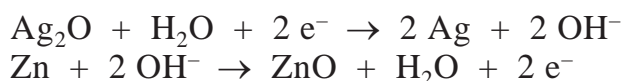


## Zalmbatterijtje

Zalmen leggen grote afstanden af in rivieren. Om deze verplaatsingen te kunnen volgen, wordt een aantal zalmen voorzien van een zendertje. De energie voor deze zendertjes wordt geleverd door zilveroxidebatterijtjes. De volgende halfreacties vinden plaats bij stroomlevering:

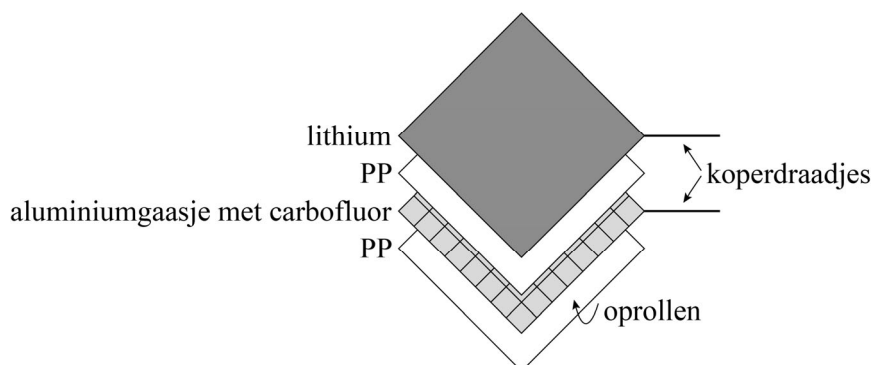


- 2p 17 Geef met behulp van deze halfreacties de vergelijking van de totale reactie voor de stroomlevering.

De zilveroxidebatterijtjes zijn te groot en te zwaar voor jonge zalm. Daarom hebben Amerikaanse onderzoekers een kleiner en lichter batterijtje, een zogenaamd zalmbatterijtje, ter grootte van een rijstkorrel ontwikkeld.

In figuur 1 is de opbouw van het batterijtje schematisch weergegeven.

figuur 1



Het batterijtje wordt als volgt gemaakt:

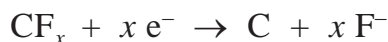
- Een aluminiumgaasje wordt ingesmeerd met een pasta van carbofluor.
- Dit gaasje wordt tussen twee dunne laagjes polypropeen (PP) gelegd.
- Daarop komt een dun velletje lithium.
- Aan de elektroden (het aluminiumgaasje en het lithiumvelletje) zijn koperdraadjes bevestigd.
- De vier laagjes worden opgerold en in een kokertje gestopt.
- Het kokertje wordt gevuld met elektrolyt en daarna dichtgemaakt.
- Alleen de twee koperdraadjes steken uit het kokertje.

De elektrolyt is een organisch oplosmiddel waarin de stof  $\text{LiPF}_6$  is opgelost.  $\text{LiPF}_6$  bestaat uit twee soorten deeltjes:  $\text{Li}^+$  en  $\text{PF}_6^-$ .

Carbofluor wordt aangeduid met de formule  $\text{CF}_x$ .

In deze formule is  $x$  een getal dat kleiner is dan 1,25.

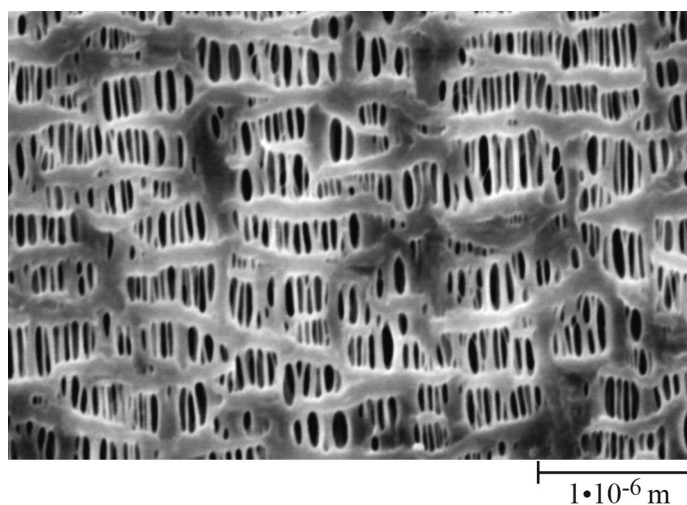
Wanneer het batterijtje stroom levert, treden de volgende halfreacties op:



- 2p 18 Leg uit of de elektrode met carbofluur de positieve of de negatieve elektrode is.

Figuur 2 toont een microscoopopname van een deel van het laagje polypropreen.

**figuur 2**



In figuur 2 is te zien dat het polypropreen niet dicht is, maar gaatjes heeft.

- 2p 19 Leg uit dat de gaatjes noodzakelijk zijn voor de werking van het batterijtje.
- 3p 20 Geef de structuurformule van een fragment van polypropreen. Dit fragment moet komen uit het midden van een molecuul en drie monomeereenheden bevatten.

Een van de redenen waarom in het zalmbatterijtje lithium wordt gebruikt in plaats van zink is dat 1,00 gram lithium meer elektronen kan leveren dan 1,00 gram zink.

- 2p 21 Toon dit aan met behulp van een berekening.
- 3p 22 Bereken het maximale aantal dagen dat een zalmbatterijtje energie kan leveren voor het zendertje waarmee de zalm is uitgerust. Gebruik hierbij de volgende gegevens:
- De massa van het batterijtje is 100 mg.
  - De verhouding energie/massa van het batterijtje is  $799 \text{ J g}^{-1}$ .
  - Het zendertje geeft één signaal per drie seconden.
  - Voor ieder signaal is  $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ J}$  nodig.