

Lithiumbatterijen

Een pacemaker is een apparaat om het hart te ondersteunen en wordt vlak onder de huid van een patiënt geplaatst. Een belangrijk moment in de ontwikkeling van pacemakers was het gebruik van lithiumbatterijen. De pacemaker en dus ook de batterij moet zo klein en zo licht mogelijk zijn. Bij de keuze van een geschikt metaal voor de toepassing in een pacemaker, is de zogenoemde elektrochemische capaciteit van belang. Daarmee wordt in deze opgave bedoeld: de hoeveelheid lading die 1 gram van dat metaal kan genereren.

- 3p **5** Laat met behulp van een berekening zien van welk metaal de elektrochemische capaciteit het grootst is: lithium of beryllium.

Mede vanwege de giftigheid van beryllium wordt deze stof niet in pacemakers toegepast. De toepassing van lithium in batterijen kent dat probleem niet.

Een lithiumbatterij heeft de volgende opbouw:

- een lithium anode: lithium reageert tijdens stroomlevering als reductor; het is de negatieve pool van de batterij;
- een kathode: dit is een materiaal (of materialen) dat tijdens stroomlevering als oxidator reageert; dit is de positieve pool van de batterij;
- een elektrolyt: dit is (meestal) een oplossing die ionentransport in de batterij mogelijk maakt en de anode en kathode in de batterij van elkaar scheidt.

In batterijen wordt soms een waterige oplossing als elektrolyt gebruikt, maar een dergelijke oplossing is in een batterij met een lithiumanode niet bruikbaar, omdat dan een gevaarlijke situatie ontstaat.

- 3p **6** Leg uit wat er zal gebeuren in een batterij met een lithiumanode als een waterige oplossing als elektrolyt wordt gebruikt en geef aan waarom dat gevaarlijk is.

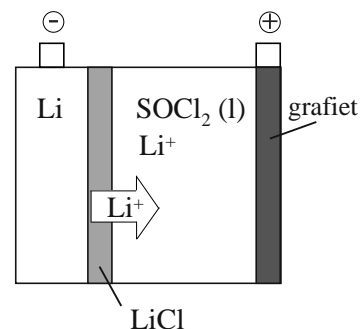
In batterijen met lithium als anode wordt gebruik gemaakt van organische oplosmiddelen die voldoende polair zijn om een lithiumzout als LiClO_4 in op te kunnen lossen. Eén van die oplosmiddelen is methylnmethanoaat.

- 4p **7** Teken de structuurformule van methylnmethanoaat en leg met behulp van de structuurformule uit dat methylnmethanoaat polair is.

De lithiumbatterijen die in omloop zijn, verschillen onder andere in het kathodemateriaal. Hiernaast is een batterij weergegeven met als kathode een grafielektrode. Deze is geplaatst in een ruimte met daarin als elektrolyt de stof LiAlCl_4 opgelost in de vloeistof thionylchloride (SOCl_2).

Als in deze oplossing een anode van lithium wordt geplaatst, vormt zich een laagje vast lithiumchloride op het oppervlak van de anode. Dit laagje kan wel lithiumionen doorlaten, maar geen deeltjes SOCl_2 .

Tijdens stroomlevering van een dergelijke lithiumbatterij worden aan de kathode thionylchloride en lithiumionen omgezet tot opgelost zwavel (S), opgelost zwaveldioxide en vast lithiumchloride.



- 3p **8** Geef de vergelijking van de halfreactie die tijdens stroomlevering aan de kathode optreedt.

Als een pacemaker het hartritme continu ondersteunt, is de batterij eerder leeg dan wanneer de pacemaker maar af en toe in werking hoeft te komen. Voor plaatsing kan bepaald worden hoe lang de levensduur van een batterij is. Hiervoor is alleen het volume van belang dat het lithium in de batterij inneemt. Van het totale volume van een bepaalde lithiumbatterij wordt $0,435 \text{ cm}^3$ ingenomen door het lithium.

- 5p **9** Bereken hoeveel jaren deze batterij gebruikt kan worden bij constante ondersteuning van het hartritme. Neem aan dat alle andere stoffen dan lithium in de batterij in overmaat aanwezig zijn. Maak bij de berekening gebruik van Binas tabel 7 en onder andere de volgende gegevens:
- de dichtheid van lithium bedraagt $0,534 \text{ g cm}^{-3}$;
 - de batterij levert een constante stroom van $10 \mu\text{A}$ ($1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$);
 - de batterij kan worden gebruikt tot het moment dat 80% van het anodemateriaal is opgebruikt.