

Activiteit 5

Opdracht 7: "Eenvoudig" – duo's

In deze opdracht worden jullie aan de hand van vragen geholpen bij het ontdekken van hoe zouten en ionen in elkaar zitten. Maak deze opdracht op een apart blaadje zodat je de ruimte hebt om alles uit te rekenen.

De knapste geleerden houden alles zo eenvoudig mogelijk. Jij ook?

Natriumchloride (keukenzout) bestaat voor 39,34 massa% uit natrium.

- a. Leid hieruit af dat de molverhouding natrium : chloor in natriumchloride 1 : 1 is.

Koperchloride bevat 47,27 massa% koper.

- b. Laat zien dat de molverhouding koper : chloor hier 1 : 2 bedraagt.

Proeven met oplossingen van zouten (elektrolyten) hebben opgeleverd dat deze oplossingen stroom geleiden. Uit die proeven hebben we ook afgeleid dat in zulke oplossingen positieve en negatieve ionen voorkomen.

Zeewater bevat per liter wel 30 gram zout (natriumchloride).

- c. Hoe kan het zijn dat je niets merkt van al die geladen ionen?

Er zijn heel veel zouten.

Zouten blijken steeds twee of meer elementen te bevatten. Altijd is (minstens) een van de elementen een metaal en (minstens) een van de elementen een niet-metaal.

Zo zijn er heel veel zouten waarin steeds weer een ander metaal verbonden is met chloor. Dat die zouten allemaal het element chloor bevatten, blijkt uit het feit dat als je stroom stuurt door oplossingen van de metaalchloriden aan de plus pool steeds chloorgas ontstaat.

Vraag of je hiervan een demonstratie kunt bekijken.

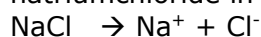
Het ligt voor de hand aan te nemen dat het negatieve ion in deze oplossingen uit een negatief geladen chlooratoom bestaat. Dat is de simpelste verklaring: de oplossing bevat negatieve chloor-ionen en dat zijn chlooratomen met een negatieve lading. Als dit later niet meer voldoet, zien we dan wel weer.

We noteren een chloorion dan als Cl^- tekening Cl^-

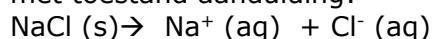
Ook voor zouten kunnen we uit massaverhoudingen van de elementen formules afleiden. Als het element chloor voor de negatieve ionen zorgt, blijft natrium over voor het positieve ion.

We noteren het natriumion als Na^+

Omdat de ionen ontstaan zodra natriumchloride oplost, kun je het oplossen van natriumchloride in water beschrijven als



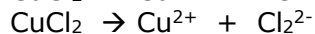
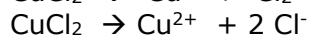
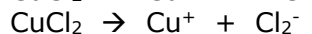
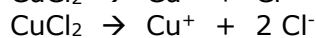
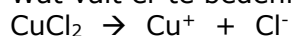
met toestand aanduiding:



(s) betekent in de vaste fase, (aq) betekent opgelost in water

We bekijken nu een iets ingewikkelder geval: opgelost koperchloride, CuCl_2

Wat valt er te bedenken:



Elektrische lading kan niet verdwijnen of ontstaan. Als je neutraal begint, moet je ook neutraal eindigen. Ook moet het aantal atomen voor de pijl gelijk zijn aan na de pijl.

- d. Bij welke van de bovenstaande beschrijvingen klopt er dan iets niet met de ladingen? Streep deze vergelijkingen af.

Een oplossing van koperchloride reageert in veel gevallen op dezelfde manier als een oplossing van natriumchloride. Daarom ligt het voor de hand aan te nemen dat die identieke reacties veroorzaakt worden door steeds dezelfde chloorionen als in natriumchloride oplossing.

- e. Welke vind je nu de meest voor de hand liggende beschrijving in formules voor het oplossen van koperchloride?

Nog ingewikkelder wordt het met de sulfaten. De sulfaten zijn een grote groep zouten die naast een metaal, allemaal zwavel en zuurstof bevatten. Bij de sulfaten is de massaverhouding tussen zwavel en zuurstof steeds 1 : 2.

- f. Leg uit dat hieruit volgt dat de portieverhouding zwavel zuurstof 1 op 4 bedraagt.

Kopersulfaat is een zout dat drie elementen bevat: koper 39,81 massa%, zwavel 20,06 massa% en de rest zuurstof.

- g. Leid de verhoudingsformule voor kopersulfaat af.

Oplossingen van kopersulfaat en koperchloride reageren op dezelfde manier met kaliumjodide. (Weet je nog hoe kopersulfaatoplossing met kaliumjodideoplossing reageerde?)

Ook ontstaat bij elektrolyse aan de negatieve pool steeds het rode metaal koper.

Het ligt dus voor de hand aan te nemen dat in koperchloride-oplossing en in kopersulfaat-oplossing hetzelfde koperion voorkomt. En dan?

$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{wat ?}$

Er moeten negatieve ionen ontstaan. Maar welke en hoeveel verschillende?

- h. Bedenk een aantal mogelijkheden voor het oplossen van kopersulfaat. Kun je simpelweg een keuze maken?

Een Nederlander brengt redding

Voor gassen kwamen we op de correcte formules door massaverhoudingen te bepalen en de ontdekking van Avogadro te gebruiken. Avogadro stelde dat in een liter gas steeds evenveel moleculen aanwezig zijn, ongeacht het soort gas. Anders gezegd: in een liter gas zit altijd evenveel mol gas ofwel zitten evenveel deeltjes.

Voor oplossingen is er ook zoiets: er zijn zelfs twee eigenschappen waarmee je informatie krijgt over de hoeveel opgeloste deeltjes in een oplossing, ongeacht de soort opgeloste deeltjes: osmotische druk en vriespuntsdaling.

Osmotische druk kennen jullie van de biologie. Osmotische druk zorgt ervoor dat binnen in plantencellen een overdruk heerst waardoor planten stevig zijn. Die overdruk ontstaat doordat in de cel meer stof is opgelost dan buiten de cel. Planten kunnen daardoor overeind blijven zonder skelet.

De Nederlander Van 't Hoff ontdekte dat voor de osmotische druk van een oplossing hetzelfde geldt als voor de druk van een gas. In een gas hangt de druk - gemeten bij dezelfde temperatuur - alleen af van het aantal moleculen per liter. Maar de soort deeltjes maakt niet uit.

Op dezelfde manier hangt bij oplossingen de osmotische druk alleen af van het aantal opgeloste deeltjes (aantal mol opgeloste stof per liter), ongeacht de soort opgeloste stof. Je kunt de osmotische druk meten van oplossingen die je zelf hebt gemaakt en waarvan je precies weet - of denkt te weten - hoeveel opgeloste deeltjes er per liter inzitten. Dan kun je de osmotische druk meten van een onbekende oplossing en door vergelijken het aantal deeltjes per liter afleiden in die onbekende oplossing.

Er is bij oplossingen nog een verschijnsel waardoor je informatie krijgt over het aantal opgeloste deeltjes: het stolpunt, vaak vriespunt genoemd. Een vloeistof waarin andere stoffen zijn opgelost heeft een lager vriespunt dan de zuivere vloeistof, dus zal minder snel 'vast' worden. De grootte van de vriespuntsdaling hangt weer af van het aantal opgeloste deeltjes per liter en het maakt niet uit welke deeltjes dat zijn. Een toepassing van deze vriespuntsdaling kennen jullie: wegen worden ijsvrij gemaakt door het strooien van zout.

- i. Leg uit wat dit te maken heeft met vriespuntsdaling.

De vriespuntsdaling en osmotische druk van elektrolytoplossingen geven aanwijzingen voor de manier waarop elektrolyten oplossen.

Dat werkt als volgt:

Zoals al gezegd: zowel de osmotische druk als de vriespuntsdaling van een oplossing worden groter als er meer deeltjes zijn opgelost. Alleen het aantal deeltjes is van belang, niet of die deeltjes zwaarder, of groter zijn.

Het blijkt nu dat je van één mol van een elektrolyt (een stof die ionen vormt) aanzienlijk meer vriespuntsdaling en osmotische druk krijgt dan van één mol stof die geen elektrolyt is, zoals suiker. Het effect van een mol elektrolyt is vaak precies het dubbele, maar ook komt voor dat het effect drie, vier en vijf keer zo groot is.

Proeven met verschillende zouten en met suiker leveren de volgende gegevens op:

Tabel 1

Naam zout	Formule zout	Versterking *		Aantal ionen per mol zout	Formules ionen		
		vpd	Os-mose		+ ion	- ion	
Natrium-chloride	NaCl	2x	2x				Dit klopt dus. Slim gegokt
Koper-chloride	CuCl ₂	3x	3x				Dit klopt ook. Gis gegokt
Koper-sulfaat	CuSO ₄	2x	2x		.	-	
Natrium-sulfaat	Na ₂ SO ₄	3x	3x				
Natrium-nitraat	NaNO ₃	2x	2x				
Aluminium-chloride	AlCl ₃	4x	4x				
Narium-fosfaat	Na ₃ PO ₄	4x	4x				
Calcium-chloride	CaCl ₂	3x	3x				
Aluminium-sulfaat	Al ₂ S ₃ O ₁₂	5x	5x				Nieuwe form.:
Magnesiumnitraat	MgN ₂ O ₆	3x	3x				Nieuwe form.:

* De versterking geeft aan hoeveel keer de vriespuntsdaling/osmotische druk door het zout groter is dan die veroorzaakt door suiker, uitgaande van een even grote chemische portie (evenveel mol dus).

- j. Vul voor natriumchloride en koperchloride de vakjes onder Aantal ionen en Formules ionen in. Klopt het met wat je eerder leerde?
- k. Doe dat ook voor kopersulfaat. Zie je dat je nu kunt kiezen uit de mogelijkheden die je in vraag d. had gevonden?

- l.** Werk nu systematische de andere rijen af tot aan de laatste twee. Overleg eerst in de groep en vraag alleen hulp als jullie tot verschillende oplossingen komen.

Puzzel samen aan de formules voor aluminiumsulfaat en magnesiumnitraat.

- m.** Zijn de formules die jullie kunnen verzinnen simpeler dan die er stonden, of is het systeem mooi eenvoudig?

Overzicht: welke ionen ontstaan bij het oplossen van de elektrolyten?

positieve ionen	negatieve ionen
Na ⁺	Cl ⁻
K ⁺	Br ⁻
Ag ⁺	I ⁻
Mg ²⁺	NO ₃ ⁻
Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻
Cu ²⁺	CO ₃ ²⁻
Fe ²⁺	PO ₄ ³⁻
Fe ³⁺	O ²⁻
H ⁺	

Afspraken over notatie en uitleg/argumentatie

De beste formule voor opgelost magnesiumchloride is niet $Mg^{2+} + Cl_2^{2-}$ maar $Mg^{2+} + 2 Cl^-$

- n.** Leg uit waarom de eerste zelfs fout is.
- o.** Waarom geeft de formule $Mg(NO_3)_2$ meer informatie dan MgN_2O_6 ?

Vergelijk alle antwoorden met een ander duo.