ongebluste kalk is calciumoxide, $\text{CaO}(\text{s})$.
a Leg uit dat door het strooien van kalk de grond minder zuur wordt.
b Hoe kan gecontroleerd worden of de landbouwgrond wel of niet te zuur is. Dus: hoe bepaal je de pH van landbouwgrond?
- 5 Schrijf de vergelijking van de reactie op, als bij elkaar gedaan wordt:
a natronloog en verdund salpeterzuur;
b koperoxide, $\text{CuO}(\text{s})$, en zoutzuur;
c bariumcarbonaat, $\text{BaCO}_3(\text{s})$, en zoutzuur.
- 6 Janny doet in een emmer een handvol soda en wat water. Ze giet er azijn bij. Janny ziet dat het mengsel in de emmer gaat bruisen.

a Welk gas veroorzaakt dit bruisen?
b Schrijf de optredende reactie in een vergelijking op.

- 7 Glazuur op aardewerk kan loodoxide, $\text{PbO}(\text{s})$, bevatten. Dergelijk aardewerk mag niet gebruikt worden om zure dranken (bijvoorbeeld sinaasappelsap) in te bewaren. Loodoxide reageert namelijk met zure vloeistoffen (dus met $\text{H}^+(\text{aq})$), waardoor er giftige loodionen, $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$, in de drank komen.
a Hoe kun je bepalen dat sinaasappelsap een zure drank is? Vermeld ook de waarneming(en).
b Schrijf de vergelijking van de reactie op, als loodoxide met een zure oplossing reageert.
- 8 Een onbekend zout wordt overgoten met zoutzuur. Er ontwijkt een gas dat helder kalkwater troebel maakt.
a Welk gas is ontweken?
b Wat weet je nu van het onbekende zout?
Tip: bekijk voorbeeld 3.

- 9 In een artikel over verzuring van meren staat het volgende:

Uit recent onderzoek blijkt dat het met de verzuring van veel meren erger gesteld is dan men tot nu toe aannam. Vooral meren die op kalkarme gronden liggen, verzuren veel sterker dan andere meren op kalkrijke gronden.

Leg uit dat, door gelijke hoeveelheden zure regen, kalkarme meren sterker zullen verzuren dan kalkrijke meren.
 (Mavo-D-eindexamen 1991-I)

- 10 Aan een soda-oplossing wordt zoutzuur toegevoegd. Er vindt een reactie plaats waarbij een gas ontstaat. Welk gas ontstaat er?
A $\text{Cl}_2(\text{g})$
B $\text{CO}_2(\text{g})$
C $\text{H}_2(\text{g})$
D $\text{O}_2(\text{g})$
 (Mavo-D-eindexamen 1990-I)

H1 Zuren

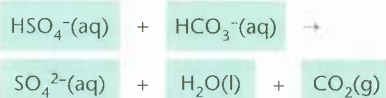
- 11 Op een keukenvloer worden tegels in de cement gelegd. Na afloop zitten er cementvlekken op de tegels. Deze vlekken bestaan uitsluitend uit calciumcarbonaat.

Men wil de vlekken verwijderen. Men heeft vier reinigingsmiddelen: ammonia, soda, groene zeep en zoutzuur.

a Welke van de vier reinigingsmiddelen is het meest geschikt om de cementvlekken te verwijderen? Leg uit.

b Schrijf de reactievergelijking op die tijdens het verwijderen plaatsvindt.

- 12 De onderstaande reactie is een zuur-base-reactie:



a Leg uit dat deze reactie een zuur-base-reactie is.

b Welk deeltje is het zuur? Leg uit.

c Welk deeltje is de base? Leg uit.

d Hoe kun je *zien* dat deze reactie optreedt?

- 13 In de gymnastiekles wordt soms gebruik gemaakt van *magnesia*, een witte vaste stof, om de handen stroef te maken. Magnesia is een zout. De docent zegt dat het òf magnesiumoxide òf magnesiumcarbonaat is. Jij krijgt de opdracht om dat uit te zoeken.

Beschrijf een proef waarmee je kunt onderzoeken of de witte vaste stof magnesiumoxide of magnesiumcarbonaat is. Vermeld de handeling(en) die je moet doen, de mogelijke waarneming(en) en de conclusie(s) die je uit de waarneming(en) kunt trekken.

(Mavo-D-eindexamen 1995-I)

Eigenschappen van zuren

Alle zure oplossingen hebben een aantal overeenkomstige eigenschappen:

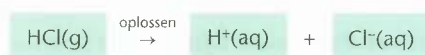
- Een zure oplossing geleidt stroom.
- Een zure oplossing heeft een pH lager dan 7.
- Een zure oplossing kleurt indicatoren.
- Een zure oplossing smaakt zuur.
- Een zure oplossing lost kalkaanslag op.
- Een zure oplossing reageert met onedele metalen onder vorming van waterstofgas.
- Een zure oplossing geeft bij elektrolyse waterstofgas aan de negatieve elektrode.

Verklaring van de eigenschappen

In elke zure oplossing zijn ionen aanwezig. Het *positieve ion* dat altijd aanwezig is in een zure oplossing, is het H^+ -ion. Bovendien zijn ook *negatieve ionen* aanwezig.

Het H^+ -deeltje zorgt voor de eigenschappen van een zure oplossing.

Een zuurdeeltje is dus een deeltje dat H^+ -ionen kan afstaan. Bij oplossen van een zuur in water vindt dat plaats:



Het negatieve chloride-ion wordt het *zuurrestion* genoemd. De oplossing van waterstofchloride in water heet *zoutzuur*.

FIG. 13 Zuren.

formule van het zuur	naam van het zuur	zuurrestion	naam van het zuurrestion
$\text{HCl}(\text{g})$	waterstofchloride	Cl^-	chloride-ion
$\text{HNO}_3(\text{l})$	salpeterzuur	NO_3^-	nitraation
$\text{HAc}(\text{l})$	azijnzuur	Ac^-	acetaation
$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	zwavelzuur	SO_4^{2-}	sulfaation
H_2CO_3	koolzuur	CO_3^{2-}	carbonaation
$\text{H}_3\text{PO}_4(\text{s})$	fosforzuur	PO_4^{3-}	fosfaation

Zuren

In de tabel van figuur 13 staat een aantal zuren die je moet kennen. Ook de zuurrestionen staan erbij.

- 1 Schrijf alle eigenschappen van een zure oplossing op.
- 2 **a** Welk deeltje zorgt voor de eigenschappen van een zure oplossing?
b Welk verband bestaat er tussen de concentratie van dat deeltje en de pH? Leg uit.
- 3 Schrijf de reactievergelijking op voor het oplossen van:
a salpeterzuur; **b** zwavelzuur; **c** fosforzuur.
- 4 **a** Wat versta je onder een zuurrestion?
b Wat is altijd de lading van een zuurrestion? Leg uit.

Sterke en zwakke zuren

Er zijn *sterke* en *zwakke* zuren. Bij een sterk zuur zullen *alle* deeltjes bij oplossen in water in ionen splitsen. Bij een zwak zuur zullen niet alle opgeloste deeltjes in ionen splitsen.

Waterstofchloride, *salpeterzuur* en *zwavelzuur* zijn sterke zuren.

Aziijnzuur, *koolzuur* en *fosforzuur* zijn zwakke zuren.

Toepassingen van zuren

Zuren kom je op veel plaatsen tegen:

- Koolzuur zit in heel veel frisdranken.
- Fosforzuur zit in cola.
- Aziijnzuur wordt als ontkalkingsmiddel gebruikt.
- Zwavelzuur zit in accu's.
- Zoutzuur wordt gebruikt om cement te verwijderen.
- Salpeterzuur wordt gebruikt om er kunstmest van te maken.

Zure oplossingen met een lage pH tasten huid en slijmvliezen aan. Men noemt ze *agressief* en *bijtend*. Met pictogrammen wordt men op de gevaren ervan gewezen.

- 5 **a** Wat is het verschil tussen een sterk en een zwak zuur?
b Waarom moet je van een zwak zuur veel meer oplossen om dezelfde pH te krijgen dan van een sterk zuur?
- 6 **a** Schrijf de formules van drie sterke zuren op.
b Schrijf de formules van drie zwakke zuren op.
- 7 Noem van elk zuur uit opgave 6 minstens één toepassing.

Zure regen

Zure regen ontstaat doordat verbrandingsgassen van auto's, fabrieken en elektriciteitscentrales in de lucht terecht komen. De bekendste vervuilende gassen zijn *zwaveldioxide* en *stikstofoxiden*. De pH van regenwater is daarom vaak te laag. Zure regen tast vooral bodems en meren aan die kalkarm zijn.

Ook *ammoniak* is een stof die voor verzuring van de bodem zorgt. Ammoniak wordt in de bodem door bacteriën omgezet in salpeterzuur. De ammoniak is voornamelijk afkomstig van de intensieve veehouderij (varkens en kippen).

Er zijn *maatregelen* nodig om uitstoot van vervuilende gassen tegen te gaan. Elke maatregel heeft als doel *minder* uitstoot.

Zuren en reactiesnelheid

Factoren die een rol spelen bij de snelheid van een reactie zijn:

- 1 de concentratie; 2 de verdelingsgraad; 3 de temperatuur; 4 de soort stof; 5 de katalysator.

Vrijwel al deze factoren spelen ook een rol bij de reactie van een zure oplossing met een onedel metaal. Als de $H^+(aq)$ -concentratie groter is, gaat de reactie met een onedel metaal sneller.

Een *poeder* reageert sneller dan een stukje metaal. Bij een *hogere temperatuur* reageert het metaal sneller met een zure oplossing.

Magnesium reageert sneller met een zure oplossing dan zink of ijzer.

- 8 a** Wat versta je onder ‘zure regen’?
b Welke stoffen zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van zure regen?
c Bij welke processen ontstaan die stoffen?
- 9 a** Welke stof zorgt wel voor verzuring van de bodem maar is zelf geen zuur?
b Leg uit hoe die stof dan toch voor verzuring zorgt.
- 10** Welke factoren spelen een rol bij de reactie tussen stoffen?
- 11** Bij de reactie tussen metalen en zure oplossingen kan de reactiesnelheid sterk van elkaar verschillen.
a Leg uit hoe je het snelst een stukje zink in zoutzuur kunt oplossen. Licht kort toe.
b Waarom lost aluminiumfolie nauwelijks in azijn op, maar wel in geconcentreerd zwavelzuur? Leg duidelijk uit.
- 12** Soms wordt afval op zee verbrand. Zo kan ook de stof met formule $C_{14}H_9Cl_5$ (DDT) verbrand worden. Daarbij ontstaat koolstofdioxide, water en waterstofchlovide.
a Schrijf de reactievergelijking voor de verbranding van $C_{14}H_9Cl_5$ op.
b Leg uit dat de pH van het zeewater in de buurt van een verbrandingsschip zal gaan dalen. (Mavo-D-eindexamen 1990-I)
- 13** $HIO_3(s)$ is een zuur.
a Wat bedoelt men met deze uitspraak?
b Schrijf de reactievergelijking op van het oplossen van $HIO_3(s)$ in water.
 $HIO_3(s)$ is een zwak zuur.
c Wat bedoelt men met ‘ $HIO_3(s)$ is een zwak zuur’?
d Schrijf de formule op van het zuurrestion van $HIO_3(s)$.

Eigenschappen van basen

Alle basische oplossingen hebben een aantal overeenkomstige eigenschappen:

- Een basische oplossing geleidt stroom.
- Een basische oplossing heeft een pH hoger dan 7.
- Een basische oplossing kleurt indicatoren.
- Een basische oplossing smaakt zeepachtig.
- Een basische oplossing lost vet en vuil op.
- Een basische oplossing neutraliseert een zure oplossing.

Verklaring van de eigenschappen

Een basische oplossing is vaak een *ionaire oplossing*. Het *negatieve ion* zorgt voor de basische eigenschappen. Er is in een basische oplossing altijd OH^- aanwezig. Als er heel veel OH^- aanwezig is, spreekt men van een sterk basische oplossing: een hoge pH. Een sterk basische oplossing, zoals gootsteenontstopper, is agressief en bijtend.

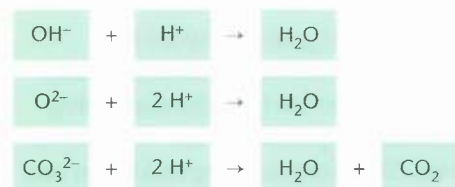
- 1** Welke algemene eigenschappen heeft een basische oplossing?
- 2 a** Wanneer is een basisch reinigingsmiddel agressief en bijtend?
b Hoe geef je dat met pictogrammen aan? Leg uit.
- 3** Wat is het verband tussen de OH^- -concentratie en de pH? Leg duidelijk uit.
- 4** Theo heeft drie oplossingen voor zich staan: een HAC-oplossing, een KOH-oplossing en een KBr-oplossing. Hij weet niet welke oplossing in welk bekglas zit.
 Beschrijf welke proef Theo moet uitvoeren om uit te zoeken welke oplossing in welk bekglas zit.
 Licht je wijze van aanpak duidelijk toe.

Basen

Een base is een deeltje dat H^+ kan binden. Op die manier *neutraliseert* men een zure oplossing. Kalk wordt op verzuurde grond gestrooid. Hierdoor neemt men (een gedeelte van) het zuur weg. Kalk is dus een base.

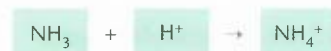
Basische stoffen zijn zouten met als negatief ion OH^- , O^{2-} of CO_3^{2-} . Bovendien is ammoniak, $NH_3(g)$, ook een base.

Een zout met hydroxide of carbonaat als negatief ion kan als vaste stof en als oplossing voorkomen. Een zout met oxide als negatief ion alleen als vaste stof. Alle basen kunnen H^+ -ionen binden:



In oplossing komen hydroxide-ionen voor in *natronloog* en *kalkwater*. Carbonaationen komen in oplossing voor in een *soda-oplossing*.

Ook *ammoniak* (NH_3) is een base. Het is geen zout maar het kan wel H^+ -ionen opnemen:



Ammoniak komt meestal in oplossing voor. Het heet dan *ammonia*.

Basen als reinigingsmiddel

Soda, gootsteenontstopper en ammonia zijn bekende *reinigingsmiddelen*. Ze lossen vet en vuil op. Sommige reinigingsmiddelen, zoals gootsteenontstopper, zijn agressief en bijtend. Gevaren worden met *pictogrammen* aangegeven.

- 5 Wat versta je onder een base?
- 6 **a** Welke negatieve ionen kunnen als base optreden?
b Leg uit waarom basen vaak negatieve ionen zijn.
- 7 Welk neutraal deeltje kan ook als base reageren?
- 8 **a** Wat is kalkwater? Waarvoor wordt het gebruikt?
b Wat is natronloog? Welke toepassing van natronloog ken je?
c Wat is ammonia?
- 9 Wanneer is een reinigingsmiddel agressief en bijtend?
- 10 José doet in een emmer een handvol soda en wat water. De soda lost in het water op.
a Schrijf de formules van soda op.
Ze giet er daarna wc-eend bij. José ziet dat het mengsel in de emmer begint te bruisen.
b Welk gas veroorzaakt die bruising?
c Welke soort stof is in wc-eend aanwezig? Leg uit.
- 11 Bekijk figuur 14 goed.
Wat voor een soort stof zit er in Magkal? Licht je antwoord toe.
- 12 Een jerrycan bevat een agressief en bijtend reinigingsmiddel. De pH van de oplossing is 13. Volgens een 'deskundige' bevat de jerrycan een mengsel van logen en zuren.
a Welke pictogrammen moeten op het etiket van de jerrycan zitten?
b Hoe kan men de pH van de oplossing bepalen?
c Waarom is de uitspraak van de 'deskundige' fout?

FIG. 14 Advertentie voor Magkal.



H3 Zuur en base bij elkaar

Zuur-base-reacties

Een zuur-base-reactie kenmerkt zich door overdracht van H^+ . Het zuur staat H^+ af en de base neemt H^+ op. Zuur-base-reacties worden ook wel *neutralisatie-reacties* genoemd.

Zuur-base-reacties kunnen gebruikt worden om:

- een al te zure oplossing minder zuur maken;
- nieuwe stoffen te maken, zoals kunstmeststoffen;
- het gehalte van een oplossing te bepalen (zie blok 5).

VOORBEELD 1: Zoutzuur met kalkwater laten reageren.

Zoutzuur is een waterstofchloride-oplossing: het bevat $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$.

Kalkwater is een calciumhydroxide-oplossing: het bevat $Ca^{2+}(aq)$ en $OH^-(aq)$.

Bij een zuur-base-reactie reageert H^+ met OH^- waarbij water ontstaat.

Na afloop van de reactie is water aanwezig en Ca^{2+} en Cl^- . De calciumionen en chloride-ionen doen niet aan de reactie mee. Ze ‘kijken’ alleen maar toe: men noemt ze daarom *tribune-ionen*. Na indampen krijgt men vast calciumchloride. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan de pagina.

VOORBEELD 1

deeltjes vóór de proef $H^+(aq)$ en $Cl^-(aq)$ $Ca^{2+}(aq)$ en $OH^-(aq)$	reactievergelijking $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$	ionen ná de proef $Ca^{2+}(aq)$ en $Cl^-(aq)$
--	---	---

VOORBEELD 2

deeltjes vóór de proef $H^+(aq)$ en $NO_3^-(aq)$ $Ca^{2+}O^{2-}(s)$	reactievergelijking $2 H^+(aq) + Ca^{2+}O^{2-}(s) \rightarrow H_2O(l) + Ca^{2+}(aq)$	ionen ná de proef $Ca^{2+}(aq)$ en $NO_3^-(aq)$
---	---	---

VOORBEELD 2: Verdund salpeterzuur met calciumoxide (= ongebluste kalk) laten reageren.

Verdund salpeterzuur is salpeterzuur opgelost in water: het bevat $H^+(aq)$ en $NO_3^-(aq)$.

Calciumoxide is $Ca^{2+}O^{2-}(s)$. Hierin is het oxide-ion (O^{2-}) het basische deeltje.

Het oxide-ion uit calciumoxide reageert met H^+ , waarbij water ontstaat. Het calciumion gaat daarbij in oplossing.

Na afloop is een calciumnitraat-oplossing aanwezig.

Na indampen krijgt men vast calciumnitraat. Zie voor de reactievergelijking het schema onderaan de pagina.

VOORBEELD 3: De aantasting van kalksteen (calciumcarbonaat) door zure regen.

Zure regen bevat zeker $H^+(aq)$ en negatieve ionen $X^{\dots-}(aq)$.

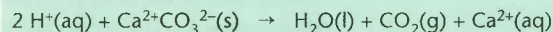
Kalksteen is $Ca^{2+}CO_3^{2-}(s)$. Hierin is het carbonaation (CO_3^{2-}) het basische deeltje. Het carbonaation uit calciumcarbonaat reageert met H^+ , waarbij water en koolstofdioxide ontstaan. Het calciumion gaat daarbij in oplossing.

Na afloop is de bovenste laag van het kalksteen verdwenen. Zo wordt de laag kalksteen steeds dunner. Als er bij een zuur-base-reactie *koolstofdioxidegas* vrijkomt, is het zeker dat er carbonaationen aanwezig zijn. Zie voor de reactievergelijking het schema bovenaan pagina 114.

VOORBEELD 3

deeltjes vóór de proef
 $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{X}^{\cdots-}(\text{aq})$
 $\text{Ca}^{2+}\text{CO}_3^{2-}(\text{s})$

reactievergelijking

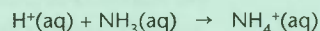


ionen ná de proef
 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ en
 $\text{X}^{\cdots-}(\text{aq})$

VOORBEELD 4

deeltjes vóór de proef
 $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 $\text{NH}_3(\text{aq})$

reactievergelijking



ionen ná de proef
 $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ en
 $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

VOORBEELD 4: De reactie tussen ammonia en verdund zwavelzuur.

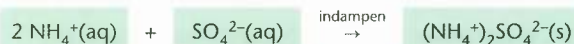
Verdund zwavelzuur is zwavelzuur opgelost in water: het bevat $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.

Ammonia is opgeloste ammoniak: $\text{NH}_3(\text{aq})$.

Het ammoniakdeeltje is de base en neemt H^+ op.

Daarbij ontstaat het ammoniumion, NH_4^+ .

Na afloop zijn er behalve water nog ammonium- en sulfaationen aanwezig. Zie voor de reactievergelijking het schema bovenaan de pagina. Na indampen ontstaat de vaste stof ammoniumsulfaat:



Ammoniumsulfaat kan als *kunstmest* gebruikt worden.

1 Schrijf de vergelijking van de volgende reacties op:

- a** natronloog laten reageren met zoutzuur;
- b** soda-oplossing laten reageren met een salpeterzuuroplossing;
- c** koperoxide laten reageren met een zwavelzuuroplossing (welke kleur krijgt de oplossing?);
- d** ammonia toevoegen aan zoutzuur.

2 Natriumoxide reageert met water bij het oplossen:



a Neem de reactie over en maak de vergelijking kloppend.

b Hoe heet de ontstane oplossing? Geef twee namen!

c Leg uit dat deze reactie een zuur-base-reactie is.

d Welk deeltje is de base en welk deeltje is het zuur in bovenstaande reactie? Leg uit.

3 De kunstmest ammoniumsulfaat heet in de landbouw ook wel 'zwavelzure ammoniak'.

a Schrijf de formules van ammoniumsulfaat op.

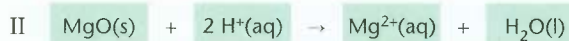
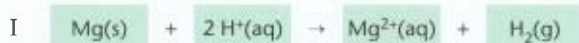
b Leg uit welk zuur en welke base nodig is om ammoniumsulfaat te maken. Geef naam en formule.

c Schrijf de reactievergelijking op van de vorming van ammoniumsulfaat uit het zuur en base van **3b**.

d Leg uit hoe men in de landbouw tot de naam 'zwavelzure ammoniak' is gekomen.

- 4 Bij de reactie tussen calciumcarbonaat en zoutzuur ontstaat een gas. Dit gas maakt kalkwater troebel.
- a** Welk gas wordt er gevormd bij de reactie tussen calciumcarbonaat en zoutzuur?
- b** Maak een tekening van een opstelling waarmee aangetoond kan worden dat er werkelijk dat gas vrijkomt.
- c** Schrijf de vergelijking van de reactie tussen calciumcarbonaat en zoutzuur op.

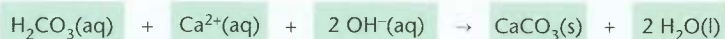
- 5 Welke van de volgende reacties is een zuur-base-reactie?



- A geen van beide
B alleen I
C alleen II
D zowel I als II

(Mavo-D-eindexamen 1993-II)

- 6 Bekijk de volgende reactie:



- a** Leg uit dat dit een zuur-base-reactie is.
- b** Schrijf op welk deeltje als zuur en welk deeltje als base reageert.

- 7 Wanneer in de maag te veel zuur wordt gemaakt, kan men last krijgen van 'brandend maagzuur'. Tegen brandend maagzuur zijn diverse middelen in de handel. Innemen van een Maalox-tablet kan helpen. Een Maalox-tablet bevat onder andere magnesiumhydroxide.

a Leg uit dat een Maalox-tablet kan helpen bij brandend maagzuur.

b Schrijf de vergelijking op van de reactie die in de maag plaatsvindt als een Maalox-tablet ingenomen is.

Een ander middel tegen brandend maagzuur bevat natriumbicarbonaat (NaHCO_3). Een nadeel van dit middel is dat er bij de reactie in de maag koolstofdioxide ontstaat.

c Schrijf de reactievergelijking op tussen opgelost natriumbicarbonaat en maagzuur.

d Leg uit waarom bij gebruik van natriumbicarbonaat boeren gelaten worden.