

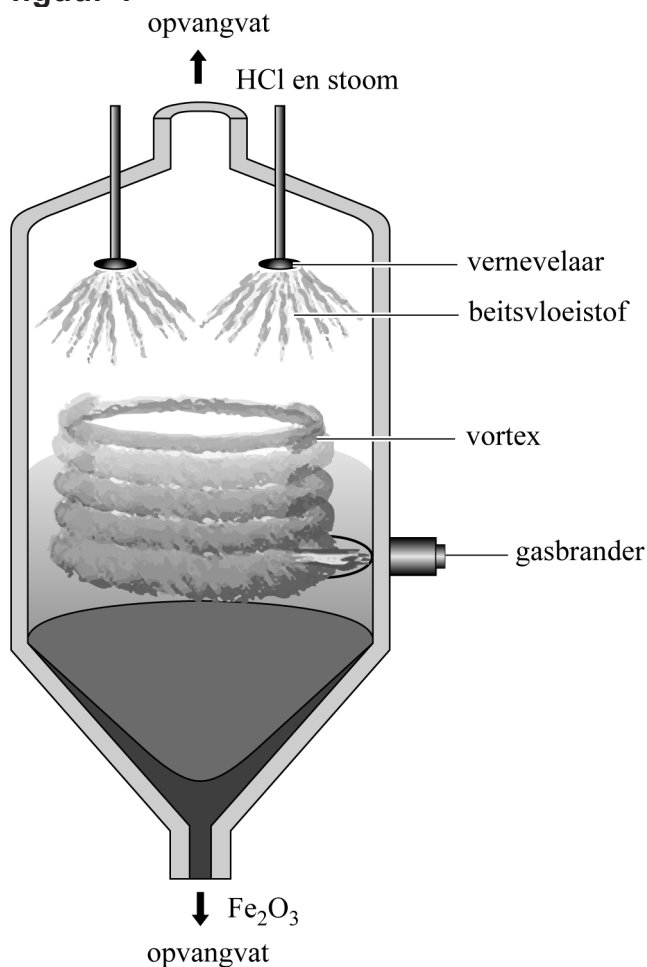
Beitsvloeistof recycleren

Bij het maken van plaatstaal wordt beitsvloeistof gebruikt. Na gebruik bevat deze waterige vloeistof Fe^{2+} -ionen, H^+ -ionen en Cl^- -ionen. In deze opgave worden twee processen beschreven waarmee gebruikte beitsvloeistof wordt gerecycled: het proces van New Zealand Steel (proces A) en het proces van SMS Siemag (proces B). In beide processen wordt gebruikte beitsvloeistof omgezet tot onder andere Fe^{3+} -ionen en HCl -gas.

Proces A

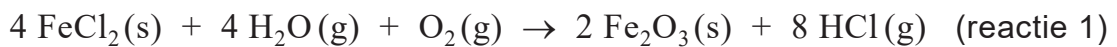
Het bedrijf New Zealand Steel maakt gebruik van een vortexreactor. Zie figuur 1. Een vortexreactor is een reactor waarin een ronddraaiende stroom van gasen (een vortex) aanwezig is. De reactor wordt verwarmd met behulp van gasbranders. De gebruikte beitsvloeistof wordt via vernevelaars van boven in de reactor gebracht bij een temperatuur van minimaal $350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hierdoor verdampt het water waarin de ionen zijn opgelost en ontstaan vast FeCl_2 en gasvormig HCl . Het vaste FeCl_2 reageert vervolgens in de vortexreactor tot Fe_2O_3 , wat aan de onderkant van de reactor wordt afgevoerd en opgeslagen. HCl en stoom verlaten de vortexreactor aan de bovenkant en worden opgevangen.

figuur 1



- 3p 5 Geef het ontstaan van vast FeCl_2 en van gasvormig HCl uit de beitsvloeistof weer in één reactievergelijking. Gebruik toestandsaanduidingen.

De omzetting van FeCl_2 tot Fe_2O_3 verloopt volgens reactie 1.



Reactie 1 verloopt zeer snel onder de omstandigheden in de reactor.

- 3p 6 Voer de volgende opdrachten uit:
- Noem één omstandigheid in de reactor die bijdraagt aan een hoge reactiesnelheid.
 - Licht je antwoord toe met behulp van het botsende-deeltjesmodel.

Reactie 1 is exotherm.

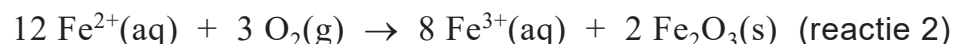
- 3p 7 Bereken de reactiewarmte van reactie 1 per mol gevormd HCl . Gebruik Binas-tabel 57 of ScienceData-tabel 9.2.

Proces B

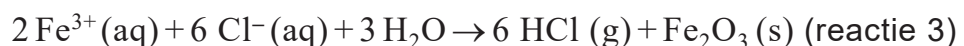
Het proces van SMS Siemag vindt plaats in drie stappen en is op de uitwerkbijlage onvolledig en schematisch weergegeven:

Stap 1: De gebruikte beitsvloeistof wordt verwarmd tot 70°C in een pre-concentrator. Hierdoor verdampt een deel van het water en een deel van het opgeloste HCl . Deze gassen worden naar een opvangvat geleid. Een geconcentreerde oplossing van Fe^{2+} -ionen, H^+ -ionen en Cl^- -ionen stroomt naar reactor 1 (R1).

Stap 2: In R1 reageren alle Fe^{2+} -ionen met zuurstof volgens reactie 2, bij een temperatuur van 150°C en een druk van 7 bar.



Stap 3: De ontstane suspensie wordt in reactor 2 (R2) geleid bij een temperatuur van 170°C . Hier verdampt nog meer water. Ook treedt reactie 3 op:



Vast Fe_2O_3 wordt onder in R2 afgevoerd en opgeslagen. Alle overige H^+ -ionen en Cl^- -ionen verlaten R2 als HCl -gas. Alle gasvormige stoffen worden naar het opvangvat geleid.

- 1p 8 Noem een stofeigenschap op basis waarvan vast Fe_2O_3 in R2 wordt gescheiden van het reactiemengsel.

Op de uitwerkbijlage is proces B in een onvolledig blokschema weergegeven.

- 3p **9** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.
- Neem aan dat er na stap 2 geen zuurstof en geen Fe^{2+} meer overblijft.
 - Teken de pijlen van de ontbrekende stofstromen.
 - Noteer de nummers van de volgende stoffen en/of deeltjes bij de juiste pijlen:
 - 1 HCl -gas
 - 2 Fe_2O_3
 - 3 Fe^{2+} -ionen
 - 4 Fe^{3+} -ionen
 - 5 waterdamp
 - 6 oplossing met H^+ en Cl^-
 - 7 zuurstof
 - Sommige nummers moet je meer dan één keer gebruiken.

Beide processen (A en B) zijn bedoeld om stoffen te hergebruiken. Op basis van de uitgangspunten van de groene chemie hebben beide processen voordelen en nadelen.

- 2p **10** Geef op de uitwerkbijlage voor elk proces een mogelijk nadeel ten opzichte van het andere proces. Noteer hierbij telkens het nummer van het uitgangspunt waarop je het nadeel baseert. Maak gebruik van Binas-tabel 97A of ScienceData-tabel 38.6.