

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 **8** 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 verloopt normaal gesproken erg langzaam.

- 2p **9** Geef de vergelijking van de reactie van zwaveldioxide en zuurstof tot zwaveltrioxide.

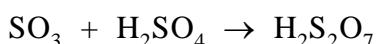
In de buitenlucht wordt de reactie van zwaveldioxide met zuurstof gekatalyseerd door metaalionen die in de muren van gebouwen aanwezig zijn. In de reactor van de zwavelzuurfabriek wordt als katalysator een stof met de formule V_2O_5 gebruikt. Over deze katalysator wordt, bij $280\text{ }^\circ\text{C}$, een mengsel van zwaveldioxide en zuurstof geleid.

- 2p **10** Noem twee oorzaken waardoor de reactie in de reactor sneller gaat dan in de buitenlucht.

Je kunt de stof V_2O_5 beschouwen als een zout dat bestaat uit vanadiumionen en oxide-ionen. Alle vanadiumionen in deze stof hebben dezelfde lading.

- 2p **11** Bereken de lading van een vanadiumion in V_2O_5 .

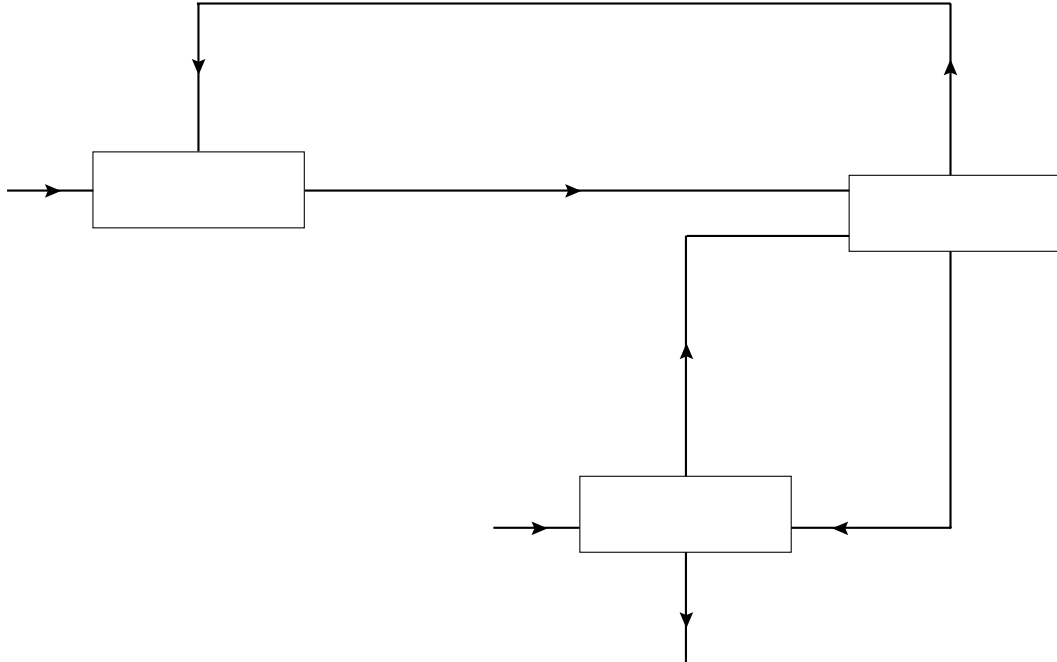
Niet al het zwaveldioxide en alle zuurstof wordt in de reactor omgezet. Hierdoor ontstaat een mengsel van zwaveldioxide, zuurstof en zwaveltrioxide. Dit mengsel wordt gekoeld tot $100\text{ }^\circ\text{C}$. Daarna komt het in een tweede reactor. In deze tweede reactor wordt voortdurend zwavelzuur geleid. 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.

Hieronder is een onvolledig blokschema weergegeven voor de productie van zwavelzuur.

blokschema



- 3p 12 Op de uitwerkbijlage is het bovenstaande blokschema nogmaals weergegeven. Geef het beschreven proces weer door het blokschema in te vullen. Gebruik hierbij onderstaande onderdelen. Het is mogelijk dat onderdelen meer dan één keer gebruikt (moeten) worden.
- zwaveldioxide en zuurstof
 - zwaveltrioxide
 - zwavelzuur
 - water
 - oleum
 - reactor 1
 - reactor 2
 - reactor 3

De productie van Nyrstar in het productiejaar 2006/2007 was volgens hun website 286997 ton zwavelzuur. Het is aannemelijk dat het rendement van deze zwavelzuurproductie niet 100% is.

- 3p 13 Bereken hoeveel kg zinksulfide minimaal nodig is om 286997 ton zwavelzuur te produceren ($1 \text{ ton} = 10^3 \text{ kg}$).
- 1p 14 Geef een reden waarom het rendement van deze zwavelzuurproductie lager zal zijn dan 100%.

uitwerkbijlage

12

