

Cueva de Villa Luz

tekstfragment 1

De Cueva de Villa Luz is een bijzondere grot in Mexico. Door deze grot stroomt een riviertje, waarvan het water er uitziet als een soort melk. Dit is het gevolg van de zwaveldeeltjes die in het water zweven. De zwavel is een product van het bijzondere ecosysteem dat in de grot is aangetroffen.

- 5 In de grot bevinden zich op verschillende plaatsen warmwaterbronnen. Tegelijk met het warme water komt ook een aantal gassen omhoog. Het belangrijkste gas is waterstofsulfide (H_2S). Een deel van het waterstofsulfide reageert met zuurstof die in het water is opgelost, tot zwavel. De rest van het waterstofsulfide komt in de lucht boven het water terecht. Daardoor kan het
- 10 gehalte aan waterstofsulfide op plaatsen die ver van één van de uitgangen liggen, oplopen tot voor de mens dodelijke waarden. Een waarde van 150 ppm is daarbij geen uitzondering.
- Wie zou verwachten dat onder deze extreme omstandigheden geen leven mogelijk is, heeft het mis. In de grot hangen op verschillende plaatsen slijmerige
- 15 draden, zogenoemde snottieten, die bestaan uit dicht op elkaar levende bacteriën. Deze bacteriën gebruiken het waterstofsulfide voor hun energievoorziening. Daarbij wordt het waterstofsulfide omgezet tot zwavelzuur, dat in de vorm van druppels wordt uitgescheiden. Meting van de pH van zo'n druppel leverde een waarde van 0,9 op. Ook diverse andere micro-organismen
- 20 op de wanden van de grot scheiden zwavelzuur uit.
- Het ontstane zwavelzuur is er de oorzaak van dat de grot voortdurend van vorm verandert: de wanden van de grot, die uit kalksteen bestaan, worden aangetast en brokkelen af. Op de bodem is vervolgens het reactieproduct te vinden: een zure, papperige drab die voornamelijk uit gips bestaat.
- 25 Voor grotonderzoekers is Cueva de Villa Luz een bijzondere plek om onderzoek te doen. Zonder beschermende maatregelen kun je er echter maar beter niet naar binnen gaan.

naar: Journal of Cave and Karst Studies

- 3p **8** Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van zwavel in het water dat door de Cueva de Villa Luz stroomt.

Dat waterstofsulfide voor de mens giftig is (regels 10 en 11), kan onder andere worden afgeleid uit de MAC-waarde van waterstofsulfide. Een gehalte aan waterstofsulfide van 150 ppm ($\text{ppm} = \text{mL m}^{-3}$) is een aantal malen groter dan deze MAC-waarde.

- 3p **9** Bereken hoeveel maal een gehalte aan waterstofsulfide van 150 ppm groter is dan de MAC-waarde van waterstofsulfide (zie Binas-tabel 97A). Ga er bij de berekening van uit dat de dichtheid van waterstofsulfide onder de heersende omstandigheden $1,38 \text{ mg mL}^{-1}$ is.

Eindexamen scheikunde havo 2008-I

havovwo.nl

- 2p **10** Is de omzetting van waterstofsulfide tot zwavelzuur door de bacteriën een exotherme of een endotherme reactie? Motiveer je antwoord met een gegeven uit de regels 13 tot en met 20 van tekstfragment 1.

De reacties waardoor de grot voortdurend van vorm verandert (regels 21 tot en met 24), kunnen als volgt in één reactieschema (in woorden) worden weergegeven:

kalksteen + verdund zwavelzuur + water → vast gips + koolstofdioxide

- 3p **11** Geef, mede met behulp van gegevens uit Binas-tabel 66A, de vergelijking (in formules) van de bovenstaande reactie.
- 2p **12** Noem twee beschermende maatregelen (regel 26) die genomen kunnen worden wanneer je de grot betreedt. Geef bij elke maatregel aan tegen welk gevaar deze maatregel bescherming biedt.