

8.3 Zuren in water

Zwavelzuur kan in de natuur worden gevormd door de reactie van het erts pyriet, ijzersulfide, met zuurstof en water. Als pyriet langs rivieroeveren aanwezig is, zorgt dat ervoor dat de pH van het rivierwater heel laag wordt. Ook mijnbedrijven langs rivieren produceren bij de winning van metalen grote hoeveelheden zuur afvalwater. Zo is de pH van de Spaanse rivier de Rio Tinto door afvalwater van mijnbedrijven gedaald tot 2, zie figuur 8.9. In het zure water kunnen weer metalen oplossen waardoor het water wordt gekleurd door metaalionen. Hoe verloopt het oplossen van zuren in water?

Stroomgeleiding zure oplossing

Om het oplossen van zuren te bekijken kun je stroomgeleiding gebruiken. Met de opstelling in figuur 8.10 kun je de stroomgeleiding van een oplossing bepalen.

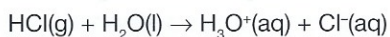
Als je experiment 8.3 hebt gedaan dan heb je gezien dat oplossingen van waterstofchloride (HCl) en azijnzuur (CH_3COOH) de stroom geleiden. Zowel waterstofchloride als azijnzuur zijn moleculaire stoffen en ze bestaan niet uit ionen. Je zou dus geen stroomgeleiding verwachten, maar blijkt dat de oplossing van een zuur wel ionen.



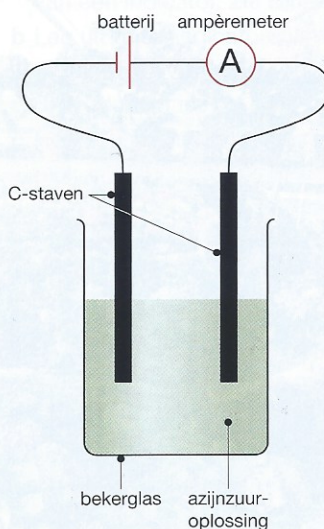
8.9 De Rio Tinto met een pH van 2 is geel gekleurd door ijzerionen.

Als je bij experiment 8.3 wat langer stroom door leidt, zie je bij allebei de oplossingen aan de negatieve elektrode een gas ontstaan, zie ook experiment 8.4. Dit gas is waterstofgas dat kennelijk is gevormd uit waterstofionen die aan de negatieve elektrode een elektron hebben opgenomen.

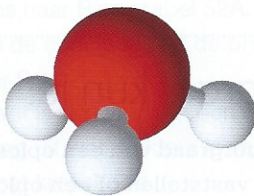
Beide oplossingen bevatten dus waterstofionen. Deze ionen ontstaan doordat het zuur reageert met water. Het zuur geeft dan een H^+ -ion af aan een watermolecuul. Hierbij ontstaan H_3O^+ -ionen; een H_3O^+ -ion heet een **oxoniumion**, zie figuur 8.11. De reactievergelijking van de reactie tussen waterstofchloride en water is:



Naar aanleiding van experiment 8.4 mag je aannemen dat alle oplossingen van zuren H_3O^+ -ionen bevatten.



8.10 Opstelling om stroomgeleiding in een oplossing te meten



8.11 Oxoniumion: drie waterstofatomen zitten verbonden aan één zuurstofatoom. Het ion heeft een lading van 1+.

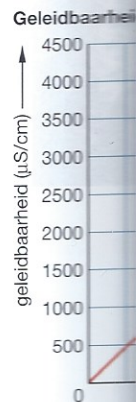
● Zure opl...
bevatten...
worden H...
Het gevorm...

Verschil... oplossing

In experime...
verandert b...
In figuur 8.1...
de geleidba...
van 0,10 M...
lineair verba...
sing en de g...
maal verdun...
klopt, want...
wordt twee...

In figuur 8.1...
de geleidba...
0,10 M, 0,05...
dat de geleid...
lager ligt da...
Zowel azijnz...
molecuul éé...
een mol azij...
mol waterst...

Daarnaast k...
is. Als je de...
dan neemt c...
twee af. Bij...
oplossing v...



8.12a De gel...

● **Zure oplossingen kunnen stroom geleiden en bevatten dus ionen. Als een zuur oplost in water worden H^+ -ionen afgegeven aan watermoleculen. Het gevormde ion heet oxoniumion.**

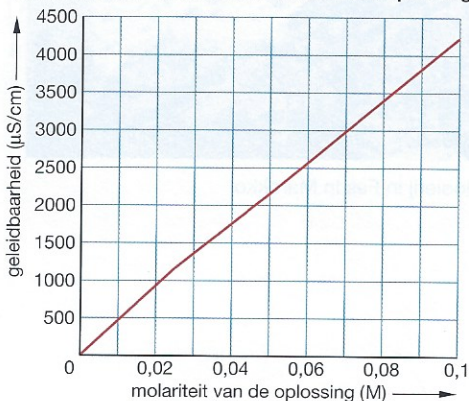
Verschil in stroomgeleiding van zure oplossingen

In experiment 8.5 kun je kijken of de stroomgeleiding verandert bij oplossingen van verschillende molariteit. In figuur 8.12a zie je de resultaten van het meten van de geleidbaarheid van waterstofchloride-oplossingen van 0,10 M, 0,050 M en 0,025 M. Je ziet dat er een lineair verband is tussen de molariteit van de oplossing en de geleidbaarheid. Als je de oplossing twee-maal verdunt, dan halveert de geleidbaarheid. Dat klopt, want de concentratie van de H_3O^+ - en Cl^- -ionen wordt twee keer zo klein.

In figuur 8.12b zie je de resultaten van het meten van de geleidbaarheid van azijnzuuroplossingen van 0,10 M, 0,050 M en 0,025 M. Het eerste wat opvalt, is dat de geleidbaarheid van een azijnzuuroplossing veel lager ligt dan die van een waterstofchloride-oplossing. Zowel azijnzuur als waterstofchloride zijn zuren die per molecuul één H^+ -ion kunnen afgeven. Blijkbaar geeft een mol azijnzuur in water minder H^+ -ionen af dan een mol waterstofchloride.

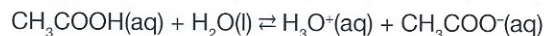
Daarnaast kun je zien dat er hier geen lineair verband is. Als je de oplossing van 0,10 M verdunt tot 0,050 M, dan neemt de geleidbaarheid minder dan een factor twee af. Blijkbaar neemt de geleidbaarheid van de oplossing verhoudingsgewijs toe als je verdunt.

Geleidbaarheid van een waterstofchloride-oplossing



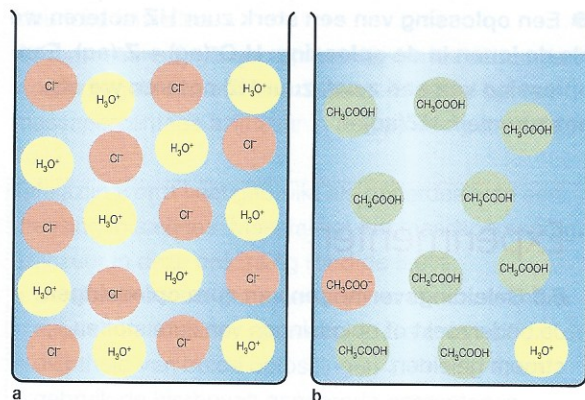
8.12a De geleidbaarheid van een waterstofchloride-oplossing

Bij twee maal verdunnen komen er dus blijkbaar extra ionen in de oplossing. We verklaren dit door aan te nemen dat de reactie van azijnzuur met water geen aflopende reactie is, maar een evenwichtsreactie:



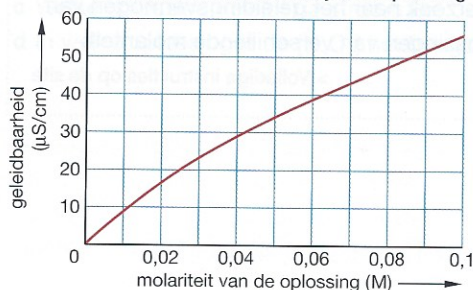
Er zijn zuren die, net als waterstofchloride, volledig splitsen in ionen, dit noem je **sterke zuren**. Zuren die, net als azijnzuur, niet volledig splitsen in ionen, noem je **zwakke zuren**. In figuur 8.13 is een schematische weergave te zien van de oplossing van een sterk en een zwak zuur.

● **Een sterk zuur is een zuur dat in water volledig splitst in ionen, dit is een aflopende reactie. Een zwak zuur is een zuur dat in water gedeeltelijk splitst in ionen, dit is een evenwichtsreactie.**



8.13 Een schematische weergave van de oplossing van een sterk zuur (a) en een zwak zuur (b)

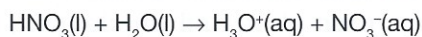
Geleidbaarheid van een azijnzuuroplossing



8.12b De geleidbaarheid van een azijnzuuroplossing

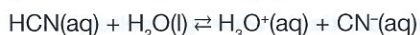
Notaties van zure oplossingen

Salpeterzuur (HNO_3) is een sterk zuur en er is dan sprake van een aflopende reactie met water:



In de oplossing zijn geen opgeloste HNO_3 -moleculen meer aanwezig, er zijn uitsluitend watermoleculen, H_3O^+ -ionen en NO_3^- -ionen. De notatie voor een oplossing van salpeterzuur is niet $\text{HNO}_3(\text{aq})$, maar $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$. Voor de pijl schrijven we geen $\text{HNO}_3(\text{aq})$, maar $\text{HNO}_3(\text{l})$.

Waterstofcyanide (HCN) is een zwak zuur en er is dan sprake van een evenwichtsreactie met water:



In de oplossing bevinden zich opgeloste HCN -moleculen, watermoleculen, H_3O^+ -ionen en CN^- -ionen. In verhouding zijn er meer HCN -moleculen dan ionen. De notatie voor een oplossing van waterstofcyanide is $\text{HCN}(\text{aq})$ en voor de pijl schrijven we ook $\text{HCN}(\text{aq})$.

● Een oplossing van een sterk zuur HZ noteren we als de ionen in de oplossing: $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Z}^-(\text{aq})$. Een oplossing van een zwak zuur HZ noteren we als het zuur zelf: $\text{HZ}(\text{aq})$

Experimenten

8.3 Geleidingsvermogen van zure oplossingen

Je onderzoekt of oplossingen van zure stoffen stroom geleiden.

8.4 Elektrolyse van zure oplossingen

Welke stoffen ontstaan bij de elektrolyse van zure oplossingen?

8.5 Geleidingsvermogen van verdunningen

Een onderzoek naar het geleidingsvermogen van zure oplossingen van verschillende molariteit.

> Volledige instructies op de site

Looizuur

In de bast van eikenbomen en in de galappels onder eikenbladeren zit looizuur. Looizuur kun je niet in één molecuulformule weergeven, het is een mengsel van op elkaar lijkende stoffen die bestaan uit een glucosemolecuul waar een aantal moleculen galluszuur aan is gebonden.

Uit de galappels werd vroeger inkt gemaakt door het looizuur te laten reageren met ijzer(II)sulfaat. De verbinding die ontstaat, wordt zwart als ze met lucht in aanraking komt. Het nadeel van deze inkt is dat het een zure stof is, die uiteindelijk het papier aantast ('inktvaart').

Het looizuur in de bast van eikenbomen wordt gebruikt om huiden te looien. De huiden worden eerst onthaard en ontvleesd en daarna in grote half ingegraven kuipen gedaan. Deze kuipen worden gevuld met water en de bast van eikenbomen. Looizuur is zeer goed oplosbaar en de oplossing in de kuipen zorgt ervoor dat de huiden niet meer bederven.

Tegenwoordig wordt looizuur bijna niet meer gebruikt en is het vervangen door synthetische looistoffen, zoals chroom(III)zouten.

Het looien en verven vindt voornamelijk plaats in lagelonenlanden zoals Marokko, India en China onder vaak slechte omstandigheden voor arbeiders en milieu.



8.14 Leerlooierij in Fes in Marokko

Site

Sterke en

Filmpje e

Filmpje e

Filmpje e

Opdra

A 7

- a Zoek in B waterstof
- b Uit welk s genoemd
- c Leg uit wa hoger is d
- d Leg uit wa dan dat w

Waterstofj

- e Leg uit wa elektrisch
- f Waarom g elektrisch
- g Leg uit wa stof water geleiden.

A 8

Leg uit wa beter stroom zuur met ge

A 9

- a Uit welk(e) getal 1?
- b Geef een

Site

Sterke en zwakke zuren

Filmpje experiment 8.3

Filmpje experiment 8.4

Filmpje experiment 8.5

Opdrachten

A 7

- a Zoek in Binas de kookpunten op van de stoffen waterstofjodide, methanol en kaliumjodide.
- b Uit welk soort deeltjes bestaat elk van de drie genoemde stoffen?
- c Leg uit waarom het kookpunt van kaliumjodide veel hoger is dan dat van methanol en waterstofjodide.
- d Leg uit waarom het kookpunt van methanol hoger is dan dat van waterstofjodide.

Waterstofjodide is een zuur.

- e Leg uit waarom een oplossing van methanol geen elektrische stroom kan geleiden.
- f Waarom geleidt een oplossing van kaliumjodide wel elektrische stroom?
- g Leg uit waarom een oplossing van de moleculaire stof waterstofjodide toch elektrische stroom kan geleiden.

A 8

Leg uit waarom een oplossing van een sterk zuur beter stroom geleidt dan een oplossing van een zwak zuur met gelijke molariteit.

A 9

- a Uit welk(e) deeltje(s) bestaat een H^+ -ion met massagetal 1?
- b Geef een andere naam voor dit H^+ -ion.

A 10

Geef de reactievergelijking die optreedt als de volgende zuren in water worden opgelost en geef de notatie van de oplossing van het zuur.

- a het sterke zuur waterstofjodide
- b het zwakke zuur diwaterstofsulfide (H_2S)

B 11

- a Het sterke zuur waterstofbromide (HBr) is gasvormig bij kamertemperatuur. Geef de reactievergelijking met toestandsaanduiding van de reactie die optreedt als waterstofbromide in water wordt opgelost.
- b Het zwakke zuur waterstoffluoride (HF) is een gas bij kamertemperatuur. Geef de reactievergelijking met toestandsaanduiding van de reactie die optreedt als waterstoffluoride in water wordt opgelost.

B 12

Aziijnzuur is een bekend zuur dat veel verschillende toepassingen heeft. Het heeft een heel herkenbare geur. We noemen aziijnzuur in pure vorm, dus zonder water, wel ijsazijn. Het smeltpunt van zuiver aziijnzuur is $17^\circ C$. Onder deze temperatuur vormt het heldere kleurloze kristallen.

Schoonmaakazijn is een oplossing van aziijnzuur. Vaak wordt dit gebruikt om te ontkalken. Meestal ligt het massapercentage aziijnzuur in de oplossing rond de 10%.

Tafelazijn wordt veel gebruikt als onderdeel van een dressing in salades. Meestal ligt het massapercentage aziijnzuur in deze oplossing rond de 5,0%.

- a Bereken hoeveel gram aziijnzuur er in schoonmaakazijn en in tafelazijn aanwezig is. Ga ervan uit dat de dichtheid van beide oplossingen $1,0 \text{ kg L}^{-1}$ is en gebruik de hierboven genoemde percentages.
- b Bereken de molariteit van de aziijnzuur in beide oplossingen.

Zowel schoonmaakazijn als tafelazijn kan elektrische stroom geleiden.

- c Welke oplossing geleidt de stroom het best?
- d In welke oplossing is de $[H_3O^+]$ het hoogst?

C 13 Wc-reiniger

In supermarkten heb je een ruime keuze aan wc-reinigers. Je kiest twee wc-reinigers waar geen bleekmiddel in zit. Reiniger A bevat volgens het etiket zoutzuur (een HCl-oplossing) en reiniger B azijnzuur. Beide reinigers zijn bedoeld om kalkaanslag te verwijderen zodat zich daar geen bacteriën in kunnen nestelen. Je gaat het kalkoplossend vermogen van de reinigers onderzoeken. Je doet van beide reinigers evenveel in een erlenmeyer en voegt aan beide evenveel kalkpoeder toe. Je ziet in de erlenmeyer met reiniger A een snellere gasontwikkeling dan in de erlenmeyer met reiniger B. Als verklaring denk je dat de $[H_3O^+]$ in erlenmeyer A groter is dan in erlenmeyer B.

a Bedenk een proef waarmee je kunt bewijzen of je verklaring juist is. Noem het materiaal dat je voor je bewijs gebruikt. Geef een voorbeeld van resultaten waaruit blijkt dat je verklaring juist is.

Uit de proef blijkt dat de $[H_3O^+]$ in A inderdaad groter was dan in B. Na verloop van tijd zijn de reacties in de beide erlenmeyers beëindigd. In A is nog kalk over, maar in de erlenmeyer B (azijnzuur) heeft tot je verbazing alle kalk gereageerd. Als verklaring hiervoor bedenk je dat de niet-geïoniseerde azijnzuurmoleculen in reiniger B ook hebben gereageerd.

b Bedenk een proef waarmee je kunt bewijzen of niet-geïoniseerde azijnzuurmoleculen met kalk kunnen reageren.

Uit deze proef volgt dat de niet-geïoniseerde azijnzuurmoleculen niet met kalk reageren. Toch moeten ook de niet-geïoniseerde azijnzuurmoleculen in erlenmeyer B op de een of andere manier mee reageren, anders zou er in erlenmeyer B kalk over moeten zijn.

c Leg uit op welke manier de azijnzuurmoleculen toch hebben meegewerkt aan het oplossen van kalk.

Waterstofchloride (HCl) en azijnzuur zijn allebei zuren, die één H^+ kunnen afstaan. Als je van allebei de rein-

gers evenveel neemt, zou je verwachten dat in beide erlenmeyers de kalk verdwenen was.

d Bedenk een reden waarom in erlenmeyer A nog kalk over is.

C 14

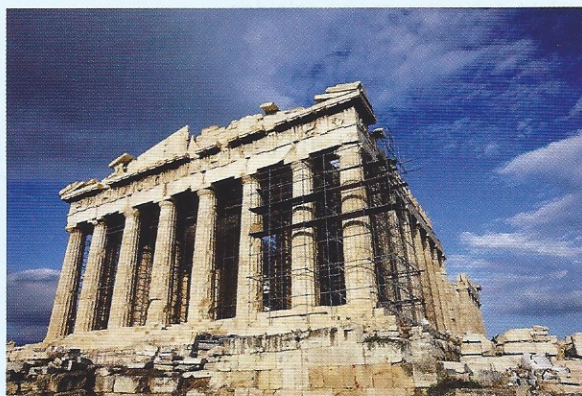
De uitstoot van zwaveldioxide is een van de oorzaken van zure regen, zie figuur 8.15. Als zwaveldioxide in aanraking komt met zuurstof uit de lucht ontstaat er zwaveltrioxide. Als zwaveltrioxide oplost, ontstaat er een verdunde oplossing van het sterke zuur zwavelzuur. Door het terugdringen van de uitstoot van onder andere zwaveldioxide is de regen veel minder zuur geworden.

a Geef de reactievergelijking van het ontstaan van zwaveltrioxide uit zwaveldioxide.

b Geef de reactievergelijking van het ontstaan van een zwavelzuuroplossing (H_2SO_4) uit zwaveltrioxide en water.

c De HSO_4^- -ionen die ontstaan bij het oplossen van zwavelzuur zijn zelf een zwak zuur. Geef de reactievergelijking van de reactie van dit zwakke zuur met water.

d We noemen zwavelzuur wel een tweewaardig zuur. Leg uit wat we met deze term bedoelen.



8.15 Monumenten uit de oudheid zijn aangetast door zure regen, zoals het Parthenon.

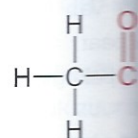
Na deze paragraaf kun je:

- uitleggen wat het verschil is tussen een sterk en een zwak zuur;
- de reactie van een sterk zuur met water weergeven in een reactievergelijking;
- de reactie van een zwak zuur met water weergeven in een reactievergelijking;
- de notaties geven voor oplossingen van sterke en zwakke zuren.

8.4

Veldzurin
bladeren
Zuring be
een zuur
Koningsv
van zout
enige mi
er het aa
voorwerp
salpeterz
Zuren ku
skelet be
om zuren
En welke
eigenlijk?

Organis
Zuren met e
zuren. In ho
van een org
staat hieron



azijnzuur of e



8.16 Maatko