

## Grondstoffen uit spaarlampen

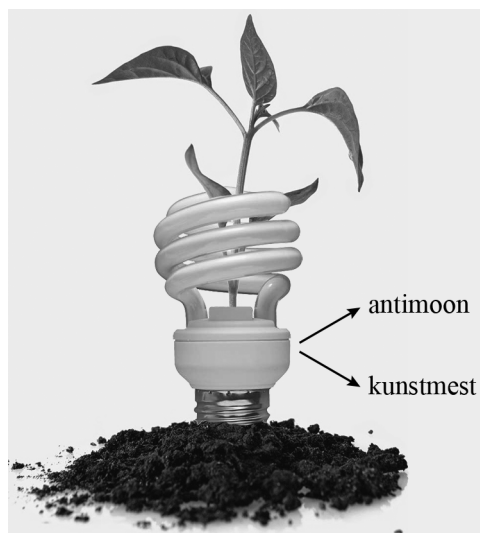
Oude spaarlampen en oude tl-buizen bevatten stoffen die worden aangeduid met de afkorting HALO. HALO geeft de gewenste kleur aan het licht. De kleur wordt onder andere bepaald door een klein percentage antimoonionen ( $\text{Sb}^{3+}$ ) in HALO. Het aantal elektronen (en de verdeling ervan over de schillen)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

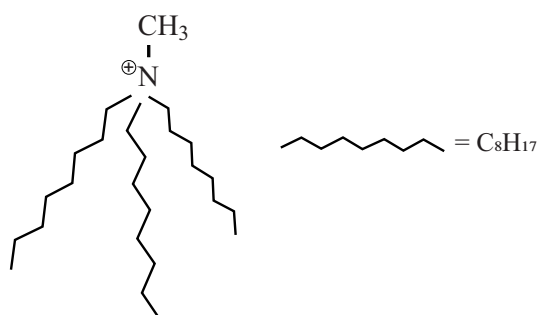
Behalve  $\text{Sb}^{3+}$ -ionen bevat HALO fosfaationen en calciumionen die kunnen worden gebruikt om hydroxy-apatiet te maken. Hydroxy-apatiet is een grondstof voor kunstmest.

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



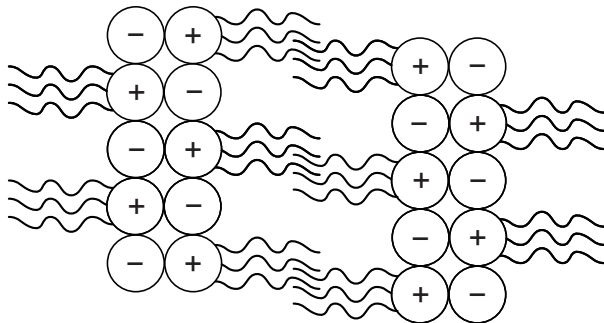
vereenvoudigde structuurformule



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**

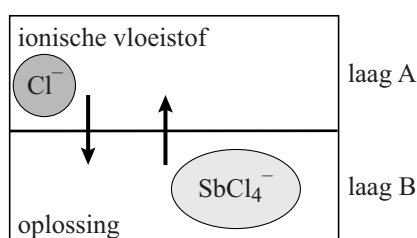


- 1p **26** Geef met behulp van een schets de roosteropbouw van NaCl weer.
- Teken acht positieve en acht negatieve ionen.
  - Gebruik voor elk positief ion  $\oplus$  en voor elk negatief ion  $\ominus$ .
- 3p **27** Verklaar aan de hand van de bindingstypen tussen de samenstellende deeltjes, dat  $(C_8H_{17})_3CH_3NCl$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

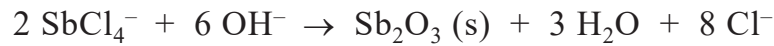
De ontwikkelde methode verloopt in een aantal stappen.

- 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.