

Uraan uit zeewater

Uraan kent verschillende toepassingen. Het bekendst is de toepassing als energiebron voor kerncentrales. Hiervoor is de isotoop U-235 nodig.

- 2p **22** Hoeveel protonen en neutronen bevat de kern van een atoom U-235?

Noteer je antwoord als volgt:

Aantal protonen: ...

Aantal neutronen: ...

Tot nu toe wordt uraan in de vorm van erts afgegraven uit mijnen. Bij een jaarlijkse wereldwijde behoefte van $6,0 \cdot 10^7$ kg uraan zullen deze mijnen een voorraad uraan hebben voor slechts 80 jaar. Zeewater is een veel grotere bron van uraan. Winning van uraan uit zeewater staat daarom in de belangstelling. Een probleem hierbij is echter dat het gehalte in zeewater laag is: $3,38 \cdot 10^{-9}$ kg uraan per L.

- 2p **23** Bereken het volume aan zeewater in m^3 , dat minimaal nodig is om de jaarlijkse wereldwijde behoefte aan uraan uit zeewater te halen. **Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**

In zeewater is uraan vooral aanwezig in de vorm van het UO_2^{2+} -ion. De winning van uraan uit zeewater is nog experimenteel. Voor deze winning worden polymeren gebruikt die in staat zijn om UO_2^{2+} -ionen te binden. De basis van dit polymeer is het peptide omiganan. De aminozuurvolgorde van omiganan is als volgt:

Ile-Leu-Arg-Trp-Pro-Trp-Trp-Pro-Trp-Arg-Arg-Lys (omiganan)

Omiganan is in staat om water te binden.

- 2p **24** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef het 3-lettersymbool van één aminozuur-eenheid in een omigananmolecuul waarvan de restgroep één of meerdere watermoleculen kan binden.
 - Geef ook het structuurkenmerk van deze restgroep dat voor deze binding verantwoordelijk is.

Als omiganan gecrosslinkt wordt, ontstaat een hydrogel. Een hydrogel is een vaste, onoplosbare stof die gebonden water bevat. Behalve water kan deze hydrogel ook UO_2^{2+} -ionen uit het zeewater binden. Zo kan de hydrogel UO_2^{2+} -ionen uit zeewater halen. Andere ionen in zeewater worden namelijk niet of in veel mindere mate aan de hydrogel gebonden.

Onderzoekers wilden de massa aan UO_2^{2+} -ionen bepalen die per gram hydrogel gebonden kan worden. Dit onderzoek werd als volgt uitgevoerd:

Stap 1: Een bepaalde hoeveelheid hydrogel werd in een bak gelegd waar zeewater doorheen werd gepompt.

Stap 2: Na enkele weken werd de hydrogel uit de bak met zeewater gehaald en spoelden de onderzoekers de hydrogel met gedestilleerd water.

Stap 3: De hydrogel werd in een oplossing van de stof EDTA gelegd. Hierdoor kwamen de UO_2^{2+} -ionen weer los van de hydrogel en bonden aan EDTA-ionen.

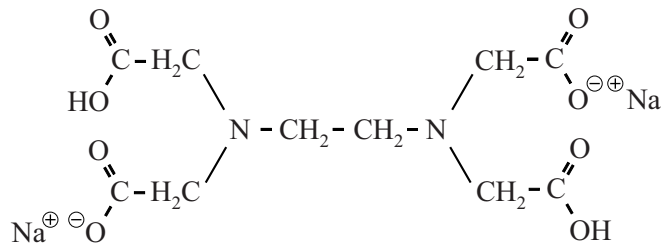
Stap 4: UO_2^{2+} -ionen werden weer losgemaakt van EDTA-ionen en de massa van de UO_2^{2+} -ionen werd bepaald.

2p **25** Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef een reden waarom het in dit onderzoek nodig is om de hydrogel in stap 2 te spoelen.
- Licht toe of het overslaan van dit spoelen leidt tot een te hoge of te lage uitkomst van de bepaling van de massa gebonden UO_2^{2+} -ionen.

In stap 3 kwamen de UO_2^{2+} -ionen los van de hydrogel omdat deze ionen beter binden met EDTA-ionen dan met de hydrogel. In het onderzoek werd een oplossing van het zout Na_2 -EDTA gebruikt. In figuur 1 is de structuurformule van de vaste stof Na_2 -EDTA weergegeven.

figuur 1



Na oplossen van Na_2 -EDTA in water ontstaan vrije EDTA-ionen. Deze ionen worden weergegeven met de formule Y^{2-} . Door de pH te veranderen kan men Y^{2-} -ionen omzetten tot Y^{4-} -ionen. Per Y^{4-} -ion kan één UO_2^{2+} -ion worden gebonden.

- 2p **26** Leg uit of er een zuur of een base nodig is om Y^{2-} om te zetten tot Y^{4-} . Gebruik figuur 1.

De hydrogel kan na stap 3 worden hergebruikt. Na het uitvoeren van de stappen 1 tot en met 4 werd per gram gebruikte hydrogel $2,99 \cdot 10^{-5}$ mol UO_2^{2+} -ionen verkregen. Dit proces is voor verbetering vatbaar, omdat er erg grote hoeveelheden hydrogel nodig zijn om de wereldwijde jaarlijkse behoefte aan uraan voor kerncentrales te kunnen leveren.

- 4p **27** Bereken hoeveel kg hydrogel nodig is om de wereldwijde jaarlijkse behoefte aan uraan (U) voor kerncentrales te kunnen leveren. **Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**
Ga uit van de volgende gegevens en aannames:
- De gel wordt per jaar 17 keer gebruikt.
 - De wereldwijde jaarlijkse behoefte aan U is $6,0 \cdot 10^7$ kg.
 - De molaire massa van U is 238 g mol^{-1} .
 - Bij de omzetting van UO_2^{2+} -ionen naar U treedt geen verlies op.