

Kopermijn

tekst-
fragment 4

De giftige erfenis van een Amerikaanse kopermijn

- 1 **De Berkeley Pit in Montana is het grootste vervuilde waterreservoir in de**
2 **Verenigde Staten. Het water in deze voormalige kopermijn is onder andere**
3 **vervuild met verbindingen van koper, arseen, zink, cadmium en ijzer.**
- 4 Anaconda Copper, een bedrijf dat de wereldmarkt voor koper domineerde, groef
5 oorspronkelijk diepe mijnen om de rijke koperaders te exploiteren. Toen de prijs van
6 het koper begon te dalen, schakelde Anaconda over op de goedkopere dagbouw.
7 Op deze wijze ontstond een gat van 500 meter diep: de Berkeley Pit. In 1982 ging
8 het bedrijf failliet.
9 Enige jaren later werden de pompen die het grondwater uit de Berkeley Pit moesten
10 houden, stilgezet. Vanaf dat moment begon de enorme krater zich te vullen met
11 water dat afkomstig was uit het ondergrondse gangenstelsel van mijnen.
12 In 2001 had de 120 miljard liter water in de Berkeley Pit een pH van 2,5 en een
13 geleidingsvermogen van $7900 \mu\text{S cm}^{-1}$. De concentraties van de koperionen en de
14 zinkionen waren respectievelijk 3,0 en 9,5 millimol per liter.
15 „De belangrijkste oorzaak van de verzuring is de aanwezigheid van pyriet (FeS_2) in
16 de bodem”, zegt John Burke, een mijnbouwdeskundige. Burke vervolgt: „Als pyriet
17 wordt blootgesteld aan water en lucht, ontstaat verdund zwavelzuur. Dit zuur lost de
18 metalen uit de grond op.”
19 Volgens berekeningen zal het niveau van het water in de Berkeley Pit in 2015 een
20 zodanige hoogte bereikt hebben, dat het reservoir begint over te stromen. De
21 eigenaren zijn volgens de Amerikaanse milieuwetgeving verplicht om voor die tijd
22 een oplossing te vinden. Het water moet gezuiverd worden, of de vervuiling moet
23 gestabiliseerd worden.
24 USFilter is in 2002 begonnen met de bouw van een installatie die per dag 30
25 miljoen liter water uit de Berkeley Pit kan verwerken. Het gaat om een zeer
26 conventionele oplossing: het mengen van het water met kalksteen. Daarbij slaan de
27 opgeloste metalen neer in een slib. Ook de sulfaationen komen daar grotendeels
28 terecht. Het toevoegen van CaCO_3 is een beproefd recept om zuur mijnwater te
29 stabiliseren. Het water moet na deze behandeling schoon genoeg zijn om in het
30 oppervlaktewater te worden geloosd. Het slib wordt opgeslagen in speciale
31 opslagvijvers.

naar: *Technisch Weekblad*

De vragen 22 tot en met 27 hebben betrekking op tekstfragment 4.

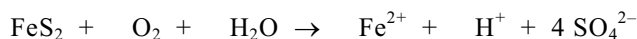
In regel 3 worden vervuilende verbindingen genoemd. Niet alle daar genoemde verbindingen zijn even slecht voor de gezondheid. Aan de hand van ADI-waarden kan een uitspraak worden gedaan over de mate van schadelijkheid voor de gezondheid.

- 3p **22** Laat aan de hand van een berekening met de ADI-waarde van cadmium zien dat cadmium schadelijker voor de gezondheid is dan koper. Ga uit van een persoon van 60 kg en ga ervan uit dat de in Binas gegeven ADI-waarden gebruikt mogen worden.
- 1p **23** Bereken $[\text{H}^+]$ in mol L^{-1} in het water van de Berkeley Pit in 2001.
- 3p **24** Bereken hoeveel kg opgelost koper (Cu^{2+}) het water van de Berkeley Pit in 2001 in totaal bevatte ($1,0$ miljard liter = $1,0 \cdot 10^9$ liter).

Eindexamen scheikunde havo 2004-II

In de regels 16 en 17 is de reactie beschreven die veroorzaakt dat het water in de Berkeley Pit zuur wordt. Dat bij deze reactie ook een oplossing van ijzer(II)sulfaat ontstaat, is niet vermeld.

Hieronder is de vergelijking van deze reactie gedeeltelijk weergegeven. Alle formules en één juiste coëfficiënt zijn gegeven; de andere coëfficiënten ontbreken.



- 2p **25** Neem de vergelijking over en maak deze kloppend door de ontbrekende coëfficiënten in te vullen.

Door het toevoegen van kalksteen (regel 26) treden verschillende reacties op: de in het water aanwezige H^+ ionen reageren en er wordt slib gevormd.

- 3p **26** Geef de vergelijking van de reactie van kalksteen met H^+ ionen.

- 2p **27** Leg uit of het geleidingsvermogen van het gezuiverde water groter of kleiner is dan het geleidingsvermogen van het ongezuiverde water.

Het artikel over de kopermijn wordt hieronder vervolgd.

tekst- 32 Het toevoegen van kalksteen aan het water van de Berkeley Pit is niet de meest
fragment 5 33 elegante oplossing omdat men met grote hoeveelheden vervuild slib blijft zitten.
34 Daarom wordt ook gezocht naar andere methoden.
35 De bioloog Grant Mitman gelooft dat het mogelijk moet zijn om het water van de
36 Berkeley Pit schoon te maken met behulp van algen. Sommige algen absorberen
37 metalen, andere algen produceren bicarbonaationen die de pH van het water
38 omhoog stuwen.
39 Onder invloed van zonlicht zetten algen bovendien koolstofdioxide en water om in
40 suiker (glucose) dat voedsel is voor grotere organismen (bijvoorbeeld schimmels).
41 Deze organismen consumeren op hun beurt metaalabsorberende algen, waardoor
42 een verdere concentratie van metalen wordt bereikt.

naar: Technisch Weekblad

De vragen 28 tot en met 30 hebben betrekking op tekstfragment 5.

In regel 37 worden bicarbonaationen genoemd. Bicarbonaat is een triviale naam.

- 1p **28** Geef de formule van het bicarbonaation.

Bicarbonaationen kunnen, afhankelijk van de omstandigheden, als zuur of als base reageren.

- 2p **29** Moeten de bicarbonaationen als zuur of als base reageren in het water van de Berkeley Pit? Geef een verklaring voor je antwoord. Vermeld in je verklaring een gegeven uit de tekst dat je hebt gebruikt om tot je antwoord te komen.

In regel 39 en 40 van tekstfragment 5 wordt een proces beschreven. Bij de beschrijving van dit proces wordt één van de reactieproducten niet genoemd.

- 2p **30** Geef de naam van het proces dat in regel 39 en 40 wordt beschreven en de naam van het reactieproduct dat niet wordt genoemd.

Noteer je antwoord als volgt:

naam proces: ...

naam niet genoemd reactieproduct: ...