

Batterijen opladen met NaSi

In 2012 werd op een vakantiebeurs een draagbare batterijoplader gepresenteerd om bijvoorbeeld een mobieltje op te laden.

In de oplader bevindt zich een eenmalig te gebruiken capsule met natriumsilicide. Het benodigde natriumsilicide wordt bereid door siliciumpoeder en vloeibaar natrium met elkaar te laten reageren bij 400 °C.

De verhoudingsformule van natriumsilicide is NaSi. Natriumsilicide is opgebouwd uit Na^+ en Si_4^{4-} ionen. Een Si_4^{4-} ion heeft de vorm van een tetraëder. Op elk hoekpunt van de tetraëder is een Si deeltje aanwezig.

- 3p 11 Geef de Lewisstructuur van een ion Si_4^{4-} . Geef formele ladingen aan.

In de oplader wordt het natriumsilicide in contact gebracht met water, waarbij waterstof ontstaat (reactie 1).



In de technische toelichting bij de oplader staat dat een capsule 4,5 g natriumsilicide-poeder bevat.

Per capsule ontstaat 4,0 L waterstofgas ($T = 298 \text{ K}$, $p = p_0$).

- 3p 12 Bereken het rendement van de waterstofproductie in de oplader ($T = 298 \text{ K}$, $p = p_0$).

De gevormde waterstof stroomt naar het andere deel van de oplader waar zich een waterstofbrandstofcel bevindt. In de waterstofbrandstofcel wordt de waterstof omgezet tot water.

Bijzonder aan deze oplader is dat de oplader voor gebruik moet worden gevuld met water. Een persbericht over deze oplader kreeg daarom als titel 'Mobieltje opladen met water'. Deze titel lijkt te suggereren dat de oplader zijn energie uit water haalt.

- 2p 13 Geef de vergelijking van de reactie die verloopt in de waterstofbrandstofcel en leg uit dat de energie die de oplader levert niet wordt geleverd door het toegevoegde water.

De oplader wordt in persberichten aangeprezen als duurzaam.

Om dat te onderbouwen, noemt de fabrikant de volgende punten:

- natriumsilicide wordt bereid uit grondstoffen die zeer ruimschoots aanwezig zijn op aarde: natriumchloride en siliciumdioxide (zand);
- de reactie waarbij natriumsilicide wordt gevormd uit natrium en silicium kost geen energie en levert geen enkel bijproduct op;
- tijdens stroomlevering komt alleen waterdamp in de atmosfeer;
- de capsule kan na gebruik bij het gewone afval omdat de uitgewerkte capsule geen schadelijke stoffen bevat.

Twee leerlingen twijfelen over de duurzaamheid van deze oplader. Ze merken dat de fabrikant positieve punten noemt, zoals de goede atomeconomie van de vorming van natriumsilicide. Om een goede afweging te kunnen maken of deze oplader duurzaam is in productie en gebruik, vullen ze de bovenstaande opsomming aan. Ze noteren enkele gegevens over productie en gebruik van de oplader, waaruit blijkt dat niet wordt voldaan aan enkele uitgangspunten in de groene chemie.

- 3p **14** Noteer bij elk van de volgende uitgangspunten in de groene chemie een gegeven waaruit blijkt dat niet wordt voldaan aan deze uitgangspunten. Gebruik gegevens uit de voorgaande teksten over de productie en het gebruik van de oplader. Gebruik onder andere Binas-tabel 97F. Noteer je antwoord als volgt:
- Uitgangspunt 2: ...
 - Uitgangspunt 6: ...
 - Uitgangspunt 12: ...

Om de waterstofproductie per gram poeder te verhogen heeft de fabrikant nog een andere capsule ontwikkeld waarin behalve natriumsilicide ook natriumboorhydride (NaBH_4) aanwezig is.

De reactie tussen natriumsilicide-poeder en water verloopt snel en exotherm. Natriumboorhydride-poeder reageert maar heel langzaam met water. Opmerkelijk is dat in het mengsel van natriumsilicide-poeder en natriumboorhydride-poeder beide stoffen snel worden omgezet.

- 1p **15** Geef een verklaring voor het gegeven dat zuiver natriumboorhydride slechts moeizaam met water reageert, maar wel snel reageert als het is gemengd met natriumsilicide.

De fabrikant vermeldt niet in welke verhouding de twee stoffen gemengd zijn, maar wel dat 100 g van het mengsel na de reactie met water maximaal 15,7 g waterstof kan leveren.

Uit de reactie van natriumboorhydride met water ontstaan waterstof, natriumhydroxide en B(OH)_3 . Dit is reactie 2.

- 2p **16** Geef de vergelijking van reactie 2.
- 4p **17** Bereken met behulp van reacties 1 en 2 hoeveel gram natriumsilicide aanwezig is in 100 g van dit mengsel. Neem aan dat het rendement van beide reacties 100% bedraagt.