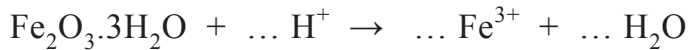


Beitsen en verzinken

Ijzeren voorwerpen kunnen tegen corrosie worden beschermd door ze te 'verzinken'. Deze voorwerpen worden eerst enige tijd in een bad met 'beitszuur' gehangen om reeds aanwezig roest ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) te verwijderen. Beitszuur is zoutzuur dat ongeveer 50 gram opgelost HCl per liter bevat. Daarbij treedt een reactie op die hieronder onvolledig is weergegeven:



2p **28** Bereken de pH van beitszuur dat 50 gram (opgelost) HCl per liter bevat.

1p **29** Neem de onvolledige reactievergelijking over, en maak deze kloppend door de drie ontbrekende coëfficiënten in te vullen.

Na het beitsen worden de ijzeren voorwerpen in een bad met vloeibaar zink gedompeld. Hierdoor wordt een laagje ijzer-zinklegering gevormd op het voorwerp.

2p **30** Beschrijf op microniveau de roosteropbouw van een ijzer-zinklegering. Verwerk in je antwoord het type binding tussen de deeltjes.

Op een website over thermisch verzinken wordt vermeld dat de temperatuur van het zink in het bad ongeveer 400 °C moet zijn. Piet merkt op dat dat niet juist kan zijn en zegt: "een temperatuur van 400 °C is niet hoog genoeg."

2p **31** Geef aan of Piet gelijk heeft. Motiveer je antwoord met een gegeven uit Binas of ScienceData.

De voorwerpen worden met behulp van gereedschappen uit het beitsbad gehaald en in het zinkbad gedompeld. Het beitsbad raakt daardoor verontreinigd. Hierbij ontstaan ZnCl_4^{2-} ionen. Wanneer deze ionen niet verwijderd worden, moet het verontreinigde zuur uit het beitsbad worden afgevoerd als chemisch afval. Daarom wordt het verontreinigde afvalzuur door een zogenoemde selectieve ionenwisselaar geleid. De ZnCl_4^{2-} ionen worden in de ionenwisselaar gebonden. Voor elk ZnCl_4^{2-} ion dat wordt gebonden, komen twee OH^- ionen vrij.

2p **32** Leg uit of de pH van het afvalzuur als gevolg van de ionenwisseling hoger of lager wordt.

Het proces dat hiervoor is beschreven kan vereenvoudigd worden weergegeven met een blokschema. Dit blokschema bevat drie blokken en vijf stofstromen:

- bad met beitszuur
- bad met zink
- ionenwisselaar

A: afvalzuur zonder ZnCl_4^{2-} ionen

B: afvalzuur met ZnCl_4^{2-} ionen

C: ijzeren voorwerpen met roest

D: ijzeren voorwerpen zonder roest

E: verzinkte ijzeren voorwerpen

- 3p **33** Teken dit blokschema. Zet bij elke stofstroom de juiste letter (A tot en met E) uit de bovenstaande opsomming. Noteer ook de juiste aanduiding in de blokken.

Het afvalzuur waaruit de ZnCl_4^{2-} ionen zijn verwijderd, kan worden gebruikt voor de productie van ijzer(III)chloridesulfaat (FeClSO_4).

- 3p **34** Bereken hoeveel kg FeClSO_4 kan worden geproduceerd uit 10 ton ($1 \text{ ton} = 10^3 \text{ kg}$) afvalzuur dat 8,0 massaprocent Fe^{3+} bevat. Ga ervan uit dat alle Fe^{3+} wordt omgezet tot FeClSO_4 .

Piet vraagt zich af of de in deze opgave beschreven methode waarmee met het afvalzuur wordt omgegaan in overeenstemming is met het cradle-to-cradle principe. Hij vindt op www.duurzaamheid.nl dat de cradle-to-cradle ontwerpstrategie “ervan uitgaat dat alle materialen een voortdurende en blijvende waarde houden en steeds weer in gesloten kringlopen van productie, gebruik en recycling kunnen worden opgenomen.”

- 2p **35** Formuleer twee van de vragen waarop Piet antwoord nodig heeft om te kunnen beoordelen of de beschreven methode past binnen het cradle-to-cradle principe.

FeClSO_4 wordt gebruikt in de afvalwaterzuivering om fosfaationen te verwijderen. De ijzer(III)ionen uit het ijzer(III)chloridesulfaat reageren met de fosfaationen, waarna het fosfaathoudende reactieproduct uit het afvalwater kan worden verwijderd. Het gezuiverde afvalwater wordt uiteindelijk op het oppervlaktewater geloosd.

- 2p **36** Geef aan met welke scheidingsmethode het fosfaathoudende reactieproduct uit het afvalwater kan worden verwijderd. Licht je antwoord toe aan de hand van Binas-tabel 45A of ScienceData-tabel 8.4d.
- 1p **37** Geef aan waarom het ongewenst is als fosfaationen (overvloedig) in het oppervlaktewater terechtkomen.