



Blok 6

INHOUD

BASISSTOF

- T1** Algemene eigenschappen van metalen 140
- W1** 142
- T2** Corrosie 143
- W2** 144
- T3** Elektronenoverdracht bij reacties 144
- W3** 147
- T4** Bereiding van metalen 148
- W4** 150
- T5** Batterijen en accu's 151
- W5** 152

HERHAALSTOF

- H1** Eigenschappen en toepassingen van metalen 153
- H2** Elektronenoverdracht bij reacties 155
- H3** Metalen en elektriciteit 156

LEERDOELEN

- 1 Je moet de algemene eigenschappen van metalen kunnen opschrijven. [P1, T1]
- 2 Je moet weten waarvoor een aantal metalen wordt gebruikt. [P1, T1, W1]
- 3 Je moet kunnen opschrijven wat legeringen zijn. [T1]
- 4 Je moet van een aantal legeringen de samenstelling kunnen opschrijven en weten waarvoor ze worden gebruikt. [T1, W1]
- 5 Je moet kunnen opschrijven dat lood, kwik en cadmium giftige, zware metalen zijn. [P1, T1, W1]
- 6 Je moet kunnen opschrijven wat corrosie is. [T2]
- 7 Je moet vijf methoden kunnen noemen om metalen tegen corrosie te beschermen. [T2, W2]
- 8 Je moet kunnen opschrijven dat sommige metalen bedekt worden met een oxidehuidje, waardoor ze niet verder corroderen. [T2, W2]
- 9 Je moet kunnen opschrijven wat wordt bedoeld met edele en onedele metalen. [P2, T2]
- 10 Je moet kunnen opschrijven, dat de ionlading gevonden kan worden door de kernlading en het aantal elektronen bij elkaar op te tellen. [T3]



Metalen

- 11** Je moet de ionlading van een positief en negatief ion kunnen uitrekenen met behulp van de kernlading en het aantal elektronen. [T3]
- 12** Je moet kunnen uitrekenen hoeveel elektronen een ion (of atoom) heeft, als de ionlading en het atoomnummer (of het aantal protonen) is gegeven. [T3, W3]
- 13** Je moet in een reactievergelijking kunnen aanwijzen welk deeltje elektronen opneemt en welk deeltje elektronen afstaat. [T3, W3]
- 14** Je moet de elektronenoverdracht met een pijltje kunnen aangeven onder de reactievergelijking. [T3, W3]
- 15** Je moet de afzonderlijke reactie en de totaalreactie van het afstaan en opnemen van elektronen kunnen opschrijven. [T3, W3]
- 16** Je moet de reactievergelijking van het etsen kunnen opschrijven, als een zuur en een metaal zijn gegeven. [P3, T3, W3]
- 17** Je moet waterstof kunnen aantonen, als dit bij een reactie ontstaat. [P3, W3]
- 18** Je moet de elektrolyse-opstelling kunnen tekenen, en de namen van de onderdelen erbij kunnen zetten. [P4, T4]
- 19** Je moet de reacties bij de elektroden van de elektrolyse van een aantal zouten en van zoutzuur kunnen opschrijven. [P4, T4, W4]
- 20** Je moet de elektrolyse van gesmolten aluminiumoxide en de reacties die bij de elektroden optreden, kunnen beschrijven. [T4, W4]
- 21** Je moet kunnen beschrijven hoe uit kopererts koper gemaakt kan worden. [T4, W4]
- 22** Je moet kunnen opschrijven welke stof de elektronen afstaat en welke stof de elektronen opneemt, als de 'samenstelling' van een batterij of accu is gegeven. [P5, T5, W5]

T1 Algemene eigenschappen van metalen

Een fiets, een spijker, een stoel en een pan hebben allemaal één overeenkomst: ze zijn allemaal van een *metaal* gemaakt. Er zijn heel veel soorten metalen. Denk maar aan ijzer, koper, zink, lood en goud.

Algemene eigenschappen van metalen

Dat een stof een metaal is, kan worden afgeleid uit de volgende *algemene eigenschappen*:

- Metalen zien er glanzend uit als ze gepoetst zijn.
- Metalen geleiden elektriciteit en warmte.
- Metalen zijn gemakkelijk te vormen tot allerlei verschillende producten.
- Metalen maken een hard (metaalachtig) geluid als je erop slaat.

FIG. 1 Allerlei metalen voorwerpen.



Metalen hebben echter ook onderling verschillende eigenschappen. Hierdoor kunnen metalen op heel veel verschillende manieren gebruikt worden (figuur 1).

De mens heeft niet altijd zoveel metalen tot zijn beschikking gehad als nu. De meeste metalen moeten uit gesteente gehaald worden. Met koper gaat dat vrij gemakkelijk. Het was daarom het eerste metaal dat door de mens werd toegepast. Daarna volgden tin (in brons) en ijzer. Aluminium wordt pas sinds 1886 op grote schaal geproduceerd (figuur 2).

Toepassingen van metalen

Aluminium: vliegtuigbouw, kozijnen en huishoudelijke artikelen

Ijzer: fietsen, auto's, lepels, spijkers, enzovoorts

Koper: waterleidingbuis en elektriciteitsdraad

Lood: verzwarende (bijvoorbeeld van vislijnen), accu's en daklood

Magnesium: vliegtuigbouw

Nikkel: munten

Zink: dakgoten

Goud: sieraden

FIG. 2 Brandblusserspak, bekleed met een laagje aluminium.



FIG. 3 Ruimteschip en theelepel.



FIG. 5 Batterijen bevatten nog steeds zware metalen.



FIG. 4 Enkele bekende legeringen.

naam legering	mengsel van	toepassing
soldeer	lood en tin	– koperen voorwerpen met elkaar verbinden, bijvoorbeeld waterleidingbuizen
brons	koper en tin	– stuivers, kerkklokken, standbeelden
messing	koper en zink	– muziekinstrumenten, waterkranen
amalgaam	kwik en een ander metaal	– zilveramalgaam in tandvullingen

Legeringen

De meeste zuivere metalen zijn niet erg hard. Daarom gebruikt men vaak speciale mengsels van metalen. Deze mengsels heten *legeringen*. Van legeringen kan zo ongeveer alles gemaakt worden: van een theelepel tot een ruimteschip! (figuur 3)
Enkele bekende legeringen staan in de tabel van figuur 4.

Zware metalen

Bij milieuschandalen wordt vaak gesproken over verontreiniging met *zware metalen*. Dit zijn metalen die een atoomnummer boven de 20 hebben en die giftig zijn. Voorbeelden van zware, giftige metalen: kwik, lood en cadmium. Deze metalen zijn als niet-ontleedbare stof en als ontleedbare stof giftig (figuur 5).

- 1 Leg uit waarom metalen zo belangrijk zijn.
- 2 Leg uit waarom het zo lang geduurd heeft voordat mensen voorwerpen van metaal gingen maken.
- 3 In Nederland was men heel erg laat met het gebruik van metalen voorwerpen. Hoe denk je dat dat komt?

FIG. 6 Munten, beelden, kerkklokken, saxofoons.



- 4 Bekijk de plaatjes in figuur 6 goed. Schrijf de naam van elk voorwerp op. Zet erachter van welke legering het waarschijnlijk gemaakt is.
- 5 Een aantal jaren geleden werd een heleboel speelgoed uit de markt genomen, omdat de verf waarmee het geschilderd was cadmiumverbindingen bevatte.
 - a Leg uit waarom speelgoed met cadmiumverbindingen niet geschikt is voor speelgoed.
 - b Het speelgoed werd verbrand. Leg uit of de cadmiumverbindingen daardoor ook echt uit het milieu verdwenen.
- 6 'Loodhoudende benzine moet worden verboden.' Ben je het eens met deze stelling? Leg je antwoord uit.

T2 Corrosie

Sommige metalen reageren met stoffen uit de lucht, vooral de *onedele* metalen. Daarom moeten deze metalen beschermd worden tegen die stoffen uit de lucht.

Een voorbeeld van een onedel metaal is ijzer. Heel veel voorwerpen zijn van ijzer gemaakt. Ijzer is goedkoop en sterk. Ijzer reageert echter snel met stoffen uit de lucht: ijzer *corrodeert* snel.

Bij ijzer wordt corroderen ook wel *roesten* genoemd. Bij roesten reageert ijzer met zuurstof en water. Dit is een ingewikkelde chemische reactie. Hier bespreken we alleen de rol van zuurstof bij de roestreactie. Het ijzer verbindt zich met zuurstof tot ijzer(II)oxide, FeO. Dit ijzer(II)oxide reageert verder met zuurstof. Daarbij wordt ijzer(III)oxide, Fe₂O₃ gevormd. Bij het roesten van ijzer ontstaat dus (uiteindelijk) ijzer(III)oxide.

Metalen beschermen tegen corrosie

Om metalen tegen corrosie te *beschermen* wordt gebruik gemaakt van andere metalen die veel minder gevoelig zijn voor corrosie. Ijzer wordt vaak bedekt met een laagje tin, zink of chroom. Een conservenblik bestaat uit dun plaatijzer met daaroverheen een laagje tin. 'Zinken' emmers bestaan uit plaatijzer met een laagje zink. Om het ijzer van een fietsstuur zit vaak een laagje chroom (figuur 7).

FIG. 7 Verchroomd fietsstuur.



Tin, zink en chroom zorgen ervoor, dat de stoffen uit de lucht niet bij het ijzer kunnen komen. Aluminium, tin, chroom en zink worden nauwelijks aangetast door stoffen uit de lucht, want ze vormen een bijna ondoordringbaar oxidehuidje.

Andere methoden van bescherming tegen corrosie zijn:

- invetten;
- teren (tectyleren);
- emailleren (met een laagje glas bedekken);
- schilderen.

Edele en onedele metalen

Ijzeren zeeschepen worden beschermd tegen roesten door een dikke laag verf. Bovendien worden tegen de ijzeren scheepswand dikke stukken magnesium gelast. Magnesium is een *onedel* metaal. Het is veel onedeler dan ijzer. Magnesium reageert daardoor met stoffen in zeewater, veel sneller dan ijzer.

Doordat het magnesium sneller met andere stoffen reageert, roest het ijzer veel minder. Het magnesium wordt dus *opgeofferd* om ervoor te zorgen dat het ijzer niet roest.

Onedel wil zeggen: de stof reageert snel met andere stoffen. Onedele metalen zijn natrium en calcium (want die reageren zeer snel met water). Verder zijn ook onedel aluminium, ijzer, zink, lood, magnesium en chroom.

Edel wil zeggen: de stof reageert niet of nauwelijks met andere stoffen. Edelmetalen zijn goud, zilver en platina (figuur 8).

FIG. 8 Edel en onedel.



- 1 Noem een aantal voor- en nadelen van ijzer.
- 2 Geef de namen van de metalen die gebruikt zijn om bij de voorwerpen in figuur 9 het onderliggende ijzer te beschermen tegen roesten.
- 3 Noem de methoden om ijzer tegen corrosie te beschermen.
- 4 Ijzer is minder onedel dan aluminium. Leg uit waarom ijzer toch veel vaker wordt beschermd tegen corrosie dan aluminium.
- 5 Geef de vergelijking van de reactie van het ontstaan van een oxidehuidje bij zink.
- 6 Als het ijzer van een auto bedekt zou worden met een laag zink in plaats van met lak, zou het veel minder snel roesten. Waarom denk je dat autofabrikanten dit niet hebben gedaan?
- 7 Ijzer reageert goed met zuurstof. Leg uit waarom ijzer onder water minder snel roest dan boven water.
- 8 Geef de reactie van het ontstaan van een oxidehuidje bij aluminium.
- 9 Ijzeratomen staan bij roesten elektronen af. Geef de naam van een stof in de lucht die de elektronen waarschijnlijk opneemt (die ijzer laat roesten).

T3 Elektronen-overdracht bij reacties

Bij het roesten van ijzer staat ijzer elektronen af aan zuurstof. Er ontstaat ijzer(III)oxide, een *ontleedbare stof*. Deze stof bestaat uit ionen. Ionen zijn al eerder behandeld in blok 3. Maar: hoe ontstaan ionen eigenlijk?

Het ontstaan van een ionlading

Ionen ontstaan doordat atomen van de ene atoomsoort elektronen afstaan, terwijl atomen van de andere atoomsoort die elektronen weer opnemen. Het aantal elektronen dat wordt afgestaan, is gelijk aan de lading van het gevormde ion. Deze ladingen staan in de oplosbaarheidstabel van figuur 24 uit blok 3.

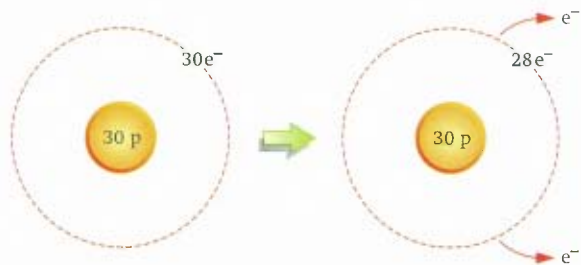
Metaalatomen kunnen elektronen afstaan en worden dan *positieve* ionen (figuur 10).

Niet-metaalatomen kunnen elektronen opnemen en worden dan *negatieve* ionen (figuur 11).

FIG. 9



FIG. 10 Het ontstaan van een positief zink-ion.



$$\begin{array}{ll} \text{kernlading: } 30+ (30 \text{ p}) & \text{kernlading: } 30+ (30 \text{ p}) \\ \text{wolklading: } 30- (30 \text{ e}^-) & \text{wolklading: } 28- (28 \text{ e}^-) \\ \text{atoomlading: } 0 & \text{ionlading: } 2+ \end{array}$$

De zinkatomen staan twee elektronen af:

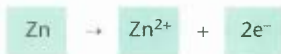
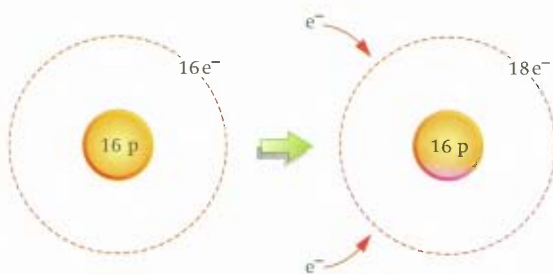
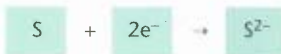


FIG. 11 Het ontstaan van een negatief ion.



$$\begin{array}{ll} \text{kernlading: } 16+ (16 \text{ p}) & \text{kernlading: } 16+ (16 \text{ p}) \\ \text{wolklading: } 16- (16 \text{ e}^-) & \text{wolklading: } 18- (18 \text{ e}^-) \\ \text{atoomlading: } 0 & \text{ionlading: } 2- \end{array}$$

De zwavelatomen nemen twee elektronen op:



Elektronenoverdracht

Elektronenoverdracht vindt onder andere plaats als:

- een metaal met zuurstof reageert;
 - een metaal met zwavel reageert;
 - een metaal met halogenen (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2) reageert.
- Bij deze reacties ontstaat een *zout*.

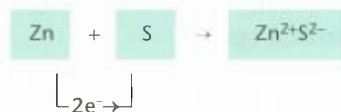
Elektronenoverdracht vindt ook plaats, als een metaal met zoutzuur of zwavelzuur reageert.

Bij deze reacties ontstaan een *zout* en *waterstofgas*.

Het zout dat ontstaat is altijd opgebouwd uit positieve en negatieve ionen (bijvoorbeeld $\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$).

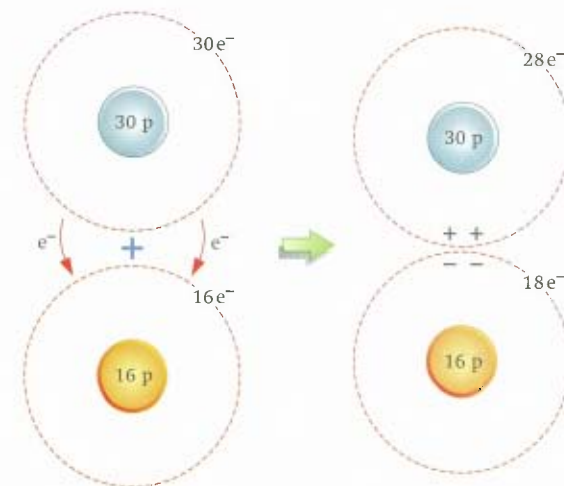
Als metalen reageren met niet-metalen, dan staan de metaaldeeltjes altijd elektronen af. De niet-metaaldeeltjes nemen altijd elektronen op.

De reactie tussen zink (een metaal) en zwavel (een niet-metaal) verloopt als volgt (figuur 12):

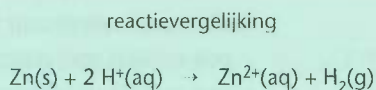


De zinkatomen staan elektronen af aan de zwavelatomen. Er is *elektronenoverdracht*.

FIG. 12 De vorming van zinksulfide.



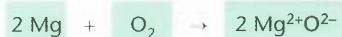
deeltjes vóór de proef
 Zn(s)
 $\text{H}^+(\text{aq})$ en $\text{Cl}^-(\text{aq})$



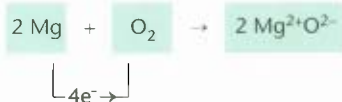
ionen ná de proef
 Zn^{2+} en
 $\text{Cl}^-(\text{aq})$

De zinkatomen staan bij deze reactie elk twee elektronen af en veranderen in positieve zinkionen. Er worden steeds twee elektronen overgedragen, omdat het zinkatoom twee elektronen afstaat en het zwavelatoom twee elektronen opneemt. Daarbij veranderen de zwavelatomen in negatieve sulfide-ionen. De positieve en negatieve ionen trekken elkaar onderling aan en er ontstaat een *zout*.

Nog een voorbeeld: Als magnesium verbrand wordt, ontstaat magnesiumoxide:



De twee magnesiumatomen staan samen vier elektronen af en de zuurstofatomen in het zuurstofmolecuul nemen in totaal vier elektronen op:



Onedele metalen kunnen met heel veel stoffen reageren. Daarvan wordt vaak gebruik gemaakt, bijvoorbeeld bij het *etsen*.

Etsen: reactie van een onedel metaal met een zuur

Bij het etsen wordt een zinkplaat bedekt met een laagje was. In de waslaag wordt een tekening 'gekrast'. Daarna giet men een zuur over de plaat. Waar geen was meer zit, bijt (etst) het zuur in het zink. Zo wordt de tekening in het zink geëtsd. Ten slotte wordt de waslaag verwijderd en wordt met inkt een afdruk op papier gemaakt (figuur 13).

De reactie tussen zink (een metaal) en zoutzuur (een zure oplossing) staat in het schema bovenaan deze bladzijde.

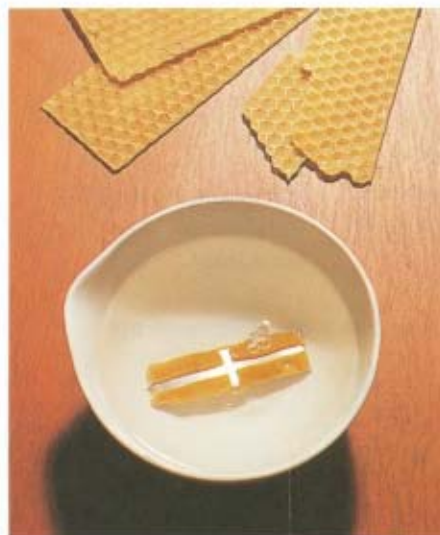
Het zink reageert niet met de chloride-ionen. De chloride-ionen zijn dus *tribune-ionen* (zie blok 4). De oplossing die ontstaat, bevat na de reactie zinkionen en chloride-ionen.

Bij de reactie tussen zink en zoutzuur treedt elektronenoverdracht op:

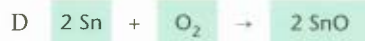
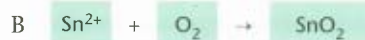
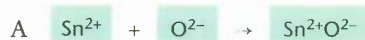


De zinkatomen staan elektronen af aan de waterstof-ionen. Andere zuren geven met onedele metalen dezelfde reactie.

FIG. 13 Etsplaat en een ets.



- 1 Een natriumion heeft als notatie Na^+ .
 - a Hoeveel protonen heeft dit ion?
Wat is de kernlading van dit ion?
 - b Hoeveel elektronen heeft dit ion?
Wat is de wolkloading van dit ion?
 - c Teken een natriumion met kern en elektronenwolk.
- 2 Magnesium reageert met fluor.
 - a Schrijf de vergelijking op van deze reactie. Zet de ladingen bij de ionen in de ontleedbare stof.
 - b Geef de elektronenoverdracht met pijltjes aan.
 - c Geef de naam van het zout dat bij deze reactie ontstaat.
 - d Schrijf de vergelijking op van het afstaan van elektronen.
- 3 Geef de notaties voor:
 - a koper;
 - b koperpoeder;
 - c een oplossing die koperionen bevat;
 - d zwavel;
 - e sulfide-ionen;
 - f een oplossing die sulfide-ionen bevat.
- 4 a Als tin met zuurstof reageert, is de vergelijking voor deze reactie:



b Leg uit waarom de andere antwoorden fout zijn. (Als je bijvoorbeeld A hebt gekozen, waarom zijn dan B, C en D fout?)

- 5 Tin oxideert tot tinoxide.
 - a Geef de formule van het deeltje dat bij deze reactie elektronen afstaat.
 - b Schrijf de reactie op van het opnemen van elektronen door het zuurstofmolecuul.
- 6 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{s})$
 - a Leg uit of bij deze reactie elektronenoverdracht plaatsvindt.
 - b De naam van deze reactie is:
 - A het oplossen van koperchloride.
 - B het indampen van een koperchloride-oplossing.
 - C de ontleding van koperchloride in koper en chloor.
 - D het reageren van koper met chloor tot koperchloride.
 - c Hebben de deeltjes in koperchloride (CuCl_2) een ionlading of niet? Heb je daar rekening mee gehouden bij het beantwoorden van vraag a en b?
- 7 Het zout aluminiumbromide heeft als formule AlBr_3 .
 - a Leg uit of er aluminiumionen of aluminiumatomen in aluminiumbromide zitten.
 - b Als aluminium met broom reageert, dan reageert:
 - A Al met Br_2 .
 - B Al^{3+} met Br^- .
 - C AlBr_3 .
 - c Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als aluminiumatomen worden omgezet in aluminiumionen.
- 8 Chroomoxide (Cr_2O_3) ontstaat door oxidatie van chroom.
 - a Geef de vergelijking van deze reactie.
 - b Geef de elektronenoverdracht met pijltjes aan. Noteer het juiste aantal elektronen dat wordt overgedragen!

Bereiding van metalen

- 9 Men laat een stukje magnesiumlint in zwavelzuur vallen. Er stijgen belletjes op. Na verloop van tijd is het stukje magnesium verdwenen.

a Geef de vergelijking van deze reactie.

b Geef de elektronenoverdracht aan met pijltjes.

c Vertel hoe je het gas dat ontstaat, kunt aantonen.

d De oplossing die is ontstaan, dampt men in. Geef de naam van het zout dat dan onderin het indamp-schaaltje ligt.

- 10 Door zure regen worden dakgoten van zink langzaam opgelost.

Geef van dit 'oplossen' de vergelijking.

- 11 Een roestige ijzeren spijker die in een dakgoot van zink valt, kan de dakgoot op die plek zeer snel laten corroderen waardoor de dakgoot lek wordt. De volgende reactie treedt op:



a Heeft hier ijzer gereageerd of ijzer-uit-roest?

b Welk deeltje heeft bij deze reactie elektronen opgenomen?

c Wat zal er gebeuren met de zinkionen die in het regenwater van de dakgoot zitten?

De meeste metalen komen in de natuur niet als *zuivere stof* voor. De meeste metalen zijn onedel en hebben lang geleden gereageerd met allerlei stoffen die in de natuur voorkomen.

De onedele metalen zitten in ontleedbare stoffen die *ertsen* worden genoemd. De metalen worden door ontleding uit de ertsen gehaald.

Ersen

Ersen zitten in de bodem als een soort gesteente. Een bekend erts is ijzererts, dat in verschillende vormen gevonden wordt. Er is onder andere Fe_2O_3 en FeS_2 . Andere ertsen zijn bijvoorbeeld bauxiet (Al_2O_3), lood-sulfide (PbS) en calciumfosfaat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Ersen zijn zouten, soms gemengd met andere soorten stoffen.

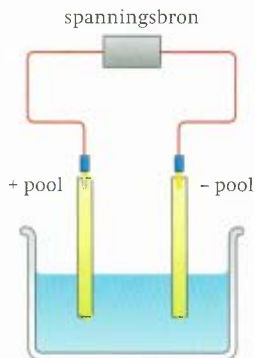
Als we zuivere metalen willen, moeten de ertsen bewerkt worden. Deze bewerking bestaat voornamelijk uit *elektrolyse*. Elektrolyse is een ontledingsreactie met behulp van elektriciteit.

Elektrolyse

Als metalen uit ertsen gehaald worden, wordt van het erts eerst een oplossing gemaakt. Is het erts niet oplosbaar, dan wordt het gesmolten. Daarna wordt elektrolyse toegepast.

Bij elektrolyse heb je twee elektroden nodig, een spanningsbron en een oplossing of smelt (figuur 14). Vóór de reactie moeten er *vrije* ionen in de oplossing zitten. Er kan geen elektrolyse uitgevoerd worden als het zout nog vast is!

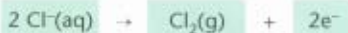
FIG. 14 Elektrolyse-opstelling.



Het *positieve* metaalion gaat naar de *negatieve* elektrode. De negatieve elektrode geeft elektronen af die de metaalionen opnemen. Het metaalion verandert dan in een metaalatoom. Zinkionen worden bijvoorbeeld omgezet in zinkatomen:



Het *negatieve* niet-metaalion gaat naar de *positieve* elektrode. De positieve elektrode neemt elektronen op die de negatieve niet-metaal-ionen afstaan. Chloorionen worden bijvoorbeeld omgezet in chloormoleculen:



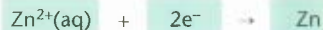
De volledige vergelijking van de elektrolyse van *opgelost* zinkchloride is dus:



Metalen kunnen zo ook bedekt worden met een laagje van een ander metaal. Dit gebeurt onder andere bij het *galvaniseren*.

Galvaniseren

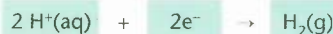
Galvaniseren is het bedekken van ijzer met een laagje zink. Dit gebeurt door elektrolyse. Het ijzer is dan de negatieve elektrode. Deze elektrode hangt in een oplossing die zinkionen bevat. Als de stroom loopt, gaan de zinkionen naar de negatieve elektrode. Zo wordt het ijzer met een laagje zink bedekt:



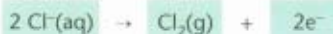
Verzilveren gebeurt op dezelfde manier met een oplossing die zilverionen bevat; *verkoperen* met een oplossing die koperionen bevat.

Elektrolyse van een zuur

Zuren, zoals zoutzuur kunnen ook worden geëlektrolyseerd. Bij zo'n elektrolyse nemen de waterstofionen elektronen op bij de negatieve elektrode:



De zuurrest zal elektronen afstaan bij de positieve elektrode:



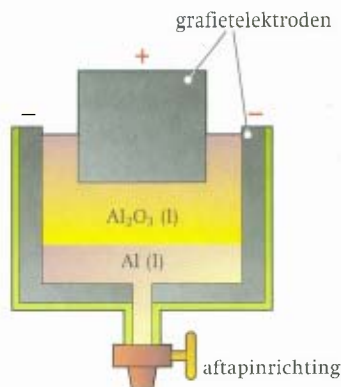
Op deze manier kunnen halogenen uit een zoutoplossing bereid worden.

Bereiding van aluminium

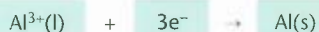
Aluminium is een zeer licht metaal. Het is gemakkelijk te bewerken en erg goed om te vormen tot allerlei producten. Er zijn aluminium*legeringen* die sterker zijn dan staal. Aluminium oxideert nauwelijks, omdat het bedekt is met een heel dun oxidehuidje. Aluminium wordt vanwege zijn gunstige eigenschappen steeds meer toegepast. Onder andere in: vliegtuigbouw, kozijnen en huishoudelijke artikelen zoals pannen.

Aluminium wordt gemaakt door elektrolyse van gesmolten bauxiet (Al_2O_3).

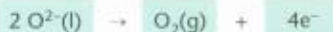
FIG. 15 Elektrolyse van aluminiumerts (bauxiet).



Bij de negatieve elektrode in figuur 15 nemen de aluminiumionen elektronen op:

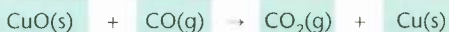


Bij de positieve elektrode in figuur 15 staan de zuurstofionen elektronen af:



Bereiding van koper

De bereiding van koper gaat heel anders. Men laat kopererts reageren met koolstofmono-oxide, waarbij koper en koolstofdioxide ontstaan:



Behalve met koolstofmono-oxide kan de reactie ook uitgevoerd worden met koolstof.

- 1 Een oplossing van tinfluoride (SnF_2) wordt geëlektrolyseerd.
 - a Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt bij de negatieve elektrode.
 - b Leg uit wat er met de elektronen gebeurt bij de positieve elektrode.
 - c Geef de formule van het gas dat bij deze reactie wordt gevormd.
- 2 In een oplossing van koperchloride hangt een ijzeren lepeltje. Het ijzer wordt verbonden met de negatieve elektrode. Er vindt elektrolyse plaats. Na verloop van tijd is het lepeltje bedekt met een laagje koper.
 - a Geef de formule van de positieve ionen in de oplossing.
 - b Geef de reactie die plaatsvindt bij het ijzeren lepeltje.
 - c Waarom stinkt het zo bij de positieve elektrode?
- 3
 - a Geef de reactievergelijking van de elektrolyse van water.
 - b Leg uit waarom altijd een beetje zuur bij het water gedaan moet worden om het te kunnen elektrolyseren.
- 4 Welke elektrode neemt bij elektrolyse elektronen op? De positieve of de negatieve?
- 5 Welke ionen staan bij elektrolyse elektronen af? De positieve of de negatieve?
- 6 Door een koperdraad wordt elektrische stroom geleid. Leg uit waarom de koperdraad niet geëlektrolyseerd wordt.
- 7 Schrijf onder elkaar wat er bij de elektrolyse van een waterstofbromide-oplossing gebeurt bij de positieve en bij de negatieve elektrode.

T5 Batterijen en accu's

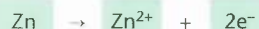
- 8 Aluminium wordt uit aluminiumoxide gemaakt door elektrolyse.
- a** Leg uit waarom bij deze elektrolyse geen oplossing van aluminiumoxide wordt gebruikt, maar gesmolten aluminiumoxide.
- b** Leg uit bij welke elektrode, de positieve of de negatieve, aluminium zal ontstaan.
- c** Leg uit hoeveel elektronen er nodig zijn om één molecuul zuurstof te vormen uit de zuurstofionen.
- 9 Uit een bepaald bauxieterts kan 60% aluminium gehaald worden. Bereken hoeveel bauxiet nodig is om 1000 kg aluminium te maken.
- 10 In bauxiet zit behalve aluminiumoxide ook ijzer(III)oxide, siliciumdioxide en titaan(IV)oxide. Men mengt het bauxiet met natriumhydroxide en het mengsel wordt verhit. Het aluminiumoxide wordt daardoor oplosbaar, de andere oxiden niet. Daarna wordt gefiltreerd.
- a** Geef de formules van alle oxiden in bauxiet (titaan = Ti).
- b** Wat is de naam van de scheidingsmethode die men toepast vóór het filtreren?
- A adsorberen
B destilleren
C extraheren
D indampen
- 11 Men laat kopererts (CuO) reageren met koolstof. Daarbij ontstaan koper en koolstofdioxide.
- a** Geef de kloppende reactievergelijking. Kopererts bevat 80% koperoxide.
- b** Bereken hoeveel kg koper gemaakt kan worden uit 1000 kg kopererts.

De elektriciteit die uit het *stopcontact* komt, wordt opgewekt door geweldig grote dynamo's te laten draaien. De energie om de dynamo's te laten draaien wordt uit gas, kolen of kernenergie gehaald. De elektriciteit die uit *batterijen* gehaald kan worden, ontstaat op een heel andere manier.

Batterijen

In een *alkaline-batterij* zitten zink en mangaan(IV)oxide (figuur 16).

Als de batterij gebruikt wordt, is het zink de negatieve elektrode. Want het zink staat elektronen af:



Het mangaan(IV)ion reageert aan de positieve elektrode, want het mangaan(IV)ion neemt elektronen op:

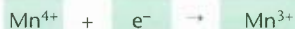
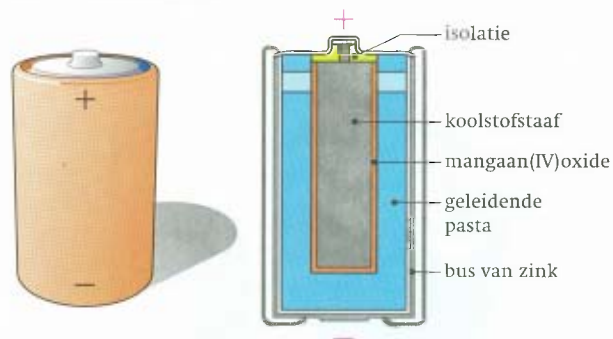


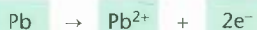
FIG. 16 Alkaline-batterij.



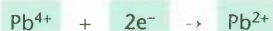
Accu's

In een *accu* bevinden zich lood en lood(IV)oxide (figuur 17). Deze elektroden staan in een oplossing van zwavelzuur. Het zwavelzuur is nodig om de vloeistof in de accu te laten geleiden. Doordat bij stroomlevering de accu warm wordt, verdampt er wat water. Dit kan worden bijgevuld door er gedestilleerd water in te doen.

Als de accu stroom levert, vormen de loodplaten de negatieve elektrode. Loodatomen staan daarbij elektronen af:



De positieve elektrode is het lood(IV)oxide. Lood(IV)ionen nemen daarbij elektronen op:



De sulfaationen in de oplossing reageren met de Pb^{2+} -ionen tot loodsulfaat. Dit is een onoplosbaar zout. Het gaat als een witte laag op de loodplaten zitten. Als de loodplaten geheel bedekt zijn met loodsulfaat, is de accu 'leeg'. De accu moet dan worden opgeladen. Daarbij treden de omgekeerde reacties op.

FIG. 17 Accu.



1 Oplaadbare nikkel-cadmium-batterijen bevatten nikkel(III)oxide en cadmium (Cd).

a De cadmiumatomen staan elektronen af. Geef hiervan de vergelijking.

b Leg uit welke elektrode cadmium bevat, de positieve of de negatieve.

c Geef de reactie van het omzetten van nikkel(III)ionen in nikkel(II)ionen.

2 Een knoopcelbatterijtje in een horloge heeft een negatieve elektrode van zink en een positieve elektrode van kwik(II)oxide.

a Geef de vergelijking van het opnemen van elektronen. Daarbij worden kwik(II)ionen omgezet in kwik.

b Geef de formule van het deeltje dat elektronen afstaat.

3 Zware metalen zijn slecht voor de gezondheid. Vanaf atoomnummer 20 spreken we van zware metalen. Lees T5 nog eens door, en ook vraag **1** en **2** van W5.

a Geef de namen van de batterijen die zware metalen bevatten.

b Welke problemen ontstaan door zware metalen?

4 Als de lood(IV)ionen vier elektronen opnemen, geef dan de formule van het deeltje dat ontstaat.

5 Geef de formule van het deeltje dat elektronen levert bij een accu.

H1 Eigenschappen en toepassingen van metalen

ALGEMENE EIGENSCHAPPEN VAN METALEN

Metalen hebben een aantal *algemene eigenschappen*:

- Metalen glanzen als ze gepoetst zijn.
- Metalen geleiden elektriciteit en warmte.
- Metalen zijn gemakkelijk te vormen tot allerlei verschillende producten.
- Metalen maken een hard geluid als je erop slaat.

TOEPASSINGEN VAN ZUIVERE METALEN

Aluminium: vliegtuigbouw, kozijnen en huishoudelijke artikelen

Ijzer: fietsen, auto's, lepels, spijkers, enzovoorts.

Koper: waterleidingbuis en elektriciteitsdraad

Lood: verzwarende (bijvoorbeeld van vislijnen), accu's en daklood

Magnesium: vliegtuigbouw

Nikkel: munten

Zink: dakgoten

Goud: sieraden

LEGERINGEN

De meeste zuivere metalen zijn niet hard genoeg.

Daarom worden ze gemengd met andere metalen.

Zo'n mengsel van metalen heet een *legering*.

Legeringen hebben bovendien het voordeel dat ze minder gevoelig zijn voor corrosie.

Bekende legeringen staan in de tabel van figuur 18.

ZWARE METALEN

Zware metalen zoals lood, kwik en cadmium zijn giftig.

FIG. 18 Enkele bekende legeringen.

naam legering	mengsel van	toepassing
soldeer	lood en tin	– koperen voorwerpen met elkaar verbinden, bijvoorbeeld waterleidingbuizen
brons	koper en tin	– stuivers, kerkklokken, standbeelden
messing	koper en zink	– muziekinstrumenten, waterkranen
amalgam	kwik en een ander metaal	– zilveramalgam in tandvullingen

- 1 Hoe zou je kunnen nagaan of de deurkruk in het klaslokaal gemaakt is van een metaal of van kunststof?
- 2 In figuur 19 staat een aantal plaatjes. Zet de nummers die erbij staan in je schrift en vertel welke legeringen hier afgebeeld zijn (zie blz. 154).
- 3 **a** Geef de namen van twee metalen die gebruikt worden in de vliegtuigbouw.
b Leg uit waarom deze metalen daar gebruikt worden.
- 4 Voor waterleidingen worden binnenshuis meestal metalen buizen gebruikt.
Van welk metaal zijn deze buizen gemaakt?
A aluminium
B koper
C ijzer
D zink
- 5 Vroeger gebruikte men lood voor waterleidingbuizen. Leg uit waarom men dat nu niet meer doet.
- 6 Vrijwel alle goud wordt gerecycled, maar slechts de helft van het ijzer. Leg uit waarom.
- 7 Veronderstel eens, dat er plotseling een tekort zou zijn aan koper. Noem een aantal dingen die dan erg duur zouden worden.

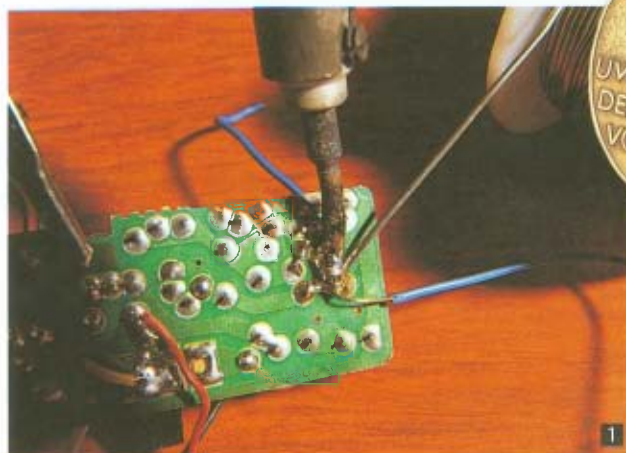


FIG. 19



- 8** Hieronder staat de opbrengst van een kopermijn ergens in Zambia. Uit de mijn komt ook wat zilver en goud.

massa erts per dag uit de mijn:	200 000 ton
massa koper uit elke ton erts:	10 kg
massa zilver uit elke ton erts:	1,6 kg
massa goud uit elke ton erts:	0,6 g
prijs van een kilo koper	f 4,00
prijs van een kilo zilver	f 400,00
prijs van een kilo goud	f 28.000,00

- a** Bereken hoeveel kg koper de mijn per dag produceert.
- b** Bereken hoeveel geld het geproduceerde koper, zilver en goud per dag opbrengt.
- c** Bereken hoeveel ton afval de mijn per dag produceert.

- 9** Legeringen kunnen worden gescheiden in zuivere metalen door ze te laten smelten en de vloeistof langzaam te laten stollen. De vloeistof die het langzaamst smelt, wordt dan afgegoten.
- Geef de naam van de scheidingsmethode waarop deze methode veel lijkt.

EDELE EN ONEDELE METALEN

Edelmetalen zoals goud, zilver en platina reageren nauwelijks met andere stoffen.

Onedele metalen zoals natrium, calcium, aluminium, ijzer, zink, lood, magnesium en chroom reageren goed met andere stoffen.

CORROSIE

Als metalen reageren met stoffen uit de lucht, wordt dat *corrosie* genoemd.

Ijzer is heel gevoelig voor corrosie.

Aluminium, tin, zink en chroom zijn veel minder gevoelig voor corrosie. Deze metalen vormen heel snel een bijna ondoordringbaar oxidehuidje.

BESCHERMING TEGEN CORROSIE

Men kan metalen op verschillende manieren beschermen tegen corrosie:

- invetten;
- teren (tectyleren);
- emailleren (met een laagje glas bedekken);
- schilderen;
- met een laagje metaal bedekken (vertinnen, galvaniseren, verchromen, enzovoorts).

10 Leg uit waarom bij het metaal aluminium nauwelijks corrosie optreedt.

11 Geef de formules van drie onedele metalen.

12 IJzeren voorwerpen corroderen snel.

a Noem vier methoden om ijzer tegen corrosie te beschermen.

b Leg uit waarom ijzer onder water nauwelijks corrodeert.

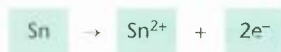
13 Geef de reactievergelijking van het ontstaan van een oxidehuidje bij aluminium.

BLOK 6 HERHAALSTOF

H2 Elektronen-overdracht bij reacties

HET ONTSTAAN VAN IONEN

Als uit een atoom een *positief* ion ontstaat, worden daarbij elektronen afgestaan:

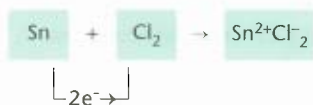


Als uit een atoom een *negatief* ion ontstaat, worden daarbij elektronen opgenomen:



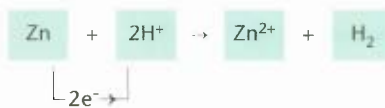
ELEKTRONENOVERDRACHT

Reageert een metaal met een niet-metaal, dan worden daarbij *elektronen overgedragen*:



ETSEN

Een metaal kan ook reageren met een zuur. Dit noemt men *etsen*.



Het is vaak moeilijk te zien aan een reactievergelijking of er een reactie optreedt met elektronenoverdracht. Kijk maar eens naar dit voorbeeld uit het mavo-D-eindexamen 1995:

H3 Metalen en elektriciteit

37 Bij welke van de hieronder weergegeven reacties treedt elektronenoverdracht op?



- A bij geen van beide reacties
- B alleen bij reactie 1
- C alleen bij reactie 2
- D zowel bij reactie 1 als bij reactie 2

Het probleem is, dat bij de AgCl geen ionlading vermeld is.

Zo'n vraag moet je als volgt aanpakken:

– Kijk of er *ontleedbare* stoffen bij staan en of dit *zouten* zijn. (Zouten bestaan uit positieve en negatieve ionen: zie de oplosbaarheidstabel van figuur 24 uit blok 3).

Zet hier de ionladingen boven. In dit geval komt dus achter de pijl te staan: $\rightarrow 2 \text{Ag}^+\text{Cl}^-$ bij beide reacties.

– Nu zijn er twee mogelijkheden:

1. voor en na de reactie staan dezelfde ionen: géén elektronenoverdracht of:
2. voor de reactie staan atomen of moleculen zonder lading en na de reactie staan ionen: wél elektronenoverdracht.

(Of voor de reactie staan ionen met een andere lading dan na de reactie, bijvoorbeeld $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)

- 1 Beantwoord nu zelf vraag 37 van het mavo-D-eindexamen 1995.
- 2 Geef van de volgende reacties de vergelijkingen. Geef ook de elektronenoverdracht aan.
 - a de reactie tussen ijzer en chloor;
 - b de reactie tussen zuurstof en magnesium;
 - c de reactie tussen ijzer en zwavel;
 - d de reactie tussen zink en zoutzuur.

ERTSEN

Metalen worden uit *ertsen* gehaald. Dit gebeurt vaak met behulp van *elektrolyse*.

Elektrolyse is *alleen* mogelijk met oplossingen of met gesmolten ertsen en zouten.

ELEKTROLYSE

De *positieve* elektrode trekt de *negatieve* ionen aan (zie figuur 14).

De negatieve ionen staan elektronen af die door de positieve elektrode worden opgenomen.

De *negatieve* elektrode trekt *positieve* ionen aan (zie figuur 14).

De positieve ionen nemen de elektronen op die door de negatieve elektrode worden afgestaan.

BEREIDING VAN METALEN

Aluminium wordt uit *bauxiet* bereid door elektrolyse.

Koper wordt uit *kopererts* bereid door een reactie met koolstof of koolstofmono-oxide.

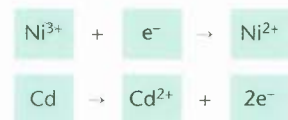
In een hoogoven gebruikt men cokes om ijzer uit *ijzererts* te halen (zie ook T6 van blok 7).

BATTERIJEN EN ACCU'S

In een batterij of accu zit altijd een elektrode die elektronen afstaat en een elektrode die elektronen opneemt. Worden deze twee elektroden geleidend met elkaar verbonden, dan gaat de *elektriciteit* 'stromen'.

NICD-BATTERIJEN

Als je de elektroden in een NiCd-batterij geleidend met elkaar verbindt, dan nemen de nikkel(III)ionen elektronen op en staan de cadmiumatomen elektronen af:



Bij het opladen van een NiCd-batterij treden de omgekeerde reacties op.

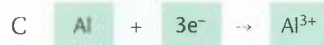
- 1 Koper kan uit koper(I)sulfide gehaald worden door het met zuurstof te laten reageren:



- a Geef de naam van de stof die ook bij deze reactie ontstaat.
b Geef de formule van het deeltje dat bij deze reactie elektronen opneemt.
c Leg uit dat er niet te veel zuurstof gebruikt mag worden.
- 2 Zeewater bevat 1,3 kg magnesium (Mg^{2+}) per kubieke meter. Dit wordt uit het zeewater gehaald, waarbij uiteindelijk magnesiumoxide ontstaat. Magnesiumoxide laat men reageren met chloor, waarbij magnesiumchloride en zuurstof ontstaat. Het gesmolten magnesiumchloride wordt geëlektrolyseerd.
- a Geef de vergelijking van de reactie tussen magnesiumoxide en chloor.
b Leg uit of hierbij elektronenoverdracht optreedt. (Gebruik hierbij de uitleg in H2.)
c Bij welke elektrode ontstaat magnesium?
d Geef de reactievergelijking van het ontstaan van magnesium uit magnesiumionen.
e Waarvoor wordt het chloor gebruikt dat bij de elektrolyse van het magnesiumchloride ontstaat?
f Leg uit waarom men niet gewoon het zeewater elektrolyseert. Dat bevat toch Mg^{2+} -ionen?
- 3 Ijzer ontstaat door ijzer(III)oxide te laten reageren met cokes (C). Behalve ijzer ontstaat er koolstofdioxide. Geef hiervan de reactievergelijking.

- 4 Maak de volgende vragen met behulp van figuur 15 van T4.

a Welke reactie vindt plaats aan de negatieve elektrode?



b De positieve elektrode moet na enige tijd vervangen worden. Geef hiervoor een verklaring. (Mavo-D-eindexamen 1994-II)

- 5 Noem een verschil tussen elektrolyse en de werking van een batterij.
- 6 Als een NiCd-batterij wordt opgeladen, nemen de cadmiumionen elektronen op.
- a Geef hiervoor de vergelijking.
b Leg uit of de nikkel(II)ionen bij het opladen elektronen zullen opnemen of afstaan.
- 7 In sommige knoopcelbatterijen zit kwik(II)oxide.
- a Leg met behulp van een reactievergelijking uit of de kwikionen elektronen zullen opnemen of elektronen zullen afstaan bij stroomlevering.
b Uit welke deeltjes kan de andere elektrode bestaan?
- A Zn
B Zn^{2+}