

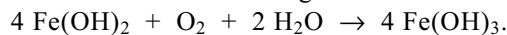
Messen slijten

Roest ontstaat doordat ijzer met zuurstof en water reageert. IJzerroest kan worden voorgesteld met de formule $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Men stelt zich voor dat de roestvorming in een aantal stappen verloopt.

Stap 1: Eerst wordt het ijzer omgezet tot Fe^{2+} . Zuurstof is hierbij de oxidator en reageert volgens de halfreactie $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$.

Stap 2: Vervolgens slaat ijzer(II)hydroxide neer: $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$.

Stap 3: Het ijzer(II)hydroxide wordt daarna omgezet tot ijzer(III)hydroxide; ook hier is zuurstof oxidator. De volgende redoxreactie treedt op:



Stap 4: Tenslotte wordt het ijzer(III)hydroxide omgezet tot ijzerroest.

- 2p **13** Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van $\text{Fe}(\text{OH})_2$ tot $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (zie stap 3). Neem hierbij aan dat het milieu (zwak) basisch is.
- 3p **14** Geef de reactievergelijking voor de omzetting van $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tot $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (zie stap 4).

Roestvast staal is een legering van ijzer met vooral chroom en heeft als eigenschap dat het bestand is tegen roesten door de vorming van een beschermend laagje chroom(IV)oxide. Roestvast staal wordt onder andere toegepast in de fabricage van tafelmessen. Van bepaalde duurdere soorten messen bleek na jaren intensief gebruik dat er beschadigingen in het lemmet (het deel waar je mee snijdt) ontstonden. De lemmeten van deze messen waren vervaardigd van roestvast staal en de handvatten bestonden uit een legering met als hoofdbestanddeel zilver. Om de schade aan de messen te verklaren, veronderstelt men dat tijdens de dagelijkse afwas met zeepwater het ijzer van het lemmet zich als opofferingsmetaal gedraagt om het zilver van het handvat te beschermen. Op plaatsen waar het beschermende laagje chroom(IV)oxide is beschadigd, treedt aantasting van het staal op. Daar gaan ijzerionen in oplossing. Men veronderstelt dat de elektronen die daarbij door het ijzer worden afgestaan naar het handvat kunnen stromen, waar ze door zuurstof worden opgenomen. Tijdens de afwas zouden de messen zich dus als elektrochemische cellen gedragen, waarbij er een elektrische stroom door het mes gaat.

Een leerling krijgt als opdracht na te gaan of de veronderstelling dat de messen zich tijdens de afwas als elektrochemische cellen gedragen, juist is. Daartoe scheidt hij van zo'n mes het handvat van het lemmet en maakt, onder andere met behulp van deze twee onderdelen, een elektrochemische cel. Het blijkt dat de cel stroom levert.

- 3p **15** Maak een schets van de bedoelde elektrochemische cel. Benoem de onderdelen van de cel en geef in je tekening ook aan welke de positieve elektrode en welke de negatieve elektrode is van de cel.

De gemiddelde grootte van de stroom die tijdens een afwasbeurt door een mes loopt, is $0,3 \mu\text{A}$ (A is ampère; 1 ampère is 1 coulomb per seconde). Wanneer verder gegeven is dat ijzer het enige metaal is dat reageert, dat het ijzer wordt omgezet tot Fe^{2+} en dat de messen dagelijks tijdens de afwas 20 minuten in het zeepwater verblijven, dan kan worden berekend hoeveel gram ijzer in 15 jaar wordt omgezet.

- 6p **16** Geef deze berekening. Maak hierbij onder andere gebruik van Binas-tabel 7. Je hoeft bij deze berekening geen rekening te houden met schrikkeljaren.