

De Wasa

tekst-
fragment 3

1 In 1961 werd het Zweedse oorlogsschip Wasa in de haven van Stockholm
2 geborgen, 333 jaar nadat het gezonken was. Na jaren van restauratie werd het
3 schip in 1990 tentoongesteld. Helaas. Al gauw zag men een uitslag op de zware
4 eiken balken van het schip. De onderzoeksgroep van de Zweedse chemicus
5 Magnus Sandström stelde vast dat het ging om sulfaat kristallen zoals gips
6 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, melanteriet $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, en natrojarosiet $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$.
7 Bovendien ontdekte de groep een flinke voorraad elementair zwavel in de balken.
8 Deze zwavel reageert met zuurstof en wordt uiteindelijk met water omgezet in
9 zwavelzuur (H_2SO_4). Dit leidde er toe dat de pH op sommige plekken van het schip
10 daalde tot waarden tussen 1 en 3. Lastig, want zuur tast de cellulose van het hout
11 aan. Gelukkig is er nog maar weinig hout aangetast, want niet alle zwavel is
12 geoxideerd. De onderzoeksgroep berekende dat er voldoende zwavel in de balken
13 van het schip aanwezig was om $5,0 \cdot 10^3$ kg zwavelzuur te produceren.
14 In een poging de zuuraanval op het schip te verminderen, behandelde men de
15 balken met een oplossing die waterstofcarbonaationen bevat. Maar deze pogingen
16 hadden slechts tijdelijk succes. Men wist de pH op 6 te brengen, maar na een paar
17 maanden viel de pH weer terug naar lagere waarden.
18 Met behulp van het polymeer PEG 4000, dat men ook gebruikte om aangetast
19 cellulose te vervangen, is men er in geslaagd een waslaagje op de oppervlakte van
20 het schip aan te brengen. Door het waslaagje wordt het hout beschermd tegen
21 verdere aantasting.

naar: *Nature*

Alle ijzerionen in een kristal natrojarosiet (regel 6) hebben dezelfde lading.

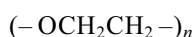
- 2p 31 Leid af of natrojarosiet Fe^{2+} ionen of Fe^{3+} ionen bevat.
- 2p 32 Geef de omzetting van zwavel tot zwavelzuur zoals beschreven in regel 8 en 9 in één reactievergelijking weer.
- 2p 33 Bereken hoeveel kg zwavel minimaal aanwezig moet zijn om $5,0 \cdot 10^3$ kg zwavelzuur te produceren.

Men probeerde de zuuraanval op het schip te verminderen met een oplossing die waterstofcarbonaationen bevat. Door de reactie met waterstofcarbonaat werd de pH weer hoger.

- 2p 34 Geef de vergelijking van deze reactie. Neem aan dat bij deze reactie koolstofdioxide ontstaat.
- 2p 35 Leg uit hoe het kwam dat de pH weer terugviel naar lagere waarden (regel 17).

PEG 4000 is de afkorting voor polyethyleenglycol met een gemiddelde molecuulmassa van $4,0 \cdot 10^3$ u.

De structuurformule van PEG 4000 kan worden weergegeven als:



- 2p 36 Bereken de gemiddelde waarde van n .
- 2p 37 Leg uit hoe het komt dat het waslaagje van PEG 4000 het hout beschermt tegen verdere aantasting.