

## Forams

### tekstfragment 1

#### Ademloos leven in de modder

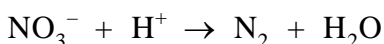
- 1 Foraminiferen (forams) zijn eencellige schelpdieren die  
2 biologen en geologen al heel lang fascineren. Nu blijken  
3 ze ook nog nitraten te ademen in plaats van lucht.
- 4 Forams zijn eencellige organismen met een celkern en een extern skeletje ter  
5 grootte van eentiende millimeter. Tot nog toe werd gedacht dat bacteriën het  
6 beestje voorzagen van de broodnodige energie. Uit onderzoek aan forams  
7 afkomstig uit de modderige zeebodem van een Zweeds fjord is gebleken dat de  
8 schelpdierdjes helemaal zelf de energie uit nitraat halen. Daarna ademen ze  
9 onschuldig stikstofgas uit. Een groot gedeelte van het stikstofgehalte in de lucht  
10 is afkomstig van deze nitraatademende diertjes.
- 11 Met z'n duizenden zitten ze op een kluitje in de zuurstofloze modder. Af en toe  
12 bewegen ze een centimeter of drie omhoog in de modder en nemen daar nitraat  
13 uit het zeewater op. Vervolgens nestelen ze zich weer dieper in de modder,  
14 buiten bereik van hun natuurlijke vijanden. De schelpdierdjes kunnen het aldus  
15 een maand uitzingen voordat ze weer nieuwe brandstof moeten tanken.
- 16 Dat de forams zelfstandig nitraat verbranden, kwam aan het licht door levende  
17 schelpdierdjes in het lab 'zwaar nitraat' te voeren. Dat bevat stikstof met  
18 massagetal 15. Zoals verwacht ademden ze 'zwaar' stikstofgas uit.

*naar: de Volkskrant*

'Zwaar' stikstofgas (regel 18) bestaat uit stikstofmoleculen waarin uitsluitend stikstofatomen voorkomen met massagetal 15.

- 2p 1 Hoeveel protonen en hoeveel neutronen bevat een molecuul 'zwaar' stikstof?  
Noteer je antwoord als volgt:  
aantal protonen: ...  
aantal neutronen: ...

Uit de regels 8 en 9 blijkt dat nitraat wordt omgezet tot stikstof. Dit is een redoxreactie waarbij de nitraationen optreden als oxidator. Hieronder is de vergelijking van de betreffende halfreactie onvolledig weergegeven. De coëfficiënten en  $e^-$  zijn weggelaten.



- 3p 2 Neem deze vergelijking over, voeg aan de juiste kant van de pijl  $e^-$  toe en maak de vergelijking kloppend door de juiste coëfficiënten in te vullen.

- 2p 3 Is de redoxreactie waarbij de forams nitraat gebruiken een exotherme of een endotherme reactie? Motiveer je antwoord met een gegeven uit de regels 1 tot en met 10 van tekstfragment 1.

Het gebruik van 'brandstof' (regel 15) en 'verbranden' (regel 16) is chemisch gezien onjuist en niet in overeenstemming met de rest van tekstfragment 1. Door deze woorden te vervangen door andere woorden is het mogelijk om de tekst chemisch gezien te laten kloppen.

- 2p 4 Door welk woord kan 'brandstof' (regel 15) en door welk woord kan 'verbranden' (regel 16) worden vervangen zodat de tekst chemisch gezien juist is? Noteer je antwoord als volgt:  
'brandstof' vervangen door: ...  
'verbranden' vervangen door: ...

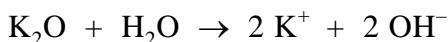
## Tabel 45A

---

Met behulp van Binas-tabel 45A kan worden nagegaan of er een neerslag kan ontstaan wanneer twee zoutoplossingen worden samengevoegd. Bart voegt een oplossing van zinksulfaat bij een oplossing van natriumfosfaat. Er ontstaat een neerslag. Bart zegt dat uit tabel 45A blijkt dat het neerslag bestaat uit zinkfosfaat.

- 1p 5 Geef de formule van zinkfosfaat.  
1p 6 Hoe blijkt uit tabel 45A dat bij de proef van Bart een neerslag van zinkfosfaat ontstaat?

In tabel 45A staat bij een aantal combinaties van ionen een 'r'. Dit betekent dat het betreffende zout met water reageert. Wanneer kaliumoxide in water wordt gebracht, treedt de volgende reactie op.



- 2p 7 Leg uit, aan de hand van de formules van de deeltjes in de reactievergelijking, of deze reactie een zuur-base reactie is of een redoxreactie.

Bij de combinatie van ammoniumionen en carbonaationen staat een 'o': ammoniumcarbonaat ontleedt in water. Bij deze ontleding vindt een zuur-base reactie plaats tussen de ionen die bij het oplossen van de stof vrijkomen. Bij deze reactie ontstaat onder andere  $\text{CO}_2$ .

- 3p 8 Geef de vergelijking van de ontleding van ammoniumcarbonaat in water.

## Wegwerpaansteker

Een van de onderdelen van een wegwerpaansteker is een plastic vaatje met daarin een vloeibaar gemaakt gas. Het gas is brandbaar en kan worden aangestoken met een vonkje. Het vonkje ontstaat wanneer een ruw metalen wielletje langs een zogenoemd vuursteentje gaat.

André en Robbert hebben de wegwerpaansteker gekozen als onderwerp voor hun profielwerkstuk. Daarbij hebben ze de volgende onderzoeksvragen genoteerd:

- I Is het plastic waarvan het vaatje gemaakt is, een thermoplast of een thermoharder?
- II Uit welke stof of stoffen bestaat het vloeibaar gemaakte gas?
- III Uit welke stof of stoffen bestaat het vuursteentje?
- IV Hoeveel energie komt vrij wanneer je met de aansteker een vlammetje maakt om een kaars aan te steken?

André en Robbert beginnen met het lezen van de informatie op de verpakking van de wegwerpaansteker. Er staat onder andere "niet aan temperaturen boven 50 °C blootstellen". Daarom vermoeden ze dat het plastic waarvan het vaatje gemaakt is, een thermoplast is. Om dit te onderzoeken, nemen ze een stukje plastic waarvan het vaatje is gemaakt en brengen dit in water met een temperatuur van 60 °C. Het plastic blijkt niet zacht te worden.

- 2p **9** Kan uit deze waarneming de conclusie worden getrokken dat het onderzochte plastic een thermoharder is? Motiveer je antwoord.

Om achter de samenstelling van het vloeibaar gemaakte gas te komen, maken André en Robbert gebruik van internet. Op de site van een fabrikant vinden ze dat de vulling van wegwerpaanstekers meestal bestaat uit butaan. "Een mengsel van het I- en het N-type", staat er. Hiermee worden iso-butaan en normaal-butaan bedoeld, de twee isomeren met molecuulformule  $C_4H_{10}$ .

- 2p **10** Geef de structuurformules van de twee isomeren met molecuulformule  $C_4H_{10}$ .

Ze gaan op zoek naar informatie over de samenstelling van een vuursteentje. André vindt dat vuursteentjes die vonken geven als je ze tegen elkaar slaat, voornamelijk uit silica bestaan. Hij vindt ook informatie over een aantal eigenschappen van silica.

Volgens de informatie die Robbert vindt, bestaat een vuursteentje uit zogenoemd mischmetaal: een legering die voornamelijk bestaat uit de metalen cerium en lanthaan.

Na overleg over de informatie die ze hebben gevonden, willen ze gaan onderzoeken of een vuursteentje elektrische stroom geleidt. Ze bespreken dit idee met hun docent. Deze zegt: „Als je ervan uitgaat dat een vuursteentje óf van silica óf van mischmetaal is, dan is jullie onderzoek naar stroomgeleiding inderdaad geschikt om vast te stellen uit welke stof het vuursteentje bestaat.”

- 2p 11 Leg uit welke informatie over silica André kan hebben gevonden, waardoor onderzoek naar elektrische geleiding geschikt is om vast te stellen of een vuursteentje uit silica of mischmetaal bestaat.

Noteer je antwoord als volgt:

informatie over silica: ...

uitleg: ...

André en Robbert kopen een paar vuursteentjes. Voor hun onderzoek bouwen ze een opstelling waarmee ze kunnen nagaan of het vuursteentje elektrische stroom geleidt.

Wanneer het vuursteentje wordt opgenomen in een stroomkring blijkt het de elektrische stroom niet te geleiden. Nu denken André en Robbert te weten uit welke stof een vuursteentje bestaat. Hun docent vindt echter dat ze het vuursteentje een bepaalde behandeling hadden moeten geven voordat ze hun onderzoek naar stroomgeleiding uitvoerden.

Robbert herinnert zich dat in de informatie over het mischmetaal ook was vermeld dat cerium en lanthaan allebei gemakkelijk reageren met zuurstof uit de lucht, waarbij cerium(IV)oxide en lanthaan(III)oxide ontstaan. Een stukje mischmetaal is daarom vrijwel altijd bedekt met een laagje van deze oxiden.

- 3p 12 Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van lanthaan(III)oxide uit lanthaan en zuurstof.

- 1p 13 Geef aan wat André en Robbert met het vuursteentje hadden moeten doen voordat ze het geleidingsvermogen onderzochten.

Voor de beantwoording van de laatste deelvraag wegen André en Robbert een aansteker en maken er 40 keer een vlammetje mee. Daarna wegen ze de aansteker opnieuw. Deze blijkt 0,15 gram lichter te zijn geworden. Verder hebben ze gevonden dat  $2,9 \cdot 10^6$  joule aan energie vrijkomt bij de volledige verbranding van 1,0 mol  $C_4H_{10}$  (aanstekergas).

- 3p 14 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van  $C_4H_{10}$ .

- 3p 15 Bereken uit de resultaten van de bovenstaande proef hoeveel joule gemiddeld vrijkomt bij zo'n vlammetje. Neem daarbij aan dat 0,15 g  $C_4H_{10}$  volledig is verbrand.

In de discussie geven André en Robbert aan dat de hoeveelheid energie die ze met hun gegevens hebben berekend, anders is dan de hoeveelheid energie die is vrijgekomen bij hun experiment. Dit leiden ze af uit de waarneming dat de vlammetjes geel van kleur waren.

- 2p 16 Beredeneer hoe uit deze waarneming kan worden afgeleid dat de hoeveelheid energie die vrijkomt bij zo'n vlammetje anders is dan de in vraag 15 berekende energie.

**Bier brouwen**

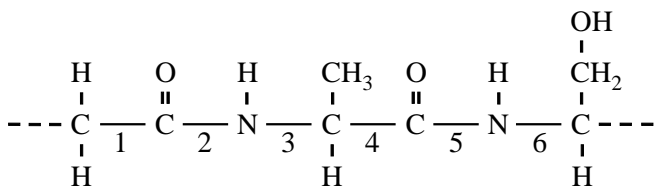
Het brouwen van bier begint met de verwerking van gerst tot de zogenoemde mout. Mout is rijk aan zetmeel (amylose) en enzymen. De mout wordt vervolgens gemengd met water en opgewarmd. Onder invloed van de aanwezige enzymen reageert het zetmeel met een bepaalde stof tot maltose.

- 2p **17** Met welke stof reageert zetmeel bij deze omzetting en welke functie hebben de enzymen daarbij? Maak gebruik van Binas-tabel 67A.  
 Noteer je antwoord als volgt:  
 stof die met zetmeel reageert: ...  
 functie van de enzymen: ...

Ook worden tijdens deze fase van het brouwproces eiwitten gehydrolyseerd. Sommige eiwitten worden daarbij volledig gehydrolyseerd.

- 1p **18** Geef de naam van de soort stoffen die ontstaat bij de volledige hydrolyse van eiwitten.

Hieronder is een fragment getekend van een eiwitmolecuul.

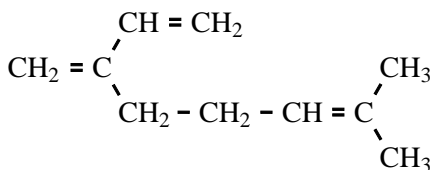


- 2p **19** Geef de nummers van de bindingen die worden verbroken bij de volledige hydrolyse van dit fragment.

Na enige tijd wordt het mengsel gefiltreerd. Het filtraat wordt gekookt. Tijdens het koken worden vruchtbolletjes van de hopplant toegevoegd die voor tal van geur- en/of smaakstoffen zorgen.

- 1p **20** Geef de naam van de scheidingsmethode waardoor de geur- en/of smaakstoffen in het brouwsel terechtkomen.

Een voorbeeld van zo'n stof is myrceen:



Er komt uiteindelijk niet veel myrceen voor in bier: het lost slecht op in water en verdampt gemakkelijk.

# Eindexamen scheikunde havo 2008-II

havovwo.nl

---

- 2p **21** Verklaar aan de hand van de structuurformule waarom myrceen slecht oplost in water.

Bovendien wordt een deel van het myrceen door een additiereactie met water omgezet tot myrcenol. Hierbij reageert één watermolecuul per myrceenmolecuul.

- 2p **22** Geef een mogelijke structuurformule van myrcenol.

Na het koken met de vruchtbolletjes van de hopplant wordt het mengsel opnieuw gefiltreerd. Nadat biergist is toegevoegd aan het filtraat laat men het mengsel enige dagen gisten. Hierbij wordt glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) omgezet tot alcohol (= ethanol =  $C_2H_6O$ ) en koolstofdioxide.

- 2p **23** Geef de reactievergelijking in molecuulformules van deze omzetting.

Het mengsel dat tijdens de gisting is ontstaan, moet daarna nog enkele weken 'narijpen' voordat het (na filtratie) als bier kan worden gedronken. Tijdens het narijpen ontstaan onder andere esters die het bier zijn speciale geur en smaak geven. Een voorbeeld van zo'n ester is de ester die ontstaat door reactie van hexaanzuur met ethanol.

- 3p **24** Geef de structuurformule van deze ester.

## Tanderosie

### tekstfragment 2

#### Bronwater met bubbels beter voor tanden

- 1 Tanderosie is het verschijnsel dat tandglazuur oplost door gebruik van zure
- 2 voeding. Het vervelende is dat daarbij het principe geldt van weg is weg.
- 3 Eenmaal opgelost tandglazuur komt nooit meer terug. Vooral mensen die drie
- 4 keer per dag sinaasappels eten of veel vruchtensap drinken, kunnen op den
- 5 duur last krijgen van tanderosie. Ook frisdranken veroorzaken tanderosie: de
- 6 tanden worden geler en brokkelen op den duur af. Veel zuur zit bijvoorbeeld in
- 7 cola, cassis en up-dranken. Volgens de informatiefolder van het Academisch
- 8 Centrum Tandheelkunde te Amsterdam zit er in frisdrank soms wel 300 gram
- 9 citroenzuur per liter.
- 10 Gelukkig hebben onderzoekers van de Universiteit van Birmingham nu
- 11 aangetoond dat koolzuurhoudend bronwater de tanden niet aantast.
- 12 In tegenstelling tot wat men meestal denkt, is bronwater met koolzuurgas, zoals
- 13 Spa rood, dus helemaal niet slecht voor de tanden.

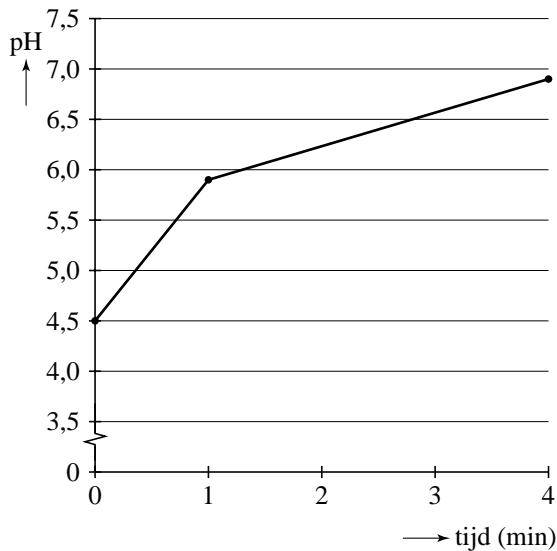
*naar: De Telegraaf*

Het verschijnsel dat in regel 1 wordt beschreven, is in feite een reactie tussen een zuur bevattende frisdrank en hydroxyapatiet, het hoofdbestanddeel van tandglazuur. Hydroxyapatiet is een zout met formule  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ .

- 2p **25** Geef de formule van een soort deeltjes in hydroxyapatiet die reageert met het zuur in cola.

Jaap las in een ander artikel over tanderosie dat koolzuurhoudend mineraalwater en citroen-ijsthee ongeveer dezelfde pH (ca. 3,9) hebben. Consumptie van koolzuurhoudend mineraalwater leidt nauwelijks tot tanderosie. Consumptie van dezelfde hoeveelheden citroen-ijsthee leidt op den duur wel tot tanderosie. Een oorzaak is dat het pH-herstel van het speeksel na consumptie van citroen-ijsthee langer duurt dan na consumptie van koolzuurhoudend mineraalwater. Met pH-herstel wordt het stijgen van de pH van de mondvlloeistof bedoeld. Uiteindelijk bereikt de pH weer de oorspronkelijke waarde van 7,2. Het onderzoek naar pH-herstel wordt als volgt uitgevoerd. Een aantal proefpersonen spoelt gedurende één minuut de mond met 5 mL van een bepaalde (fris)drank. Nadat de mond is leeg gespuugd, wordt de pH van de uitgespuugde mondvlloeistof gemeten ( $t = 0$  min). Na één minuut en na vier minuten wordt de mondvlloeistof opnieuw uitgespuugd en wordt de pH hiervan gemeten. In diagram 1 is het resultaat van het onderzoek met citroen-ijsthee weergegeven.

diagram 1



Jaap vindt in het artikel geen gegevens over het pH-herstel bij koolzuurhoudend mineraalwater. Hij vindt het onderzoek zo leuk dat hij samen met een aantal klasgenoten hetzelfde onderzoek met koolzuurhoudend mineraalwater gaat doen. Ze besluiten om niet alleen na één en vier minuten maar ook na twee en drie minuten de pH van de uitgespuugde mondvlloeistof te meten. Uit hun onderzoek blijkt dat het pH-herstel sneller verloopt dan bij citroen-ijsthee:

- op  $t = 0$  min is het pH-herstel al groter dan bij citroen-ijsthee;
- de laatste minuut is geen pH-herstel meer te meten.

Op de uitwerkbijlage is het diagram voor citroen-ijsthee opnieuw weergegeven.

- 2p **26** Geef in het diagram op de uitwerkbijlage met  $\nabla$  de pH-waarden weer bij 0, 1, 2, 3 en 4 minuten die in overeenstemming zijn met de (meet)resultaten van Jaap en zijn klasgenoten.

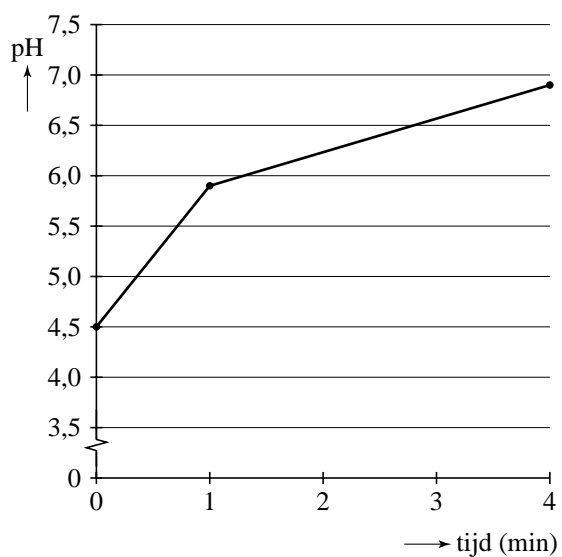
Jaap twijfelt aan de bewering in tekstfragment 2 dat er soms wel 300 gram citroenzuur per liter frisdrank aanwezig is. Op school onderzoekt hij de concentratie citroenzuur in een up-drink. Hij brengt 25,0 mL van deze drank in een erlenmeyer en verwarmt de inhoud enige tijd om alle opgeloste koolstofdioxide te verwijderen. Na afkoelen van de vloeistof moet hij 23,3 mL 0,0500 M natronloog toevoegen om alle citroenzuur te laten reageren.

- 4p **27** Bereken het aantal gram citroenzuur per liter in de onderzochte up-drink. Neem aan dat de citroenzuurmoleculen en de toegevoegde  $\text{OH}^-$  ionen reageren in de molverhouding 1 : 3 en dat natronloog alleen met citroenzuur reageert. De molaire massa van citroenzuur bedraagt  $192,1 \text{ g mol}^{-1}$ .



uitwerkbijlage

26



## 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  $\text{Na}^+$  ionen en  $\text{CN}^-$  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.

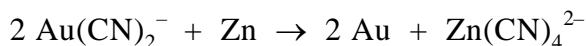
De tijd die nodig is om alle goud te laten reageren, hangt af van de korrelgrootte van het fijngemalen goudbevattende gesteente.

- 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:

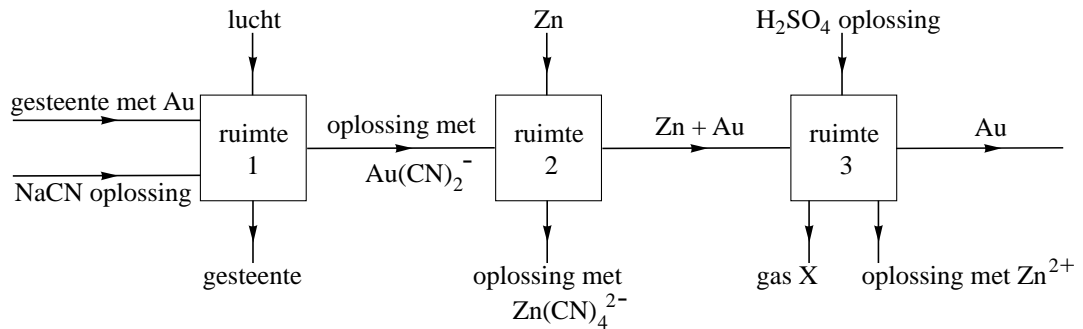


- 3p **31** Bereken hoeveel kg zink volgens deze reactie heeft gereageerd voor de vorming van 10 kg goud.

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.

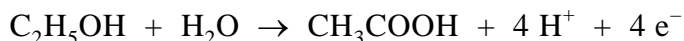
- 2p **32** Leg uit welk gas ontstaat bij de reactie in ruimte 3.

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.

## Wijnbederf

Een geopende fles wijn smaakt na een paar dagen zuur. Deze verzuring is het gevolg van de omzetting van alcohol (ethanol) tot azijnzuur (ethaanzuur) onder invloed van azijnzuurbacteriën. Deze bacteriën werken alleen in aanwezigheid van zuurstof. Bij deze reactie is ethanol de reductor en zuurstof de oxidator. De vergelijking van de halfreactie voor de reductor luidt als volgt:

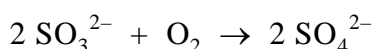


- 3p **34** Geef de halfreactie van de oxidator en leid met behulp van deze halfreactie en de bovenstaande halfreactie de vergelijking af van de totale redoxreactie.

Van een fles wijn die een paar dagen heeft opengestaan wordt de pH gemeten. Deze blijkt 3,18 te zijn.

- 2p **35** Bereken de  $[\text{H}^+]$  in mol L<sup>-1</sup> in deze wijn. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

Om de verzuring tegen te gaan wordt aan sommige wijnsoorten natriumsulfiet toegevoegd. Sulfiet reageert met zuurstof:



Hierdoor zijn de azijnzuurbacteriën niet in staat alcohol om te zetten tot azijnzuur. Aan een bepaalde wijn wordt zoveel natriumsulfiet toegevoegd dat deze 200 mg SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> per liter bevat.

- 3p **36** Bereken hoeveel mg zuurstof maximaal kan reageren met 200 mg SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

In Binas-tabel 95 B2 is de ADI-waarde van 'sulfiet' vermeld als 'berekend als SO<sub>2</sub>'. Bij deze berekening wordt één mol SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> gelijkgesteld aan één mol SO<sub>2</sub>. Een vrouw van 62 kg drinkt twee glazen wijn. Deze wijn bevat 200 mg SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> per liter.

- 3p **37** Ga door berekening na of in dit geval de ADI-waarde van sulfiet wordt overschreden.  
Ga er hierbij van uit dat een glas 120 mL wijn bevat en dat de vrouw, behalve de 'sulfiet' uit de twee glazen wijn, geen 'sulfiet' binnenkrijgt.