

## Grondstoffen uit spaarlampen

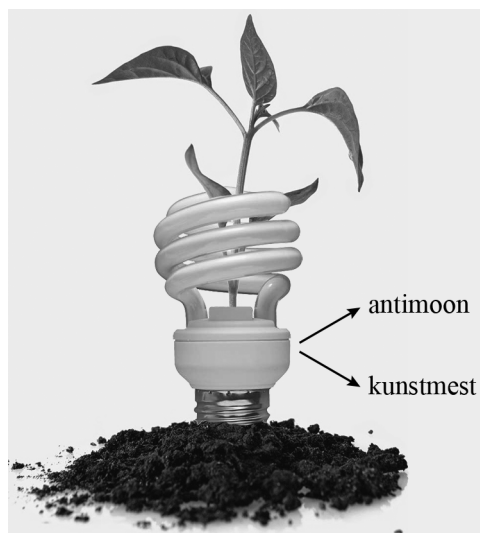
Oude spaarlampen en oude tl-buizen bevatten stoffen die worden aangeduid met de afkorting HALO. HALO geeft de gewenste kleur aan het licht. De kleur wordt onder andere bepaald door een klein percentage antimoonionen ( $\text{Sb}^{3+}$ ) in HALO. Het aantal elektronen (en de verdeling ervan over de schillen) in de  $\text{Sb}^{3+}$ -ionen zijn daarbij van belang.

2p 25 Leid het totale aantal elektronen af dat voorkomt in een  $\text{Sb}^{3+}$ -ion.

Aangezien antimoon hoog staat op de lijst van elementen die schaars dreigen te worden, is men op zoek naar methoden om  $\text{Sb}^{3+}$ -ionen uit HALO terug te winnen.

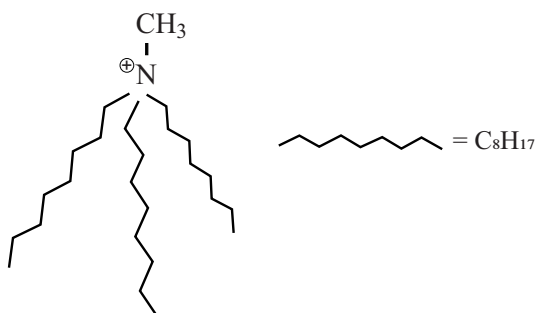
Behalve  $\text{Sb}^{3+}$ -ionen bevat HALO fosfaationen en calciumionen die kunnen worden gebruikt om hydroxy-apatiet te maken. Hydroxy-apatiet is een grondstof voor kunstmest.

Onderzoekers hebben daarom een methode ontwikkeld waarbij uit HALO twee producten worden verkregen: antimoonoxide en hydroxy-apatiet.



In deze methode wordt een ionische vloeistof gebruikt. Een ionische vloeistof is een zout dat vloeibaar is bij lage temperaturen, bijvoorbeeld bij kamertemperatuur. De gebruikte ionische vloeistof  $((\text{C}_8\text{H}_{17})_3\text{CH}_3\text{NCl})$  bestaat uit  $(\text{C}_8\text{H}_{17})_3\text{CH}_3\text{N}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen. De  $(\text{C}_8\text{H}_{17})_3\text{CH}_3\text{N}^+$ -ionen zijn in figuur 1 met een vereenvoudigde structuurformule en op schematische wijze weergegeven.

figuur 1



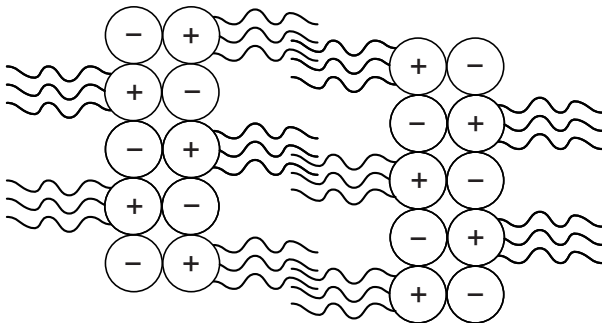
vereenvoudigde structuurformule



schematische weergave

De vaste stof  $(C_8H_{17})_3CH_3NCl$  heeft een veel lager smeltpunt dan het zout  $NaCl$ . Het verschil in smeltpunt kan verklaard worden aan de hand van de roosteropbouw van beide stoffen. Een mogelijke roosteropbouw van  $(C_8H_{17})_3CH_3NCl$  is vereenvoudigd en schematisch weergegeven in figuur 2.

**figuur 2**

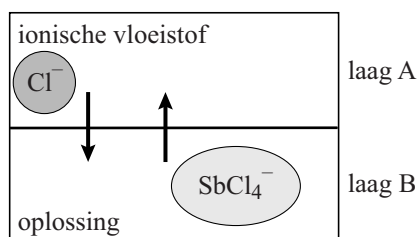


- 1p **26** Geef met behulp van een schets de roosteropbouw van  $NaCl$  weer.
- Teken acht positieve en acht negatieve ionen.
  - Gebruik voor elk positief ion  $\oplus$  en voor elk negatief ion  $\ominus$ .
- 3p **27** Verklaar aan de hand van de bindingstypen tussen de samenstellende deeltjes, dat  $(C_8H_{17})_3CH_3NCl$  een lager smeltpunt heeft dan  $NaCl$ .  
 Noteer je antwoord als volgt:  
 bindingstype(s) in  $(C_8H_{17})_3CH_3NCl$ : ...  
 bindingstype(s) in  $NaCl$ : ...  
 verklaring: ...

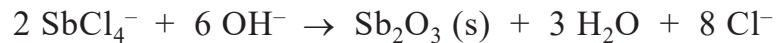
De ontwikkelde methode verloopt in een aantal stappen.

- stap 1: Aan HALO wordt een overmaat zoutzuur gevoegd. Daarbij ontstaat een waterige oplossing. De  $Sb^{3+}$ -ionen uit HALO worden omgezet tot  $SbCl_4^-$ -ionen.
- stap 2: Aan de oplossing uit stap 1 wordt de eerdergenoemde ionische vloeistof toegevoegd. De ionische vloeistof mengt niet met de oplossing die in stap 1 is ontstaan. Er ontstaat een twee-lagensysteem. Tussen de twee vloeistoffen worden de  $Cl^-$ -ionen uit de ionische vloeistof met de  $SbCl_4^-$ -ionen van stap 1 uitgewisseld (zie figuur 3). Na enige tijd worden de twee vloeistoflagen A en B van elkaar gescheiden.

**figuur 3**



stap 3: Aan laag A wordt een natriumhydroxide-oplossing toegevoegd. De twee vloeistoffen worden flink door elkaar geschud. De volgende reactie treedt op:



$\text{Sb}_2\text{O}_3$  wordt afgescheiden van de twee vloeistoffen.

2p 28 Leg uit welke scheidingsmethode geschikt is om  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  te scheiden van de twee vloeistoffen.

stap 4: Nadat  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  is afgescheiden, worden ook de twee vloeistoffen (de ionische vloeistof en de ontstane natriumchloride-oplossing) van elkaar gescheiden.

stap 5: Aan de laag B die in stap 2 is afgescheiden, wordt ook een natriumhydroxide-oplossing toegevoegd. Fosfaationen en calciumionen, afkomstig van HALO, reageren met hydroxide-ionen tot vast hydroxy-apatiet. Het hydroxy-apatiet en de overgebleven natriumchloride-oplossing (die ook enige verontreinigingen bevat) worden gescheiden.

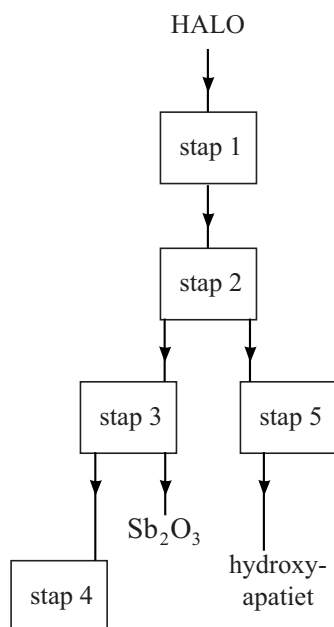
Hydroxy-apatiet bestaat uit calciumionen, fosfaationen en hydroxide-ionen. De fosfaationen en de hydroxide-ionen komen voor in de molverhouding 3 : 1.

2p 29 Leid de verhoudingsformule van hydroxy-apatiet af. Noteer je antwoord als volgt:  
totale lading van de negatieve ionen: ...  
verhoudingsformule hydroxy-apatiet: ...

Op de uitwerkbijlage is het beschreven proces om  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  en hydroxy-apatiet te produceren uit HALO, in een vereenvoudigd en nog onvolledig blokschema weergegeven. In dit blokschema ontbreken enkele stofstromen en de namen van de bijbehorende stoffen.

4p 30 Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.

- Noteer de ontbrekende pijlen en de nummers van de volgende ontbrekende stoffen bij deze pijlen:
  - 1 ionische vloeistof
  - 2 natriumchloride-oplossing
  - 3 natriumhydroxide-oplossing
  - 4 zoutzuur
- Sommige nummers moeten meer dan één keer worden gebruikt.
- Houd rekening met hergebruik van stoffen.
- Bij de reeds getekende pijlen hoeft geen nummer te worden genoteerd.



**Bronvermelding**

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.