

## Kratermeer

---

In de krater van de vulkaan Ijen in Indonesië bevindt zich een meer. Via spleten in de bodem van het meer komt vulkaangas in het water terecht. Vulkaangas bestaat voornamelijk uit waterdamp; verder bevat vulkaangas onder andere zwaveldioxide. Door het oplossen van zwaveldioxide wordt het kratermeer zuur. Bij de reactie tussen zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) en het water van het kratermeer worden vast zwavel (S) en opgelost zwavelzuur gevormd.

- 2p **22** Geef de vergelijking van deze reactie. Maak hierbij gebruik van het gegeven dat uit drie mol  $\text{SO}_2$  één mol S wordt gevormd.

De pH van het kratermeer van de vulkaan Ijen bedraagt 0,2.

- 1p **23** Geef de  $[\text{H}^+]$  in dit kratermeer.

De bevolking in de buurt van de vulkaan leeft van het verzamelen van zwavel. Per dag reageert 90 ton zwaveldioxide met het water van het kratermeer.

- 3p **24** Bereken hoeveel ton zwavel per dag wordt gevormd uit de reactie van zwaveldioxide met het water uit het kratermeer ( $1,0 \text{ ton} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ). Maak hierbij gebruik van het gegeven dat uit drie mol  $\text{SO}_2$  één mol S wordt gevormd.

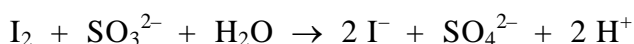
Aan de buitenkant van de vulkaan zijn grote witte gebieden te zien. De witte kleur is afkomstig van gips. Gips ontstaat door het optreden van opeenvolgende processen. Eerst reageert calciumcarbonaat uit de bodem van het kratermeer met  $\text{H}^+$  ionen van het zure water. Hierdoor ontstaan grote gasbellen die aan het wateroppervlak vrij komen.

- 3p **25** Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van het gas door de reactie van calciumcarbonaat met  $\text{H}^+$  ionen van het zure water.

Het water van het kratermeer dat rijk is aan calciumionen en sulfaationen lekt voortdurend langzaam weg door de wand van de vulkaan. Op de buitenkant van de vulkaan ontstaat vervolgens door verdamping van het water vast gips.

- 2p **26** Geef de formule van gips. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 66A.

De concentratie zwaveldioxide in het vulkaangas is een maat voor de activiteit van de vulkaan en wordt gebruikt om vulkaanuitbarstingen te voorspellen. Een onderzoeksgroep van de Universiteit Utrecht bepaalt regelmatig de concentratie zwaveldioxide in het vulkaangas. Daartoe vangt men wat vulkaangas op in een buis die gedeeltelijk gevuld is met een natriumhydroxide-oplossing. Het zwaveldioxide wordt daarbij omgezet tot sulfietionen. Bij deze omzetting ontstaat één mol  $\text{SO}_3^{2-}$  uit één mol  $\text{SO}_2$ . Vervolgens wordt in het laboratorium de oplossing eerst geneutraliseerd. Daarna wordt de hoeveelheid sulfietionen bepaald door een reactie met joodwater. Joodwater is een oplossing van  $\text{I}_2$  in water. De vergelijking van deze redoxreactie is:



In een buis met natriumhydroxide-oplossing werd  $0,30 \text{ dm}^3$  vulkaangas opgevangen. In het laboratorium werd de oplossing geneutraliseerd. Er bleek  $14,75 \text{ mL}$   $0,011 \text{ M}$  joodwater nodig te zijn om volledig te reageren met de sulfietionen in deze oplossing.

- 2p **27** Bereken hoeveel mol sulfietionen heeft gereageerd met het toegevoegde joodwater.
- 2p **28** Bereken hoeveel gram zwaveldioxide per  $\text{dm}^3$  opgevangen vulkaangas aanwezig was. Maak hierbij gebruik van het gegeven dat één mol  $\text{SO}_3^{2-}$  is ontstaan uit één mol  $\text{SO}_2$ .