

Afvalwaterzuivering

tekst-
fragment

- 1 Veel industrieel afvalwater bevat verdund zwavelzuur. Meestal wordt dit afvalwater
2 gezuiverd door toevoeging van kalk (calciumhydroxide). Bij de reactie die optreedt slaat
3 het sulfaat (SO_4^{2-}) als gips neer. Dit is een eenvoudig proces, dat weinig investering
4 vereist. Het wordt al tientallen jaren toegepast. Het produceert water met een
5 voorspelbare kwaliteit. De behandeling met kalk levert echter een grote hoeveelheid
6 "drab" op waaruit het water moeilijk verwijderd kan worden. De kosten hiervoor zijn
7 relatief hoog. Voorts is het effect van de behandeling met kalk relatief klein, daar de
8 sulfaatconcentratie niet onder 1500 mg per liter gebracht kan worden. Aan lozing van
9 sulfaathoudend afvalwater worden steeds strengere eisen gesteld. In de Verenigde
10 Staten is voorgesteld dat de sulfaatconcentratie in gezuiverd water maximaal
11 500 mg per liter mag zijn.
- 12 Het zogenoemde THIOPAQ-proces voor het verwijderen van sulfaat is een nieuw
13 biologisch proces waarbij sulfaat onder invloed van bacteriën in twee stappen wordt
14 omgezet in zwavel. Het volume van de hierbij geproduceerde zwaveldrab is 6 tot 10
15 maal kleiner in vergelijking met de ontstane drab bij de behandeling met kalk. Verder
16 kunnen sulfaatconcentraties lager dan 500 mg per liter worden bereikt.
- 17 Het THIOPAQ-proces vindt in twee afzonderlijke bioreactoren plaats. Vanuit een
18 mengtank wordt het afvalwater in de eerste reactor geleid. Hier wordt een reductor
19 (CH_2O) toegevoegd die het sulfaat omzet in sulfide. Vervolgens wordt in de tweede
20 reactor met behulp van zuurstof het sulfide omgezet in zwavel. Daarna wordt in een
21 scheidingsruimte de vaste zwavel afgescheiden. Een deel van de licht basische
22 vloeistofstroom die overblijft na verwijdering van de zwavel, wordt gerecirculeerd om de
23 inhoud van de mengtank te neutraliseren. De rest van deze vloeistof wordt geloosd. De
24 afgescheiden zwavel wordt door de chemische industrie gebruikt als grondstof.

naar: www.paques.nl/tech/water2.htm

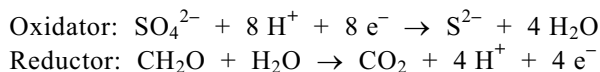
Toevoegen van kalk (calciumhydroxide) aan industrieel afvalwater dat verontreinigd is door zwavelzuur, heeft twee functies. De hydroxide-ionen neutraliseren het zuur en de calciumionen slaan neer met de sulfaationen. De vaste stof (de regels 2 en 3) die hierbij ontstaat, is een hydraat.

- 2p **12** Geef de formule van dit hydraat. Maak hierbij gebruik van tabel 103A uit Binas.

Het is niet mogelijk om met behulp van calciumhydroxide alle sulfaationen uit het afvalwater te verwijderen. Zelfs bij gebruik van overmaat kalk blijft toch nog een relatief grote hoeveelheid opgelost sulfaat in het afvalwater over.

- 1p **13** Noem een gegeven uit Binas waaruit dit afgeleid kan worden.

De vergelijkingen van de halfreacties die in de eerste reactor (reactor 1) plaatsvinden (de regels 18 en 19) kunnen als volgt worden weergegeven:



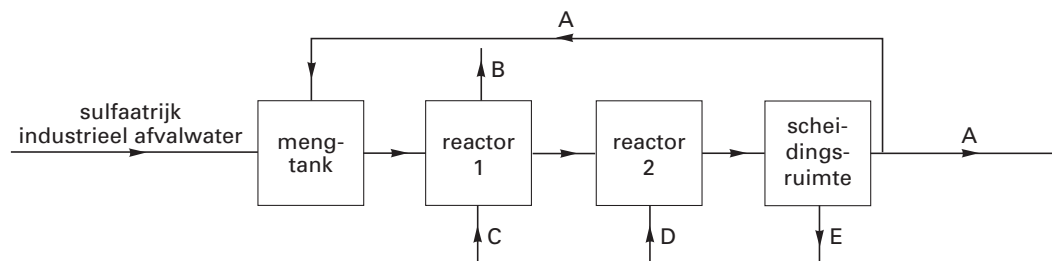
- 3p **14** Geef de vergelijking van de totale redoxreactie die in reactor 1 plaatsvindt.
- 2p **15** Geef van de redoxreactie die in de tweede reactor plaatsvindt (de regels 19 en 20) de vergelijkingen van de halfreacties. Noteer je antwoord als volgt:
halfreactie reductor: ...
halfreactie oxidator: ...
- 1p **16** Noem een scheidingsmethode die geschikt is om de zwavel af te scheiden (regel 21).

Eindexamen scheikunde havo 2002 - II

havovwo.nl

Het totale THIOPAQ-proces (de regels 17 tot en met 24) kan in een blokschema worden weergegeven. Hieronder is een deel van dit blokschema weergegeven. De reactoren 1 en 2, de scheidingsruimte en de stromen zijn aangegeven. Op de plaatsen A, B, C, D en E ontbreken de namen van de volgende stromen: koolstofdioxide, licht basisch sulfaatarm water, reductor (CH_2O), zwavel, zuurstof.

blokschema



3p 17 Welke naam hoort bij welke letter in het blokschema?

Noteer je antwoord als volgt:

A = ...

B = ...

C = ...

D = ...

E = ...

Het THIOPAQ-proces wordt toegepast bij een fabriek in Emmen die kunstvezels produceert. De installatie verwerkt per uur 40 m^3 afvalwater dat $2,0 \text{ g}$ sulfaat per liter bevat. Hierbij wordt per uur 60 kg sulfaat uit het afvalwater verwijderd.

2p 18 Bereken hoeveel massaprocent van het sulfaat uit het afvalwater van de fabriek in Emmen wordt verwijderd met behulp van het THIOPAQ-proces.

3p 19 Bereken hoeveel kg zwavel per uur ontstaat bij de zuivering van het afvalwater van de fabriek in Emmen. Neem aan dat al het verwijderde sulfaat wordt omgezet in zwavel.

Een nieuw te bouwen fabriek zal als afvalwater verdund zwavelzuur produceren. De directie wil een keuze maken uit de twee zuiveringsprocessen die in het tekstfragment worden genoemd. Beide processen hebben zowel voor- als nadelen.

1p 20 Geef aan de hand van gegevens uit de tekst een argument om te kiezen voor het kalkproces.

2p 21 Geef aan de hand van gegevens uit de tekst twee argumenten om te kiezen voor het THIOPAQ-proces.