

## Voorbeeldtoets zouten en neerslagreacties (vwo)

### Marslandschap mogelijk gevolg van grootschalig vrijkomen van kristalwater

Tal van foto's van Mars tonen landschapsvormen zoals dalen en ravijnen die sterke gelijkenis vertonen met verschillende reliëfvormen op aarde. Dergelijke reliëfvormen kennen we op aarde als gevolg van stromend water, daarom wordt algemeen aangenomen dat het reliëf op Mars is ontstaan door grote stromen van een vloeistof. De meeste onderzoekers vinden stromend water het meest waarschijnlijk, maar de hoeveelheid water op Mars is nu veel te gering om dergelijke grote insnijdingen te veroorzaken.

Sommige onderzoekers menen dat het Marsoppervlak kan zijn ontstaan door plotseling vrijkomende hoeveelheden kristalwater uit gesteenten aan het Marsoppervlak. Dat is niet zomaar een theorie, maar sluit aan op de beelden die de **onderzoekrobot** Opportunity van Mars naar de Aarde heeft geseind. Deze beelden tonen sulfaatrijke gesteenten met daarin plaatvormige holten in het onderzoeksgebied MP.

Een interessante verbinding is magnesiumsulfaat met daaraan gekoppeld een aantal moleculen kristalwater. De hoeveelheid kristalwater kan sterk variëren, en hangt vooral af van enerzijds de temperatuur en anderzijds de gewichtsverhouding tussen magnesiumsulfaat en water.

In het laboratorium uitgevoerde experimenten toonden aan dat bij lage temperatuur en hoge luchtvochtigheid zich kristallen van magnesiumsulfaat met 11 moleculen kristalwater kunnen vormden. Deze kristallen, we noemen ze nu even marsiet kristallen, hadden precies dezelfde vorm als de holtes in de sulfaatrijke gesteenten die op de foto's van het gebied MP op Mars zichtbaar zijn!

Toen bij dit experiment de temperatuur verhoogd werd, veranderde het marsiet langzaam in epsomiet. Marsiet komt niet voor op aarde, maar epsomiet (magnesiumsulfaatheptahydraat) is een veel voorkomend mineraal in Engeland.

Gezien de omstandigheden die op Mars moeten hebben geheerst, is het volgens de onderzoekers waarschijnlijk dat er grote hoeveelheden marsiet aanwezig zijn geweest, die bij het stijgen van de temperatuur op grote schaal werden omgezet in epsomiet. Daarbij kwamen dus ook enorme watermassa's vrij. Dit stromende water zou heel goed de erosie- en sedimentatieprocessen kunnen hebben veroorzaakt waarvan de hedendaagse landschapsvormen op Mars het resultaat zijn.

*naar: NGV-Geonieuws*

Vragen:

1. Wat verstaan we onder kristalwater.
2. Wat is de algemene naam voor zouten die kristalwater bevatten.
3. Geef de verhoudingsformule van de derde alinea beschreven verbinding.
4. Geef de reactievergelijking van de verandering van marsiet in epsomiet.
5. Epsomiet kan op aarde zijn kristalwater verliezen. Bereken hoeveel Liter water kan ontstaan uit  $1,00 \text{ m}^3$  epsomiet. De dichtheid van epsomiet bedraagt  $1,67 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ .

## Recycling fosfaat broodnodig

Fosfaat is overal. Je botten en tanden zijn er van gemaakt, het mineraal is een onmisbaar bestanddeel van DNA en RNA, en zonder fosfaat – als belangrijkste bestanddeel van kunstmest – zou de landbouw niet zo productief zijn. De belangrijkste mijnbouwgebieden, in China en Marokko, raken echter langzaam uitgeput. Volgens onderzoekers van de Wageningen Universiteit zijn de voorspellingen over eindige fosfaatvoorraden te pessimistisch. Toch wordt het hoog tijd om te bedenken hoe we zuiniger met fosfaat kunnen omgaan.

Om te anticiperen op de dreigende fosfaattekorten, zouden de mogelijkheden om fosfaat uit afvalstoffen te hergebruiken beter benut kunnen worden. Van de drie voornaamste fosfaathoudende afvalstromen (landbouw, levensmiddelen en rioolwater) biedt de afvalwaterstroom het grootste potentieel voor terugwinning van fosfaat.

Hergebruik is technisch heel goed mogelijk, daar zijn de deskundigen het wel over eens. In Nederland komt jaarlijks 3 miljoen ton fosfaat via voeding uiteindelijk in het riool terecht. In rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) wordt het rioolwater gedefosfateerd door fosfaat als zout te laten neerslaan als struviet (ammoniummagnesiumfosfaat) of als calciumfosfaat, waarna het slib wordt verbrand. Het restproduct, slibas, kan als nieuwe fosfaatbron worden benut in het industriële proces van fosforproductie. Dit gebeurt nu alleen nog op kleine schaal, terwijl het technisch gezien een eenvoudig en goedkoop proces is. Bijkomend voordeel is dat fosfaat uit slibas minder verontreinigen bevat, zoals cadmium en uranium.

*Naar: Kennislink, Annemieke van Roekel.*

### Vragen:

1. Geef de neerslagreactie waarbij calciumfosfaat gevormd wordt uit de ionen
2. Geef de neerslagreactie waarbij struviet gevormd wordt uit de ionen.
3. Verwacht je dat calciumfosfaat in rook opgaat bij de verbranding van slib? Licht je antwoord toe.

In het stuk wordt vermeld (laatste zin) dat: cadmium en uranium worden als verontreiniging beschouwd.

4. Waarom worden cadmium en uranium als verontreiniging gezien.

Er wonen in Nederland 16 miljoen mensen.

5. Hoeveel gram fosfaat per inwoner dat afkomstig is van voedsel wordt dagelijks geloosd in het riool. Maak bij de berekening gebruik van het gegeven in de derde alinea.

## De kracht van zout

Zoutschade is één van de belangrijkste bedreigingen van monumenten wereldwijd, ook in Nederland. Door klimaatverandering zal het risico op zoutschade toenemen, aldus Timo Nijland, natuursteenspecialist bij TNO.

Nijland is van oorsprong geoloog en als natuursteendeskundige betrokken bij diverse restauratieprojecten. Zo deed hij onderzoek voor de restauratie van het Paleis op de Dam in Amsterdam en de Sint-Janskathedraal in Den Bosch. "Bij veel monumenten zien we schade als gevolg van zout. Het zout zit verspreid in de bouwstenen zelf en in de mortel en wordt mobiel als gevolg van vocht."

Op de plek waar het verdampt, slaat het neer en hoopt het zout zich op. Door een opeenhoping van zoutkristallen neemt de druk toe en gaat het gesteente stuk. De boosdoeners zijn in Nederlandse monumenten vooral natriumchloride en natriumsulfaat. Natriumchloride kennen we allemaal wel als de chemische formule van keukenzout; natriumsulfaat is minder bekend.

"Het zout is afkomstig van uiteenlopende bronnen", vertelt Nijland.

"Natriumsulfaat kan afkomstig zijn uit de baksteen, bijvoorbeeld als die niet heet is gebakken; er blijft dan behoorlijk wat sulfaat achter. Natriumchloride kan uit verschillende bronnen in de bouwstenen terechtkomen, bijvoorbeeld dooizouten of zout zand dat als grondstof voor mortel is gebruikt. Zo is er in Amsterdam veel zand uit het – vroeger – zoute IJ gebruikt.

*Naar: Kennislink, Annemieke van Roekel.*

### Vragen:

1. Geef de oplosvergelijking van natriumsulfaat.

Timo wil met een neerslagreactie aantonen of hij te maken heeft met natriumchloride- of met natriumsulfaatkristallen.

2. Beschrijf welke handelingen Timo hiervoor moet uitvoeren.
3. Leg uit hoe Timo aan de hand van zijn waarnemingen kan concluderen met welk zout hij te maken heeft.
4. Geef de neerslagreactie(s) van Timo's experiment.
5. Geef de indampvergelijking van een natriumchloride-oplossing.
6. Bereken het massapercentage natrium in natriumsulfaat.

Geef de verhoudingsformule van:

7. natriumfosfaat.
8. zinksulfide
9. ijzer(II)nitraat

Behalve de genoemde zouten kunnen ook andere aanwezige zouten "boosdoener" zijn (zie de derde alinea).

10. Leg uit welke van de bovengenoemde zouten (natriumfosfaat; zinksulfide en ijzer(II) nitraat) tot de "boosdoeners" gerekend kan/kunnen worden.