

OPGAVE 1

Een bereidingswijze van fosfor, P_4 , kan men als volgt weergeven:

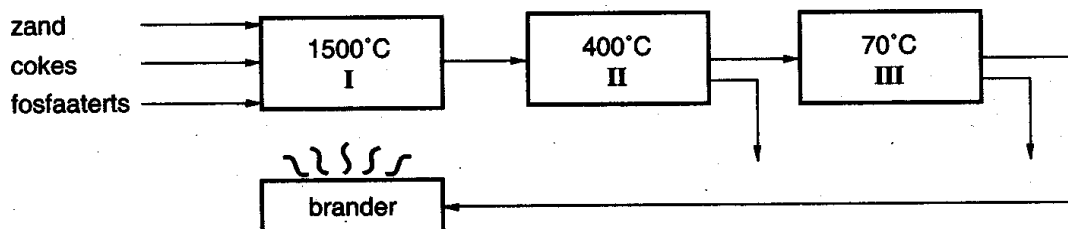


- 01 Neem bovenstaande reactievergelijking over en maak hem kloppend door de juiste coëfficiënten in te vullen.

Bij deze fosforbereiding gebruikt men als grondstoffen: zand, cokes en een fosfaaterts.

- 02 Geef voor achtereenvolgens $Ca_3(PO_4)_2$, SiO_2 en C aan in welke van de hierboven genoemde grondstof ze voorkomen.

De bereiding en zuivering van fosfor kan als volgt worden weergegeven:



Uit het reactiemengsel dat in ruimte I is ontstaan, wint men fosfor door gebruik te maken van verschillen in smeltpunten en kookpunten. In de volgende tabel staan enkele smelt- en kookpunten in Kelvin ($0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$) vermeld:

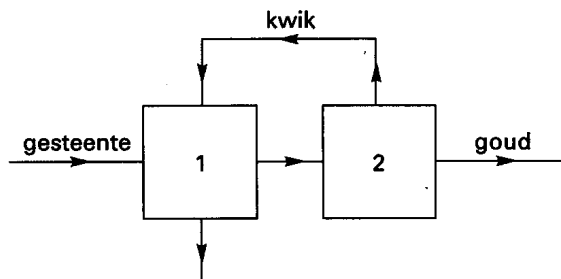
	smeltpunt	kookpunt
$CaSiO_3$	1540 K	
P_4	317 K	554 K
CO	68 K	82 K

In de ruimtes II en III koelt men het reactiemengsel stapsgewijs af: eerst in II tot $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ en daarna in III tot $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 03 Leg uit dat op deze manier fosfor van de andere reactieproducten wordt gescheiden.
Het gas koolstofmonooxide heeft een eigenschap waardoor het niet in het milieu terecht mag komen. Dankzij een andere eigenschap van koolstofmonooxide kan het bij deze fosforbereiding weer nuttig gebruikt worden.
- 04 Geef deze beide eigenschappen.

OPGAVE 2

Goud wordt gewonnen uit gesteenten waarin zich kleine korreltjes goud bevinden. Bij een oudere methode van goudwinning wordt vloeibaar kwik gebruikt. Het kwik wordt gemengd met gemalen goudbevattend gesteente, waarbij de goudkorreltjes oplossen in het kwik. Om na het toepassen van deze scheidingsmethode zuiver goud te verkrijgen, moeten achtereenvolgens nog twee scheidingsmethoden worden toegepast. In het onderstaande blokschema zijn de ruimtes waarin de drie scheidingen plaatsvinden aangeduid met 1 en 2.

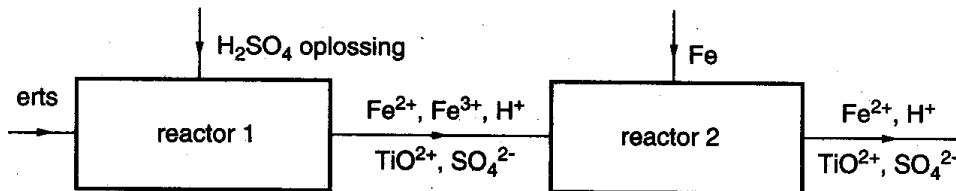


- 05 Geef de namen van de drie scheidingsmethoden die bij 1 en 2 worden toegepast.
 Noteer je antwoord als volgt:
 bij 1: en
 bij 2:
- Tegenwoordig mengt men meestal het goudbevattende gesteente met een oplossing die cyanide-ionen, CN^- , bevat. Door een redoxreactie ontstaan in het mengsel ionen met de formule $\text{Au}(\text{CN})_2^-$. Bij deze reactie is CN^- geen oxidator en geen reductor. Er is bij de reactie nog een andere stof nodig.
- 06 Is er, naast CN^- , een oxidator nodig of een reductor nodig om $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ uit goud te kunnen krijgen? Geef, mede aan de hand van de lading van de goudionen in $\text{Au}(\text{CN})_2^-$, een verklaring voor je antwoord.
- De oplossing met ionen $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ wordt vervolgens gemengd met het metaal zink. Hierbij treedt een reactie op, waarbij het metaal goud en ionen met de formule $\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$ ontstaan.
- 07 Geef de vergelijking van deze reactie.
- Na verwijdering van het goud uit het ontstane mengsel wordt het cyanidehoudende water opgeslagen in grote kunstmatige meren waaruit het cyanide binnen enkele maanden als HCN verdampst.
- In augustus 1995 brak in Guyana een dam van een dergelijk meer. Er stroomde 25 miljoen liter water, dat met cyanide vergiftigd was, in een grote rivier. Hierbij kwam ongeveer 1000 kg CN^- in het rivierwater terecht. Omdat deze rivier door de bevolking als drinkwaterbron werd gebruikt, ontstond een gevaarlijke situatie. Een dag na de ramp was de concentratie cyanide in de rivier door verdunning met het rivierwater 10 keer zo klein geworden als in het kunstmatige meer. Een concentratie vanaf $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol CN^- per liter is dodelijk voor de mens.
- 08 Kon de bevolking, gezien de concentratie van het CN^- , een dag na de ramp weer veilig uit de rivier drinken? Geef, aan de hand van een berekening, een verklaring voor je antwoord.

OPGAVE 3

Van het element titaan, Ti, zijn meerdere zuurstofverbindingen bekend. De meest voorkomende is TiO_2 , die als witte kleurstof in verf wordt gebruikt.

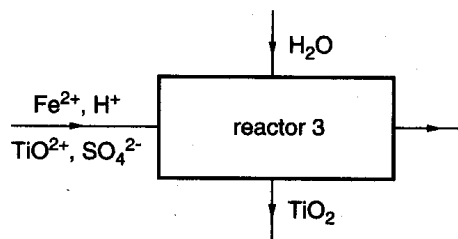
- 09 Geef de naam van TiO_2 .
- Een bepaald soort erts dat als grondstof wordt gebruikt voor de bereiding van TiO_2 bevat ionen Fe^{2+} , Fe^{3+} en TiO_3^{2-} . Dit erts heeft de verhoudingsformule $\text{Fe}_6(\text{TiO}_3)_7$.
- 10 Leid af in welke aantalsverhouding ($\text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+}$) deze ionen in dit erts voorkomen.
- Van één van de industriële bereidingswijzen van TiO_2 zijn hieronder de eerste stappen in een blokschema weergegeven:



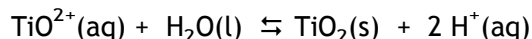
Bij deze industriële bereiding van TiO_2 wordt het erts eerst met een zwavelzuuroplossing behandeld. In reactor 1 ontstaat daardoor een oplossing met onder andere ionen Fe^{3+} . Omdat Fe^{3+} later in het proces aanleiding kan geven tot de vorming van stoffen die de kwaliteit van het eindproduct aantasten, moeten deze ionen worden omgezet in ionen Fe^{2+} . Dat gebeurt in reactor 2. Daar wordt door toevoeging van ijzer (in de vorm van afvalblik) het Fe^{3+} omgezet in Fe^{2+} .

- 11 Geef de vergelijking van de reactie die bij deze omzetting optreedt.

De laatste stap van deze bereidingswijze kan als volgt met een blokschema worden weergegeven:



In oplossingen met ionen TiO^{2+} bestaat het volgende evenwicht:



Daardoor kan men TiO_2 laten neerslaan door water toe te voegen. In plaats daarvan zou men ook door toevoegen van natriumhydroxide het TiO_2 uit de oplossing kunnen verkrijgen.

- 12 Leg dit uit aan de hand van bovenstaande evenwichtsreactie.

De reden dat men geen natriumhydroxide gebruikt om het TiO_2 uit de oplossing te laten neerslaan is, dat daardoor een stof zou kunnen ontstaan die het gevormde TiO_2 zou verontreinigen.

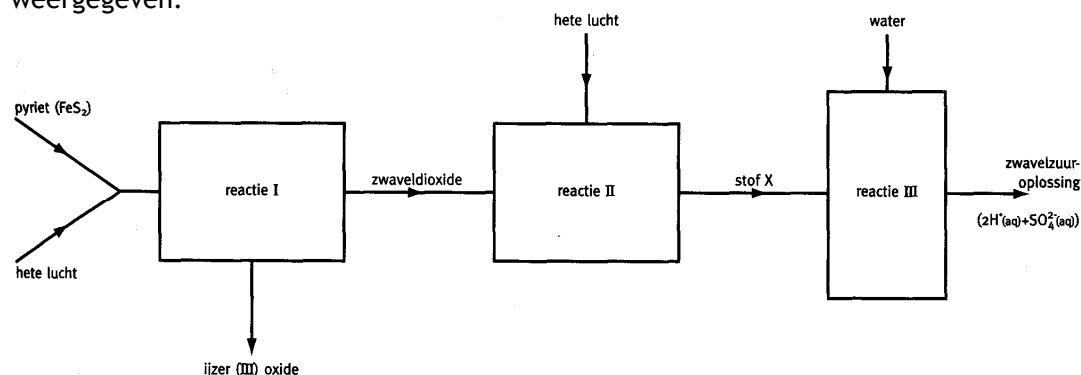
- 13 Geef de formule van die stof.

Nadat het TiO_2 is afgescheiden, blijft een oplossing over die door de fabriek in het oppervlaktewater geloosd wordt.

- 14 Geef de formules van de ionen die zich bevinden in de oplossing die de fabriek verlaat.

OPGAVE 4

Pyriet, FeS_2 , wordt gebruikt om zwavelzuur te maken. De bereiding verloopt in drie stappen. In onderstaand blokschema is de bereiding van zwavelzuur uit pyriet schematisch weergegeven.



Schema 2

- 15 Geef de vergelijking van de reactie die in stap 1 plaatsvindt.

Tijdens stap 2 ontstaat een stof, die in het blokschema als stof X is aangeduid.

- 16 Geef de formule van stof X.

- 17 Geef de vergelijking van de reactie in blok 3.

UITWERKINGENOPGAVE 1

- 01 $2 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{SiO}_2 + 10 \text{C} \rightarrow 1 \text{P}_4 + 10 \text{CO} + 6 \text{CaSiO}_3$.
- 02 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ komt voor in fosfaaterts.
 SiO_2 komt voor in zand.
 C komt voor in cokes.
- 03 In ruimte II wordt afgekoeld tot 400°C . Dit is 673 K . Hierbij stolt CaSiO_3 . P_4 en CO blijven gasvormig en worden naar ruimte III getransporteerd.
 In ruimte III wordt afgekoeld tot 70°C . Dit is 343 K . Hierbij wordt P_4 vloeibaar en blijft CO gasvormig.
- 04 1. CO is giftig.
 2. CO is brandbaar en kan daarom als brandstof gebruikt worden.

OPGAVE 2

- 05 bij 1: extractie en filtratie (ook goed: bezinken en afschenken)
 bij 2: destillatie
- 06 Twee ionen CN^- zorgen voor een negatieve lading van 2^- . Omdat $\text{Au}(\text{CN})_2$ een lading heeft van 1^- , moet Au een lading hebben van 1^+ . Dit is ontstaan uit Au , dus Au heeft elektronen afgestaan en is reductor. Dan is er een oxidator nodig.
- 07 $2 \text{Au}(\text{CN})_2^- + \text{Zn} \rightarrow 2 \text{Au} + \text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$.
- 08 Eén mol CN^- weegt $26,02 \text{ gram}$.
 $1000 \text{ kg CN}^- \triangleq 1000 / 26,02 = 38,43 \text{ kmol CN}^- = 38,43 \cdot 10^3 \text{ mol CN}^-$.
 $38,43 \cdot 10^3 / 25 \cdot 10^6 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol CN}^-$ per liter.
 Nu verdunning met factor 10 wordt dat $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ per liter. Dit is hoger dan de dodelijke concentratie van $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, dus is het niet veilig om het water te drinken.

OPGAVE 3

- 09 Titaan(IV)oxide.
- 10 Totale negatieve lading in $\text{Fe}_6(\text{TiO}_3)_7$: $7 \times 2^- = 14^-$. De 6 ijzerionen moeten dus zorgen voor een positieve lading van 2^+ . Dan kan met de volgende verhouding: 4Fe^{2+} en 2Fe^{3+} .
- 11 $\text{Fe} + 2 \text{Fe}^{3+} \rightarrow 3 \text{Fe}^{2+}$.
- 12 De OH^- -ionen in natronloog reageren met de H^+ -ionen. Hierdoor wordt het evenwicht aflopend naar rechts waarbij TiO_2 gevormd wordt.
- 13 De ionen OH^- kunnen reageren met ijzer(II)-ionen. Er ontstaat dan $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ als verontreiniging.
- 14 Fe^{2+} , H^+ , SO_4^{2-} , TiO^{2+} .
 Alle ionen die reactie 3 in gaan komen er ook weer uit. Doordat de vorming van TiO_2 een evenwichtsreactie is, zal er ook nog TiO^{2+} aanwezig zijn.

OPGAVE 4

- 15 $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$.
- 16 SO_3 (ontstaan uit de reactie $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$)
- 17 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$.