

## Waterstofperoxide

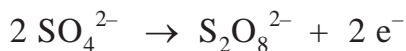
Waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) komt in de natuur in kleine concentraties voor. Zo bevat de lucht die wij uitademen bijvoorbeeld 0,30 tot 1,0 mg waterstofperoxide per  $\text{m}^3$ .

- 2p 25 Bereken, in  $\text{mol L}^{-1}$ , de waterstofperoxide-concentratie in lucht die 0,30 mg waterstofperoxide per  $\text{m}^3$  bevat.

Grote hoeveelheden waterstofperoxide worden vanwege de blekende werking gebruikt in de textielindustrie en bij de fabricage van papier. Om aan de vraag naar waterstofperoxide te voldoen, werd ongeveer honderd jaar geleden een productieproces ontwikkeld, dat in twee stappen verloopt.

Stap 1: 5 M zwavelzuur wordt geëlektrolyseerd, waarbij een geconcentreerde oplossing van perzwavelzuur ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) ontstaat.

Bij deze elektrolyse worden aan één van de elektroden sulfaationen omgezet tot persulfaationen ( $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ) volgens:



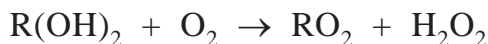
- 2p 26 Leg uit of deze halfreactie plaatsvindt aan de positieve of aan de negatieve elektrode.

Stap 2: Aan de geconcentreerde oplossing van perzwavelzuur wordt bij hoge temperatuur water toegevoegd. Er treedt dan een reactie op waarbij de persulfaationen ( $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ) worden omgezet tot sulfaationen, waterstofperoxide-moleculen en waterstofionen.

- 3p 27 Geef de reactievergelijking van stap 2.

Tegenwoordig wordt het meeste waterstofperoxide geproduceerd met een proces waarin de stoffen 2-ethylantraquinol en 2-ethylantraquinon een belangrijke rol spelen. Dit productieproces wordt hieronder beschreven. In deze beschrijving wordt 2-ethylantraquinol weergegeven als  $R(OH)_2$  en 2-ethylantraquinon als  $RO_2$ .

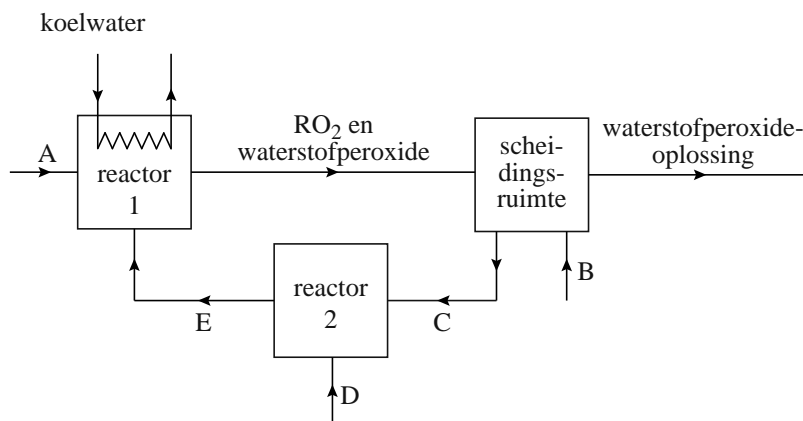
Men laat 2-ethylantraquinol in een geschikt oplosmiddel met zuurstof reageren. Daarbij ontstaan 2-ethylantraquinon en waterstofperoxide:



Het ontstane waterstofperoxide wordt in een scheidingsruimte door middel van extractie uit het oplosmiddel gehaald. Als extractiemiddel gebruikt men water.  $RO_2$  blijft daarbij in het oplosmiddel. Het opgeloste  $RO_2$  wordt langs een katalysator geleid, terwijl er waterstof wordt toegevoerd. Daardoor wordt het  $RO_2$  weer omgezet tot  $R(OH)_2$ . Dit  $R(OH)_2$  wordt opnieuw gebruikt.

Dit productieproces van waterstofperoxide is hieronder in een blokschema weergegeven. De namen van een aantal stoffen zijn in dit schema niet vermeld, maar weergegeven met de letters A, B, C, D en E.

### blokschema



- 3p 28 Geef de namen of de formules van de stoffen die bij de letters A t/m E horen te staan. Het oplosmiddel waarin  $R(OH)_2$  en  $RO_2$  zijn opgelost, hoeft niet vermeld te worden.

Noteer je antwoord als volgt:

bij A: ...

bij B: ...

bij C: ...

bij D: ...

bij E: ...

De temperatuur in reactor 1 wordt tijdens het productieproces constant gehouden.

- 2p 29 Leid uit het blokschema af of de reactie die plaatsvindt in reactor 1 exotherm of endotherm is.

Eén van de risico's van (geconcentreerde) oplossingen van waterstofperoxide is de ontleding van waterstofperoxide. In een veiligheidsdocument voor de industrie staat dat deze ontleding kan resulteren in het vrijkomen van warmte, zuurstof en mogelijk stoom. Daarom is voorgeschreven dat de industrie een (geconcentreerde) waterstofperoxide-oplossing opslaat in een tank met veiligheidsventiel.

- 4p **30** Leg uit, aan de hand van de reactievergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide, welke gevaarlijke situatie zou kunnen ontstaan wanneer een waterstofperoxide-oplossing in een dichte tank (zonder veiligheidsventiel) wordt opgeslagen.

Noteer je antwoord als volgt:

reactievergelijking: ...

uitleg: ...