

## Ammoniet

Ammoniet is een verzamelnaam voor schelpvormige fossielen die soms een goudachtige glans hebben. Ammonieten in musea kunnen in de loop der tijd vervallen tot een grijs poeder. De tekstfragmenten in deze opgave zijn ontleend aan een artikel dat gaat over deze ongewenste verandering en hoe dat verval kan worden tegengegaan.

In tekstfragment 1 wordt de vorming verklaard van de stof die de goudachtige glans veroorzaakt.

### tekstfragment 1

De ammonietjes zijn niet van goud maar van het bijzonder kwetsbare pyriet of markasiet. Dit zijn verbindingen van zwavel en ijzer die zijn ontstaan na de dood van een organisme. In eiwit zit zwavel, het zwavel dat zo stinkt als een ei aanbrandt of verrot. Als een dier na zijn dood  
5 verrot in een substraat waaruit deze gassen niet kunnen ontsnappen, bijvoorbeeld in klei, dan kan dat zwavel een verbinding aangaan met het ijzer dat meestal opgelost in water aanwezig is en wordt er ijzersulfide gevormd. Dit kristalliseert dan bijvoorbeeld tegen de wand van de schelp van een ammoniet.

Uit tekstfragment 1 wordt ongeveer duidelijk hoe pyriet kan ontstaan, maar chemisch gezien mankeert er nogal wat aan de beschrijving die wordt gegeven in de regels 3 tot en met 8.

Met pyriet of markasiet wordt een stof bedoeld met de formule  $\text{FeS}_2$ . In regel 7 van tekstfragment 1 wordt deze stof ijzersulfide genoemd. Dat is onjuist. De negatieve ionen zijn namelijk niet sulfide-ionen, maar zogenaamde disulfide-ionen,  $\text{S}_2^{2-}$ .

Ook is het niet de stof zwavel die de stank van rotte eieren veroorzaakt (regels 3 en 4), maar het gas waterstofsulfide,  $\text{H}_2\text{S}$ .

De omzetting van  $\text{H}_2\text{S}$  moleculen tot disulfide-ionen is een redoxreactie.

- 3p 1 Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van  $\text{H}_2\text{S}$  tot  $\text{S}_2^{2-}$ . In de vergelijking van deze halfreactie komt behalve  $\text{H}_2\text{S}$  en  $\text{S}_2^{2-}$  ook  $\text{H}^+$  voor.

Eigenlijk is het chemisch gezien onjuist om over 'opgelost ijzer' te spreken (regel 7).

- 3p 2 Schrijf een stukje tekst dat de zin „Als een dier ... gevormd.” uit de regels 4 tot en met 8 van tekstfragment 1 kan vervangen en dat chemisch gezien juist is. Maak gebruik van hierboven verstrekte informatie.

In tekstfragment 2 wordt het verval van de ammonieten in musea verklaard.

## tekstfragment 2

- IJzersulfide kan in twee vormen uitkristalliseren: in de vorm van een kubus of radiair. De kubus is een gesloten vorm en wellicht ook daarom weinig kwetsbaar. Het kubische pyriet is de meest stabiele van de twee vormen. De radiaire vorm heet markasiet en is vanuit één punt
- 5 straalsgewijs opgebouwd. Omdat er ruimte tussen die stralen is, kan er gemakkelijk water tussen komen dat zich met het markasiet verbindt. Er ontstaat dan het blauwgrijze mineraal melanteriet waarin veel kristalwater is opgenomen. De reactie kan in woorden als volgt worden weergegeven: markasiet met water en zuurstof vormt melanteriet en zwavelzuur.
- 10 Door de opname van het kristalwater wordt het volume groter en gaat het fossiel barsten. Het melanteriet wordt door de barsten naar buiten geperst en het grijze poeder wordt zichtbaar. Heel wat fraaie pyrietammonieten zijn gebarsten en verbrokken en zo verloren gegaan. Een boosdoener is het zwavelzuur dat het bijproduct is in de reactie van
- 15 markasiet naar melanteriet. Dit zwavelzuur tast in het museum niet alleen het meubilair en de bijgevoegde etiketten aan maar zou ook de reactie zelf versnellen. Nu is het inderdaad zo dat veel pyrietfossielen zijn ingebed in kalksteen dat aangetast kan worden door zwavelzuur. Er wordt steeds weer nieuw pyriet blootgesteld aan luchtvochtigheid en zuurstof.
- 20 Het zwavelzuur zorgt dus dat het proces steeds doorgaat.

In tekstfragment 2 wordt een reactie beschreven als verklaring van het ontstaan van het grijze poeder (regel 9 tot en met 12). De formule van melanteriet is  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Het water dat voor de reactie nodig is, is als waterdamp in de lucht aanwezig.

- 3p 3 Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van melanteriet uit markasiet.
- 3p 4 Bereken hoeveel maal zo groot de massa van de vaste stof wordt, wanneer vast markasiet wordt omgezet tot vast melanteriet. Geef de uitkomst van de berekening in drie significante cijfers.
- 1p 5 Welke gegevens heb je nog meer nodig om te berekenen hoeveel maal zo groot het volume van de vaste stof wordt, wanneer vast markasiet wordt omgezet tot vast melanteriet?

In tekstfragment 2 wordt ook de rol van zwavelzuur beschreven (zie regels 14 tot en met 20).

- 2p 6 Geef de vergelijking van de reactie die in de regels 17 en 18 van tekstfragment 2 wordt bedoeld. Gebruik eventueel gegevens uit Binas-tabel 66A.