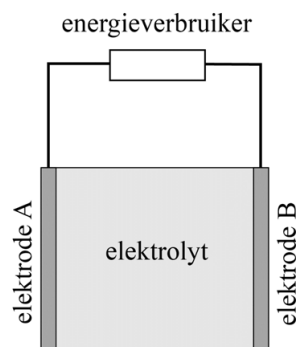


Lithium-ionbatterij

In veel mobiele telefoons zit een lithium-ionbatterij. Deze batterijen zijn licht, kunnen veel energie leveren en zijn snel op te laden. Het basisonwerp van een lithium-ionbatterij is in figuur 1 schematisch weergegeven.

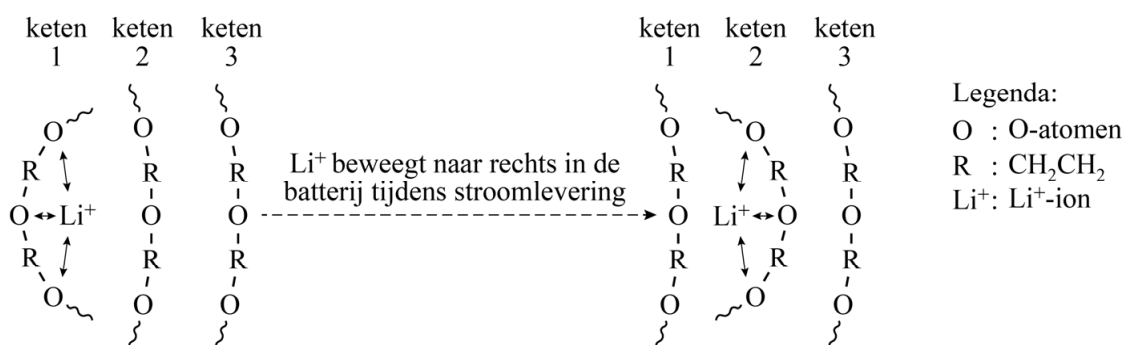
figuur 1



Elektrode A bevat onder andere het metaal lithium (Li). Elektrode B bevat Li^+ -ionen. Tussen beide elektroden bevindt zich een elektrolyt, dat bestaat uit een polymeer waarin zich een vloeibaar lithiumzout bevindt.

Een veelgebruikt polymeer is PEO. De formule van PEO is $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n$. In figuur 2 is een vergroting van het elektrolyt schematisch weergegeven. Hierin is te zien hoe een Li^+ -ion van polymeerketen naar polymeerketen wordt doorgegeven, doordat telkens een ander groepje O-atomen het Li^+ -ion bindt. De binding komt tot stand doordat de O-atomen in PEO enigszins negatief geladen zijn. Dit is het gevolg van een polaire atoombinding tussen de C-atomen en de O-atomen in PEO. Tijdens de stroomlevering bewegen Li^+ -ionen van elektrode A naar elektrode B.

figuur 2



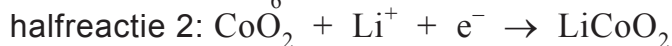
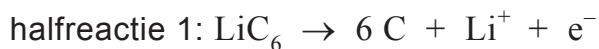
1p **9** Leg uit of figuur 2 een weergave is op microniveau.

2p **10** Geef aan of PEO een thermoplast of een thermoharder is. Licht je antwoord toe aan de hand van een structuurkenmerk uit figuur 2.

Een docente bespreekt met haar leerlingen de elektrische geleiding in PEO. Een leerling vraagt of polyetheen ook gebruikt kan worden als elektrisch geleidend polymeer.

- 2p 11 Teken een fragment uit het midden van de structuurformule van polyetheen. In het getekende fragment moeten drie monomeereenheden zijn verwerkt.
- 2p 12 Leg uit, aan de hand van de structuurformule van polyetheen, of polyetheen Li^+ -ionen kan binden.

De halfreacties die in deze batterij optreden tijdens stroomlevering zijn hieronder vereenvoudigd weergegeven:



- 2p 13 Geef aan welke halfreactie optreedt aan elektrode A en vermeld ook of dit de positieve of de negatieve elektrode is.
Noteer je antwoord als volgt:
Aan elektrode A treedt halfreactie ... op. Dit is dus de ... elektrode.

CoO_2 kan worden opgevat als een zout dat bestaat uit kobaltionen en oxide-ionen. LiCoO_2 kan worden opgevat als een zout dat bestaat uit lithiumionen, kobaltionen en oxide-ionen. Uit de formules CoO_2 en LiCoO_2 kan worden afgeleid dat de kobaltionen in CoO_2 en in LiCoO_2 niet dezelfde lading hebben.

- 2p 14 Geef de lading van het kobaltion in CoO_2 en van het kobaltion in LiCoO_2 .
Noteer je antwoord als volgt:
De lading van het kobaltion in CoO_2 is ...
De lading van het kobaltion in LiCoO_2 is ...

In een bepaalde lithium-ionbatterij kan maximaal 0,053 mol elektronen worden overgedragen tussen de twee elektroden, voordat deze batterij weer opgeladen moet worden.

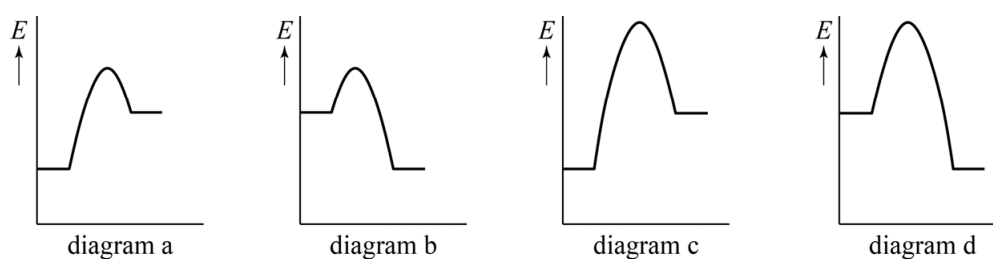
- 2p 15 Bereken hoeveel gram CoO_2 deze batterij minstens bevat. Gebruik de vergelijking van halfreactie 2.

Veel luchtvaartmaatschappijen hebben vanwege brandgevaar speciale eisen gesteld aan het vervoeren van oplaadbare lithium-ionbatterijen in het laadruim van passagiersvliegtuigen. Het polymeer PEO ontbrandt namelijk gemakkelijk. Bovendien kan de warmte die bij de verbranding vrijkomt ervoor zorgen dat ook andere batterijen ontbranden.

- 3p **16** Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van PEO. De formule van PEO is $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n$.

In figuur 3 staan vier energiediagrammen. In deze diagrammen behoort het linker energieniveau bij de beginstoffen en het rechter energieniveau bij de reactieproducten.

figuur 3



- 2p **17** Leg uit welk energiediagram het best in overeenstemming is met de verbranding van het polymeer PEO. Gebruik in je antwoord informatie uit deze opgave.