

Zwavelzuur uit zinkerts

Het bedrijf Nyrstar Budel in Noord-Brabant is een belangrijke producent van het metaal zink. De grondstof voor zink is zinkerts, dat vooral uit zinksulfide (ZnS) bestaat. Eén van de eerste stappen in de productie van zink is het verhitten van zinkerts met zuurstof. Hierbij ontstaan zinkoxide en zwaveldioxide.

- 2p **12** Geef de vergelijking van deze reactie van zinksulfide met zuurstof.

Het ontstane zwaveldioxide mag niet in de lucht terecht komen, omdat het zure regen veroorzaakt. Daarom zet het bedrijf het zwaveldioxide om tot zwavelzuur. De omzetting van zwaveldioxide tot zwavelzuur verloopt in een aantal stappen. De eerste stap is de reactie van zwaveldioxide met zuurstof. Hierbij ontstaat het gas zwaveltrioxide (SO_3). Deze reactie is een evenwichtsreactie, waarbij het evenwicht zich normaal gesproken erg langzaam instelt.

- 2p **13** Geef de vergelijking van het evenwicht tussen zwaveldioxide, zuurstof en zwaveltrioxide.

- 1p **14** Leg uit of dit een homogeen evenwicht, een heterogeen evenwicht of een verdelingsevenwicht is.

In de buitenlucht wordt de reactie van zwaveldioxide met zuurstof gekatalyseerd door metaalionen die in de muren van gebouwen aanwezig zijn. In de reactor van de zwavelzuurfabriek wordt een vaste katalysator gebruikt. Over deze katalysator wordt, bij $280\text{ }^\circ\text{C}$, een mengsel van zwaveldioxide en zuurstof geleid.

- 2p **15** Noem twee oorzaken waardoor het evenwicht zich in de reactor sneller instelt dan in de buitenlucht.

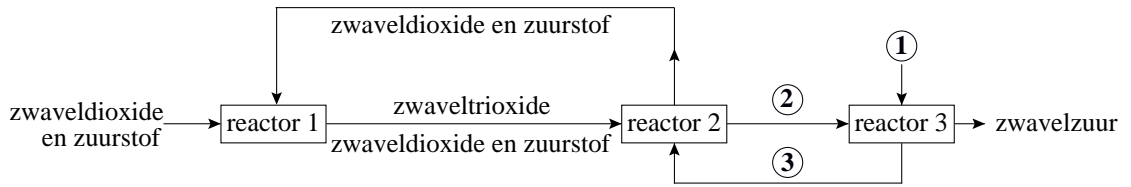
Doordat er een evenwicht ontstaat, wordt niet al het zwaveldioxide en alle zuurstof in de reactor omgezet. Hierdoor ontstaat een mengsel van zwaveldioxide, zuurstof en zwaveltrioxide. Dit mengsel wordt gekoeld tot $100\text{ }^\circ\text{C}$. Daarna komt het in een tweede reactor. In deze tweede reactor wordt voortdurend zwavelzuur geleid. Het zwaveltrioxide reageert dan met het zwavelzuur tot oleum ($H_2S_2O_7$). De vergelijking van deze reactie is:



Behalve deze reactie vindt ook een scheiding plaats: het zwaveldioxide en de zuurstof worden vanuit de tweede reactor teruggeleid naar de eerste reactor, het oleum gaat naar een derde reactor. In de derde reactor reageert het oleum met water, waarbij zwavelzuur ontstaat.

Een vereenvoudigd blokschema voor de productie van zwavelzuur staat hieronder weergegeven.

blokschema



- 2p **16** Geef de vergelijking van de reactie in de derde reactor.
- 3p **17** Geef de namen of formules van de stoffen die bij de nummers 1, 2 en 3 in het blokschema moeten worden vermeld.
Noteer je antwoord als volgt:
stof 1 is ...
stof 2 is ...
stof 3 is ...