

## Turbokiller

Lees het volgende tekstfragment en beantwoord vervolgens de vragen.

### tekstfragment 1

#### Zelfreinigend drinkwater

**INNOVATIE** De Turbokiller van Jan Tholen: een apparaat dat energie uit drinkwater haalt om dat te reinigen.

Met chloor kun je bacteriën in drinkwater doden en chloor kun je maken door middel van elektrolyse van keukenzout. Behalve water en zout is elektriciteit nodig. Die kun je met behulp van stromend water maken. Zie hier de Turbokiller, een geheel zelfvoorzienende elektrolyse.

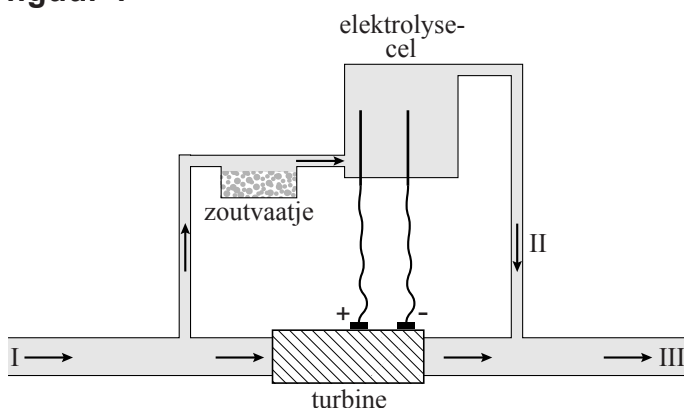
Een kleine turbine, ingebouwd in de waterleiding, gaat draaien zodra er water stroomt. De elektriciteit die de turbine produceert, is voldoende om de juiste hoeveelheid keukenzout ( $\text{NaCl}$ ) om te zetten in chloor en natronloog.

Uitvinder Jan Tholen: „Eenduizendste van de waterstroom splitst zich af en stroomt door een zoutvatje en vervolgens naar de elektrolysecel. In de elektrolysecel ontstaat 0,4 gram  $\text{Cl}_2$  per liter. Vanuit de elektrolysecel wordt het water weer in de hoofdstroom geleid. Op deze manier wordt de chloorconcentratie in het drinkwater vergelijkbaar met de hoeveelheid die ook drinkwaterbedrijven in hun water stoppen als er bacteriën in zitten.” De Turbokiller is onder andere geschikt voor landen waar drinkwater een bedenkelijke kwaliteit heeft.

*naar: Technisch Weekblad*

De Turbokiller kan als volgt schematisch worden voorgesteld:

figuur 1



De vergelijking van de totale reactie die bij de elektrolyse van de keukenzoutoplossing optreedt, is:



- 3p **24** Geef de vergelijkingen van de twee halfreacties die bij de elektrolyse van de keukenzoutoplossing aan de elektroden optreden.  
Noteer je antwoord als volgt:  
halfreactie aan de positieve elektrode: ...  
halfreactie aan de negatieve elektrode: ...

Bij de elektrolyse van de keukenzoutoplossing ontstaat ook waterstof. Brenda en Barend lezen het artikel. Zij vinden het opvallend dat niets wordt opgemerkt over de waterstof omdat zij weten dat waterstof gevaar kan opleveren.

- 1p **25** Geef aan welk gevaar dat is. Maak gebruik van een tabel uit Binas.

Brenda vermoedt dat de hoeveelheid waterstof die uiteindelijk per liter in het drinkwater bij III (zie figuur 1) aanwezig is, zo klein is dat het geen gevaar oplevert.

- 2p **26** Bereken hoeveel mol  $\text{H}_2$  per liter aanwezig is in het drinkwater bij III. Maak hierbij gebruik van:
- gegevens uit tekstfragment 1;
  - de vergelijking van reactie 1.

Uit  $\text{Cl}_2$  dat in de elektrolysecel is ontstaan, worden hypochlorietionen ( $\text{ClO}^-$ ) gevormd via de volgende reactie:



Ten gevolge van deze reactie is de pH van de oplossing die uit de elektrolysecel stroomt veel lager dan wanneer deze reactie niet zou optreden.

- 2p **27** Bereken wat de pH zou zijn van de oplossing die uit de elektrolysecel stroomt, indien alleen reactie 1 zou optreden. Ga ervan uit dat:
- in de elektrolysecel 0,2 gram hydroxide-ionen per liter wordt gevormd;
  - $T = 298 \text{ K}$ .

Barend vraagt zich af of alle chloride die vanuit het zout in de elektrolysecel terechtkomt, bij de elektrolyse wordt omgezet tot chloor. Hij bedenkt de volgende methode om antwoord te krijgen op zijn vraag: „Voeg een zilvernitraatoplossing toe aan het drinkwater dat uit de Turbokiller komt en kijk of er een troebeling ontstaat.”

- 2p 28 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt wanneer een zilvernitraatoplossing wordt toegevoegd aan een oplossing die chloride-ionen bevat.

Barend vraagt aan Brenda commentaar te geven op de methode die hij heeft bedacht. Zij zegt: „Ook als je een troebeling zou waarnemen, dan nog weet je niet zeker of deze troebeling een gevolg is van de aanwezigheid van chloride dat niet is omgezet bij de elektrolyse.”

- 2p 29 Leg uit waardoor de troebeling ook kan zijn ontstaan wanneer een zilvernitraatoplossing wordt toegevoegd aan het drinkwater dat uit de Turbokiller komt.

---

**Bronvermelding**

*Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.*