

Goudwinning

Het metaal goud komt in de natuur meestal voor in gouderts. Hierin zitten korreltjes goud vast aan gesteente. Bij de winning van goud uit gouderts maakt men gebruik van een oplossing van natriumcyanide (NaCN). In deze oplossing zijn Na^+ ionen en CN^- ionen aanwezig.

Het gesteente met de daaraan vastzittende korreltjes goud wordt fijngemalen en toegevoegd aan een overmaat natriumcyanide-oplossing. Door het ontstane mengsel wordt lucht geleid zodat een reactie optreedt waarbij $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ ionen worden gevormd. Men kan zich voorstellen dat een $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ ion is opgebouwd uit een goudion en twee cyanide-ionen.

- 2p **28** Leid af wat de lading is van het goudion in een $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ ion.

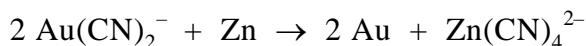
De tijd die nodig is om alle goud te laten reageren, hangt af van de korrelgrootte van het fijngemalen goudbevattende gesteente.

- 2p **29** Leg uit of het met kleine korreltjes korter of langer duurt om (bij dezelfde temperatuur) dezelfde hoeveelheid goud te laten reageren dan met grotere korreltjes.

Het gesteente, dat niet opgelost is, wordt gescheiden van de ontstane oplossing.

- 1p **30** Welke scheidingsmethode is hiervoor geschikt?

Aan de verkregen oplossing wordt een overmaat zinkpoeder toegevoegd. Dan vindt de volgende reactie plaats:

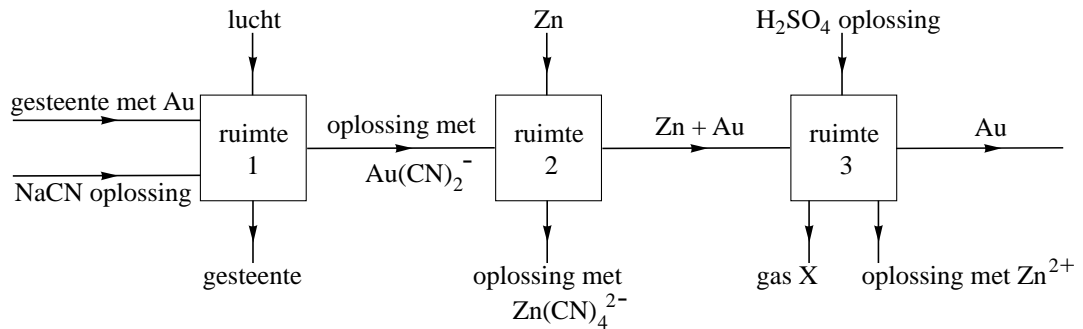


- 3p **31** Bereken hoeveel kg zink volgens deze reactie heeft gereageerd voor de vorming van 10 kg goud.

Vervolgens wordt het mengsel van goud en het overgebleven zink gescheiden van de oplossing. Om het zink te verwijderen uit het mengsel van goud en zink wordt een overmaat verdund zwavelzuur toegevoegd. De zwavelzuuroplossing reageert niet met goud maar wel met zink. Bij deze reactie ontstaat onder andere een gas. Als laatste stap in het goudwinningsproces wordt het goud gescheiden van de ontstane oplossing.

Het in deze opgave beschreven goudwinningsproces kan met het volgende vereenvoudigde blokschema worden weergegeven.

blokschema



In elke ruimte vindt een reactie plaats en wordt een scheiding uitgevoerd.

- 2p **32** Leg uit welk gas ontstaat bij de reactie in ruimte 3.

Vanwege de giftigheid van cyaniden wordt de beschreven goudwinning kritisch bekeken door milieuorganisaties. Ook de bedrijven die deze goudwinning toepassen, besteden aandacht aan veiligheids- en milieumaatregelen. Met name de cyanide-ionen die in dit proces in overmaat worden gebruikt, staan daarbij in de belangstelling. Deze cyanide-ionen bevinden zich voornamelijk in één van de afvalstromen die in het blokschema zijn weergegeven.

- 2p **33** Leid af uit welke ruimte de afvalstroom komt die de overmaat cyanide-ionen bevat.