

Rode modder

In Hongarije, bij het plaatsje Kolontar, brak enkele jaren geleden een dam door van een slibreservoir. Het reservoir bevatte 'rode modder': afval van de bereiding van aluminiumoxide, dat met het zogenoemde Bayerproces uit bauxiet (aluminiumerts) wordt gehaald. Een groot gebied raakte overstroomd met miljoenen kubieke meters rode modder. Rode modder wordt onder andere gekenmerkt door een zeer hoge pH.

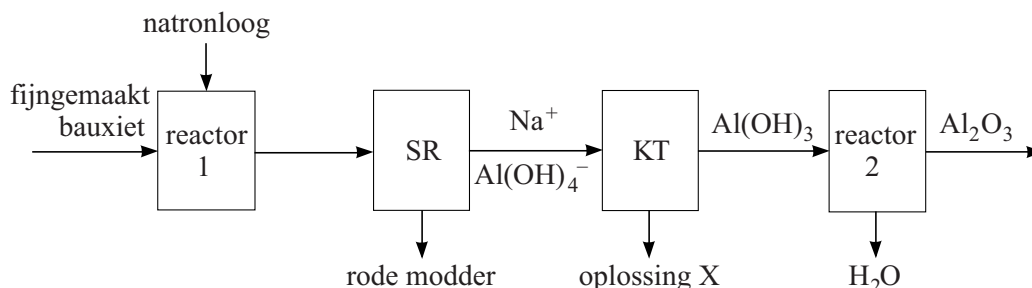
- 2p 30 Bereken de $[\text{OH}^-]$ in rode modder met $\text{pH} = 12,3$ (298 K).

In het Bayerproces kan per ton gevormd aluminiumoxide wel 1 tot 1,5 ton rode modder ontstaan. Deze rode modder bevat nog een tamelijk hoog percentage aan aluminiumoxide.

- 3p 31 Bereken het procentuele verlies aan aluminiumoxide als per 1,00 ton gevormd aluminiumoxide 1,25 ton rode modder ontstaat met 14 massaprocent aluminiumoxide.

Hieronder is het blokschema van het Bayerproces vereenvoudigd weergegeven.

blokschema



- In reactor 1 wordt fijngemaakt bauxiet verhit met natronloog. Bij de reactie die dan optreedt, reageert uitsluitend het aluminiumoxide onder vorming van zogenoemde aluminaationen, $\text{Al}(\text{OH})_4^-$.
- Het mengsel dat in reactor 1 ontstaat, wordt naar de scheidingsruimte, SR, geleid. Daar wordt de oplossing van natriumaluminaat gescheiden van de zogenoemde 'rode modder'.
- Vervolgens wordt de oplossing van natriumaluminaat naar de kristallisatietank, KT, gevoerd. Daar ontstaan vast aluminiumhydroxide en een oplossing X.
- Tenslotte wordt in reactor 2 door verhitting het vaste aluminiumhydroxide omgezet tot aluminiumoxide en water.

De vergelijking van de reactie die in reactor 1 plaatsvindt is:



Deze reactie is een zuur-base reactie.

- 2p **32** Leg uit welke soort deeltjes hier als base optreedt.

De rode modder, oplossing X en water zijn afvalproducten bij deze bereiding van aluminiumoxide. In een industrieel proces worden, waar mogelijk, afvalproducten hergebruikt.

- 2p **33** Leg uit, aan de hand van de gegeven formules die bij de ingaande stofstroom en één van de uitgaande stofstromen van KT staan, of oplossing X in het proces kan worden hergebruikt.

Ten tijde van de ramp in Kolontar verscheen het bericht dat men de rode modder probeerde te 'neutraliseren' met gips. Men voegt dan calciumsulfaat toe. Met water, dat ook in de rode modder aanwezig is, kan calciumsulfaat worden omgezet tot een vaste stof met de formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dit betekent dat in het kristalrooster water is opgenomen in de molverhouding $\text{CaSO}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2$.

'Neutraliseren' kan betekenen dat men de risico's probeert te verminderen. In de chemie betekent 'neutraliseren' dat men de pH van een oplossing op 7 wil brengen.

- 1p **34** Leg uit dat men met 'neutraliseren' door toevoegen van calciumsulfaat niet de in de chemie gehanteerde betekenis van 'neutraliseren' bedoelt.

- 2p **35** Bereken hoeveel kg water kan worden opgenomen door $1,0 \cdot 10^3$ kg calciumsulfaat.

- 2p **36** Geef een argument voor en een argument tegen de stelling dat het toevoegen van calciumsulfaat de risico's van rode modder kan verminderen.

Geef je antwoord als volgt:

argument voor: ...

argument tegen: ...