

Water uit steen halen

Oceaanbodem

Overzicht van de opdracht

<i>Probleemstelling</i>	Hoe kunnen we aantonen dat de aardkorst water bevat?
<i>Methode</i>	Indampen van kopersulfaat
<i>Vaardigheden</i>	Opwarmen en meten van chemische componenten, massa en percentage berekenen
<i>Doelstellingen</i>	3 ^e graad Chemie; 3 ^e graad Aardrijkskunde
<i>Benodigheden</i>	Veiligheidsbril, bunsenbrander, porseleinen schaalpje, spatel, tang, blauw kopersulfaat, weegschaal

Principe en theorie

Vier miljard jaar geleden was er geen sprake van een oceaan op aarde. Het eerste water kwam via vulkaanuitbarstingen -na afkoelen van de aarde- vrij uit het gesmolten gesteente onder de aardkorst. Tot op de dag van vandaag kunnen we plaatsen bezoeken waar heet water en stoom uit de aardkorst spuit. Wanneer waterdamp de atmosfeer bereikte, vormde het er enorme regenwolken. Miljoenen jaren regende het pijpenstelen. Heel wat kometen (sneeuwballen van ijs en stof) sloegen tevens op de planeet in en brachten water mee.

Watermoleculen kunnen dus bij opwarming uit gesteente vrijkomen. Stoffen waarin water in sterke binding opgenomen is heten (zout)hydraten. Hydraten zijn zouten met water in het ionrooster. Het opgenomen water heet ook kristalwater.

Een voorbeeld van een hydraat is **kopersulfaat** ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Kopersulfaat is het koperzout van zwavelzuur. Landbouwers gebruiken het als meststof en bestrijdingsmiddel, artsen oa. als bloedstollings- en ontsmettingsmiddel.

Het gas methaan (aardgas) kan ook een hydraat vormen, het **methaanhhydraat**. Moleculen water worden dan opgenomen in het kristalrooster van aardgas. Op de oceaanbodem bevindt zich een enorme hoeveelheid van deze methaanhhydraten.



Bij verhoging van de temperatuur verliest het zouthydraat zijn watermoleculen en wordt het wit van kleur. Het blauw kopersulfaat is dus een hydraat van het wit kopersulfaat (watervrij). Het gegeven dat we energie (warmte) nodig hebben om het water te verdrijven geeft aan dat het energetisch gunstig is voor het kopersulfaat om zich te omringen door kristalwater. Het watervrije CuSO_4 wordt gebruikt om sporen van water in sommige vloeistoffen aan te tonen, omdat het zout, na contact met water, de karakteristieke blauwe kleur verkrijgt.

Een andere toepassing is de vochtvretter. Sommige zouten verliezen bij lage luchtvochtigheid kristalwater, andere nemen bij voldoende luchtvochtigheid kristalwater op en nog andere zouten vervloeien. In de vochtvretter blijven de zouten water aantrekken totdat ze helemaal zijn opgelost.

Verloop

1. *Safety first*: zet veiligheidsbril op! Verwarm daarna het porseleinen schaalkje boven de bunsenbrander om de laatste resten vocht van het schaalkje te verwijderen. Neem het schaalkje met de tang van de bunsenbrander en leg het voor enkele minuten te koelen. Weeg het afgekoelde schaalkje en noteer de massa in de onderstaande tabel.
2. Neem 2 gram kopersulfaat met de spatel en plaats deze op het schaalkje. Weeg vervolgens het schaalkje en noteer de massa in de tabel.
3. Bereken de massa van het kopersulfaat door de massa van het schaalkje af te trekken van de massa van het schaalkje met kopersulfaat.
4. Verwarm het schaalkje met kopersulfaat langzaam boven de bunsenbrander gedurende 5 minuten. Beschrijf wat er gebeurt, fysisch en chemisch. Neem het schaalkje met de tang van de bunsenbrander en leg het voor enkele minuten te koelen. Weeg het afgekoelde schaalkje en noteer de massa in de tabel.
5. Bereken de massa van het water door de massa het schaalkje voor opwarming af te trekken van de massa van het schaalkje na opwarming.
6. Om het percentage water in het hydraat te kennen, gebruik de volgende vergelijking:

$$\text{Percentage water} = (\text{massa water} / \text{massa hydraat}) \times 100$$
7. Je kunt het aantal watermoleculen in het hydraat berekenen door volgende vergelijking:

$$\text{Aantal watermoleculen} = \text{massa hydraat} / \text{massa water}$$

		Beschrijving
1. massa schaalkje	... gram	
2. massa schaalkje met kopersulfaat (voor opwarming)	... gram	
3. massa kopersulfaat	... gram	
4. massa schaalkje met kopersulfaat (na opwarming)	... gram	
5. water	... gram	
6. percentage water	.. %	
7. aantal watermoleculen	...	

Oplossing

4. De blauwe kleur wordt wit en watervrij.
Scheikundige formule:



7. Het correcte antwoord is vijf.
De chemische notatie $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ betekent dat per CuSO_4 -ion er 5 H_2O -moleculen zijn. Een kopersulfaat molecuul in de kristallijne (blauwe) vorm wordt omringd door 5 moleculen (kristal)water. Alleen door verhitten kan het kristalwater gedwongen worden het kristal te verlaten, waarbij dan het witte watervrije kopersulfaat gevormd wordt.
In het blauwe kopersulfaat is elk koper-ion gecoördineerd met 4 water moleculen door de vrije elektronenparen van het zuurstof en vormt zo het complex $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$. Elk sulfaat ion bindt een water molecuul door waterstofbrug vorming.

Uitbreiding

Maak zelf kopersulfaatkristallen. Je kan kopersulfaat maken door in zwavelzuur (30%) waterstofperoxide (3%) te doen, een koperdraadje erbij te doen en te verhitten. Laat in een klein dopje indrogen met vochtvreter.



Figuur 2: Kopersulfaatkristallen