

## Ouderdomsbepaling

### tekstfragment 1

Er zijn verschillende manieren om de ouderdom van gesteenten te bepalen. Eén daarvan is de kalium-argonmethode ( $^{40}\text{K}$  -  $^{40}\text{Ar}$ -methode). Deze methode is gebaseerd op de veronderstelling dat vloeibare gesteenten geen argon kunnen bevatten. Men gaat hiervan uit omdat argon behoort tot een groep elementen die zich chemisch niet laat binden. Bovendien kan argon gemakkelijk uit een gesmolten massa ontsnappen omdat het een gas is. Om deze redenen veronderstelt men dat alle  $^{40}\text{Ar}$  dat in een gesteente aanwezig is, pas na het stollen van dat gesteente is gevormd uit  $^{40}\text{K}$ . De uitkomst van de berekeningen met deze methode zijn van belang geweest om de ouderdom van de aardkorst en van vulkanische gesteenten te bepalen.

*naar: <http://users.pandora.be/rudi.meekers/creabel/dating.htm>*

- 1p 1 Geef de naam van de groep elementen in het periodiek systeem die in de regels 4 en 5 van tekstfragment 1 wordt bedoeld.

Atomen zijn opgebouwd uit protonen, neutronen en elektronen.

- 2p 2 Geef in de tabel op de uitwerkbijlage aan of het aantal protonen, neutronen en elektronen in een atoom  $^{40}\text{K}$  gelijk of ongelijk is aan het aantal protonen, neutronen en elektronen in een atoom  $^{40}\text{Ar}$ . Noteer je antwoord door in de tabel "gelijk" of "ongelijk" in te vullen.

Bij de kalium-argonmethode wordt het gesteente zo behandeld dat de hoeveelheid  $^{40}\text{Ar}$  kan worden gemeten. Bij gesteenten die voor een gedeelte bestaan uit olivijn wordt soms een onjuiste ouderdom bepaald. Dit wordt veroorzaakt doordat tijdens het stollen van olivijn al een hoeveelheid  $^{40}\text{Ar}$  in de olivijnkristallen werd ingesloten.

- 2p 3 Beredeneer of ten gevolge van het insluiten van  $^{40}\text{Ar}$  tijdens het stollen de ouderdom van het gesteente als ouder of als jonger dan de werkelijke ouderdom wordt bepaald.

Olivijnkristallen bestaan onder andere uit magnesiumorthosilicaat ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ). Uit de formule van magnesiumorthosilicaat kan de formule van het orthosilicaation worden afgeleid.

- 1p 4 Geef de formule van het orthosilicaation.

**uitwerkbijlage**

2

	in $^{40}\text{K}$ en in $^{40}\text{Ar}$
aantal protonen	
aantal neutronen	
aantal elektronen	



## Spijt van je tatoeage

---

Deze opgave gaat over het verwijderen van tatoeages. Bij dit examen is een artikel hierover opgenomen. Van sommige stoffen die in het artikel worden genoemd, zijn de structuurformules gegeven. Lees eerst het artikel.

Uit de regels 5 en 6 is niet op te maken of “pigmentdeeltjes” en “resten” worden bedoeld op microniveau dan wel op macroniveau (stofniveau).  
Uit de regels 9 tot en met 11 kan dit wel worden opgemaakt.

- 2p **9** Beargumenteer aan de hand van de regels 9 tot en met 11 of “pigmentdeeltjes” en “resten” worden bedoeld op microniveau dan wel op macroniveau.

De schadelijkheid van een stof in het lichaam is onder andere afhankelijk van de oplosbaarheid. Stoffen die oplosbaar zijn in water verdwijnen over het algemeen sneller uit het lichaam dan stoffen die oplosbaar zijn in vet. *p*-Dichloorbenzeen en *p*-nitrotolueen lossen slecht op in water.  
De MAC-waarde van *p*-nitrotolueen is  $28 \text{ mg m}^{-3}$ .

- 2p **10** Leg uit dat de MAC-waarde niet geschikt is om aan te geven dat *p*-nitrotolueen schadelijk is voor de getatoeëerde persoon bij de laserbehandeling.

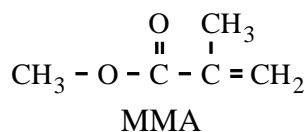
Propanol (regel 24) is een onvolledige systematische naam. Er zijn twee stoffen die met deze naam bedoeld kunnen zijn.

- 2p **11** Geef de structuurformules van deze twee stoffen.

In de regels 24 en 25 worden vijf stoffen genoemd die zouden zijn aangetroffen in “Tattoo remover”. In werkelijkheid zijn deze stoffen (ingrediënten) gebruikt bij het samenstellen van de pasta. Van een aantal genoemde stoffen is het namelijk onwaarschijnlijk dat ze als zodanig in de pasta worden aangetroffen doordat ze met elkaar kunnen reageren.

- 2p **12** Geef de namen van twee stoffen uit de regels 24 en 25 die met elkaar kunnen reageren. Licht je antwoord toe.

PMMA (regel 31) is een additiepolymeer van methylmethacrylaat (MMA).



MMA is ontstaan door de verestering van 2-methylpropeenzuur met een andere verbinding.

- 1p **13** Geef de structuurformule van die andere verbinding.
- 3p **14** Geef de structuurformule van een fragment uit het midden van het polymeer PMMA. Dit fragment moet uit drie monomeereenheden bestaan.

De Infinitink methode, die in de laatste alinea wordt genoemd, lijkt niet de nadelen te hebben van de andere methodes uit het artikel. Zo zullen er waarschijnlijk geen ontstekingen ontstaan.

De beschreven verwijdering van een tatoeage van Infinitink wordt als een beter alternatief aangemerkt. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat onderzoek is uitgevoerd aan dit alternatief.

- 2p **15** Formuleer twee onderzoeksvragen die betrekking hebben op de eventuele schadelijkheid van de beschreven verwijdering van een Infinitink tatoeage.

## Spijt van je tatoeage

### artikel

#### **Een tatoeage verwijderen met laserlicht duurt lang en is prijzig**

Met het aantal tatoeages groeit ook het aantal mensen dat spijt heeft.

De tattoo is bedoeld voor eeuwig. De inkt zit 1 tot 1,5 mm diep in de huid, stevig ingekapseld.

- 5 Echter, met een laser zijn de pigmentdeeltjes te verhitten, waarna de resten zich verspreiden door het lichaam.

De tatoeage vervaagt, maar er is geen garantie dat hij helemaal en zonder littekens verdwijnt. Misschien is laseren ook niet gezond.

- 10 Bij onderzoek aan de ontledingsproducten die bij het laseren van de populaire rode tatoeage-inkt *Cardinal Red* ontstaan, werden onder meer *p*-dichloorbenzeen en *p*-nitrotolueen gevonden, allebei schadelijke stoffen.

#### **'Chemisch verwijderen' is bepaald geen beter idee**

"Goedkoop en 100 procent veilig", zo presenteren schoonheidssalons chemische tatoeageverwijderaars. Met een naald en tatoeëerapparaat

- 15 worden irriterende stoffen net onder de tatoeage in de huid gebracht. Daar veroorzaken ze een ontsteking. Het pigment (kleurstof) verdwijnt vervolgens samen met de korst op de zwerende wond. De ontstekingsreactie leidt echter in sommige gevallen tot ernstige complicaties.

Voor het injecteren van ontstekingsopwekkende middelen is tot nu toe geen

- 20 medische achtergrond vereist. Dirk van Aken van de Voedsel en Waren Autoriteit: „De middelen zijn een grensgeval tussen waren en geneesmiddelen. Gezien de samenstelling en verschillende meldingen van infecties hebben we een onderzoek ingesteld.” In "Tattoo remover" werden onder meer propanol, benzoëzuur, salicylzuur, magnesiumoxide en  
25 calciumoxide aangetroffen. Van Aken: „De werkzame bestanddelen lijken vooral calciumoxide en salicylzuur. De pasta heeft een pH van 12,8.”

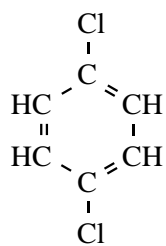
#### **Alternatief**

Harvard Medical School kwam onlangs met een betere chemische vinding op tatoeagegebied. Die ontwikkelde Infinitink, een tatoeage-inkt die zich

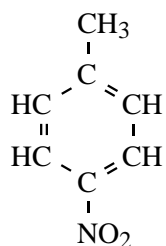
- 30 makkelijker met een laser laat verwijderen. Infinitink bestaat uit nanobolletjes poly-methylmethacrylaat (PMMA) gevuld met een afbreekbaar, niet-toxisch pigment (bijvoorbeeld bèta-caroteen voor oranje). De kleine bolletjes breken makkelijk open bij verhitting door de laser, waarna het pigment vrijkomt dat vervolgens kan worden afgevoerd door het lichaam.

*naar: Chemisch2Weekblad*

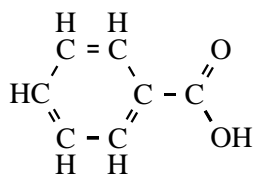
structuurformules



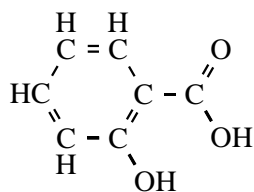
*p*-dichloorbenzeen



*p*-nitrotolueen



benzoëzuur

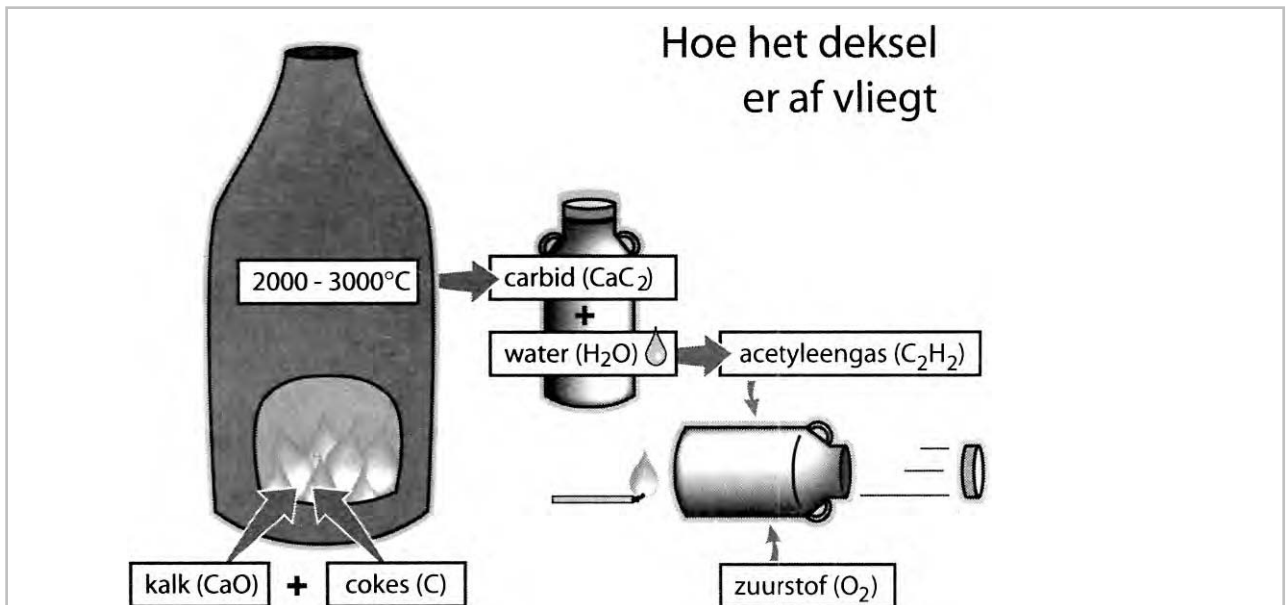


salicylzuur

## Carbid

Calciumcarbide, ook wel carbid genoemd, wordt op het platteland gebruikt bij het zogenaemde melkbusschieten rond oud en nieuw. In een regionale krant is daarover een artikel verschenen. Bij dit artikel is ook een afbeelding opgenomen die de inhoud van het artikel schematisch weergeeft. Afbeelding en artikel zijn hieronder weergegeven.

### krantenartikel



### Een stukje lava met grote explosieve kracht

Een groezelig brokje carbid gaat in een melkbus. Scheutje water er bij, vlammetje: boem! Doffe dreunen doen het Friese platteland beven. Carbid wordt een steeds populairder alternatief voor vuurwerk. Maar wat is het eigenlijk voor goedje?

5

Carbid wordt geproduceerd in Oost-Europa. In enorme elektrische ovens worden calciumoxide en koolstof vermengd en verhit tot 2000-3000 °C. Daarbij versmelten de stoffen tot een soort lava: carbid.

Dit ziet er uit als een klompje steen. Door water toe te voegen aan carbid komt er - met een licht gesis - een chemische reactie op gang:

10

$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$ . Dat is wat er gebeurt.

Er ontstaan twee stoffen: een brandbaar gas (acetyleen) en een wit poeder (gebluste kalk). Bij verbranding reageert het gas uiterst heftig met de zuurstof in de bus. Het gasmengsel zet uit en met een daverende knal wordt het deksel van de melkbus weggeschoten.

15

De kunst van het carbidschieten zit 'm in het maken van een ideaal gasmengsel uit carbid en water. Theoretisch geeft een verhouding van 50 procent acetyleen en 50 procent zuurstof de hardste knal.

naar: Leeuwarder Courant



In het linker gedeelte van de afbeelding wordt de productie van carbid schematisch weergegeven. Deze weergave is niet compleet. Niet vermeld is de verbinding die als gas bij de carbidproductie ontstaat. Welk gas bij de carbidproductie zou kunnen ontstaan, kan uit de afbeelding worden afgeleid.

- 2p **16** Geef de formules van twee verbindingen (gassen) die mogelijk bij de carbidproductie ontstaan.

In regel 11 van het krantenartikel wordt de vorming van acetyleen in de melkbus met behulp van formules weergegeven.

- 2p **17** Behoort acetyleen tot de alkenen? Licht je antwoord toe.

Uit de regels 17 en 18 kan worden afgeleid dat de 'hardste knal' wordt verkregen wanneer de molverhouding acetyleen : zuurstof gelijk is aan 1 : 1. Bij deze verhouding kan geen volledige verbranding optreden.

- 3p **18** Geef de vergelijking van een mogelijke reactie die optreedt in de melkbus wanneer acetyleen en zuurstof reageren in de molverhouding 1 : 1. Ga ervan uit dat alle acetyleen reageert.

Wietse en Tjitske hebben het artikel gelezen en gaan een middagje carbidschieten. Voordat zij beginnen, berekenen zij hoeveel carbid minstens nodig is voor de 'hardste knal'.

Zij gebruiken een melkbus met een inhoud van  $30 \text{ dm}^3$  en nemen het volgende aan:

- lucht bevat 21 volumeprocent zuurstof;
- $1,0 \text{ mol}$  zuurstof heeft een volume van  $23 \text{ dm}^3$ ;
- $1,0 \text{ mol}$  zuurstof reageert met  $1,0 \text{ mol}$  acetyleen;
- uit  $1,0 \text{ mol}$  carbid ontstaat  $1,0 \text{ mol}$  acetyleen;
- er ontsnappen geen gassen uit de melkbus voordat het deksel wordt weggeschoten.

- 2p **19** Bereken hoeveel mol zuurstof aanwezig is in de melkbus die zij gebruiken en die uitsluitend is gevuld met lucht.
- 2p **20** Bereken hoeveel gram carbid met water moet reageren om de 'hardste knal' te geven. Gebruik bij je berekening je antwoord op vraag 19 en bovenstaande gegevens.

## Vitamine C bruistablet

Wanneer je extra vitamine C wilt innemen, kun je kiezen voor bruistabletten. Op de verpakking van bepaalde bruistabletten staat onder andere het volgende:

*Ingrediënten:* Zuurteregelaar (citroenzuur), vulstof (natriumwaterstofcarbonaat), vitamine C, zoetstof (sorbitol, natriumsacharine, natriumcyclamaat), zetmeel, aroma, kleurstof (riboflavine).

*Samenstelling:* Vitamine C, 1000 mg.

Layla voert enkele experimenten uit met deze bruistabletten. Wanneer zij een bruistablet in water brengt, treedt een reactie op waarbij een gas vrijkomt. Om aan te tonen dat dit gas koolstofdioxide is, bouwt Layla een opstelling. Deze opstelling bestaat onder andere uit een wasfles die een oplossing bevat waarmee koolstofdioxide kan worden aangetoond. Op de uitwerkbijlage is de tekening van een wasfles weergegeven.

- 3p **21** Maak op de uitwerkbijlage een tekening van de opstelling die door Layla kan worden gebruikt om koolstofdioxide aan te tonen.  
Neem in de tekening in ieder geval de volgende onderdelen op:
- de reeds getekende wasfles;
  - glaswerk met daarin bruistablet en water;
  - de naam van de oplossing in de wasfles.

Koolstofdioxide ontstaat doordat natriumwaterstofcarbonaat reageert met zuur. Om na te gaan of er voldoende zuur aanwezig is om alle waterstofcarbonaat te laten reageren, meet Layla na afloop van de reactie de pH. Deze blijkt 3,90 te zijn: er is zuur in overmaat.

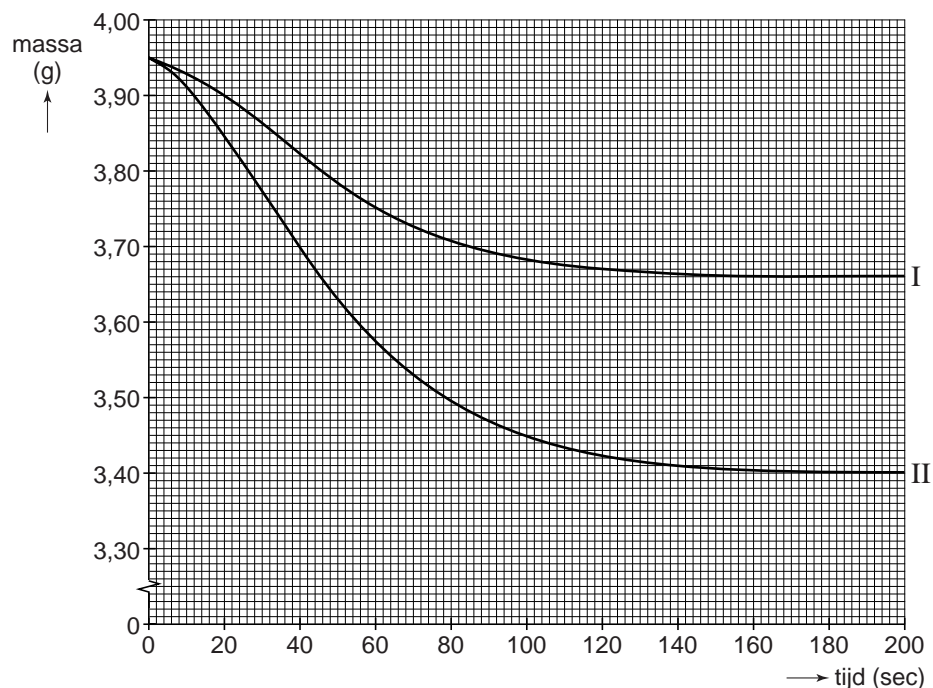
- 2p **22** Bereken  $[H^+]$  in mol L<sup>-1</sup> in de ontstane oplossing.

Alleen over de hoeveelheid vitamine C is informatie gegeven op de verpakking. Layla wil ook bepalen hoeveel gram natriumwaterstofcarbonaat in een tablet zit. Daarom besluit zij te bepalen hoeveel gram koolstofdioxide ontstaat wanneer een bruistablet in water wordt gebracht. Ze gaat daarbij als volgt te werk: Ze zet een bekeerglas met 100 mL water op een balans en zet deze op 0,00 g. Daarna brengt ze een vitamine C bruistablet in het bekeerglas met water en leest direct de massa af. Vervolgens noteert ze om de 20 seconden de massa die de balans aangeeft.

Als de gasontwikkeling is gestopt, zet ze de balans weer op 0,00 g en voegt ze aan de ontstane oplossing opnieuw een bruistablet toe en leest weer direct de massa af. Ook nu noteert ze om de 20 seconden de massa.

De resultaten zijn in het volgende diagram weergegeven.

**diagram 1**



lijn I: eerste bruistablet (in water)

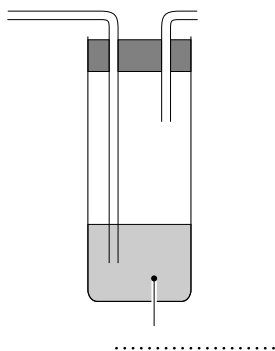
lijn II: tweede bruistablet (in de ontstane oplossing)

Layla is verbaasd dat de massa-afname bij de eerste tablet kleiner is dan bij de tweede tablet. Ze herhaalt het experiment een aantal malen. Daarbij ontdekt ze steeds dat de massa-afname bij de eerste tablet kleiner is dan bij de tweede. Dit wordt veroorzaakt doordat bij de eerste tablet een gedeelte van het ontstane koolstofdioxide oplost en bij de tweede tablet nauwelijks koolstofdioxide oplost.

- 4p **23** Bereken met behulp van diagram 1 hoeveel gram natriumwaterstofcarbonaat ( $\text{NaHCO}_3$ ) in een bruistablet aanwezig is. Ga bij je berekening uit van:
- per mol natriumwaterstofcarbonaat ontstaat één mol koolstofdioxide;
  - natriumwaterstofcarbonaat is de enige stof in de bruistablet waaruit koolstofdioxide ontstaat;
  - koolstofdioxide is het enige gas dat ontstaat.

uitwerkbijlage

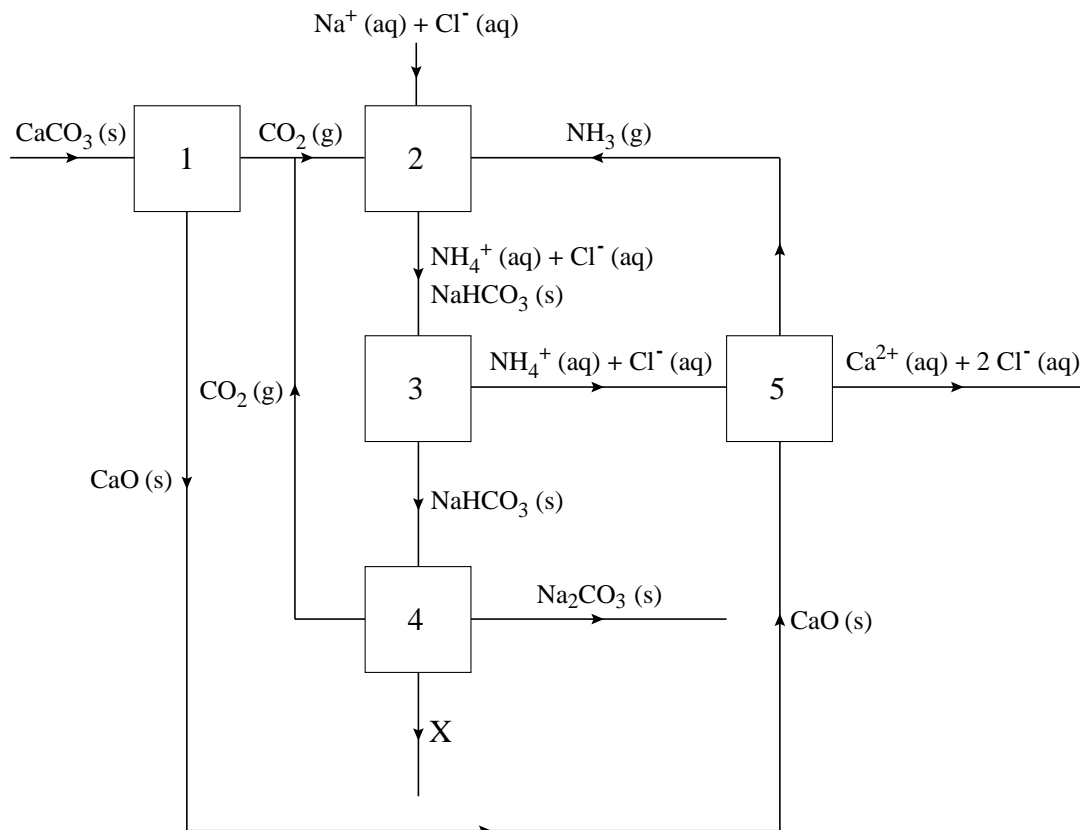
21



## Solvay

Een belangrijk industrieel proces is de productie van natriumcarbonaat uit kalk (voornamelijk  $\text{CaCO}_3$ ) en een geconcentreerde natriumchloride-oplossing. Dit proces wordt het Solvay-proces genoemd. Het gevormde natriumcarbonaat wordt gebruikt bij de productie van onder andere glas, papier en zeep. In onderstaand blokschema is het Solvay-proces weergegeven.

### blokschema



In ruimte 1 wordt bij een temperatuur van  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  calciumcarbonaat ontleed tot calciumoxide en koolstofdioxide. Onder deze omstandigheden worden de bindingen tussen de deeltjes in calciumoxide niet verbroken. Ook de bindingen in de koolstofdioxidemoleculen blijven bestaan.

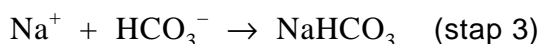
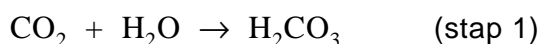
- 2p **24** Geef de naam van het bindingstype tussen de deeltjes in calciumoxide en geef de naam van het bindingstype in koolstofdioxidemoleculen.  
 Noteer je antwoord als volgt:  
 bindingstype in calciumoxide: ...  
 bindingstype in koolstofdioxidemoleculen: ...

Het gevormde koolstofdioxide wordt naar ruimte 2 gebracht. Hierin worden ook een geconcentreerde natriumchloride-oplossing en ammoniak ingevoerd. Het proces dat in ruimte 2 optreedt, kan worden weergegeven met de volgende vergelijking:



Het natriumwaterstofcarbonaat,  $\text{NaHCO}_3$ , ontstaat hierbij als vaste stof. De vergelijking van reactie 1 kan worden beschouwd als de som van drie opeenvolgende reactiestappen.

De reactievergelijkingen van de eerste en de derde stap zijn:



2p **25** Geef de reactievergelijking van stap 2.

Het gevormde natriumwaterstofcarbonaat wordt in ruimte 3 gescheiden van de rest van het reactiemengsel.

1p **26** Geef de naam van een scheidingsmethode die in ruimte 3 gebruikt kan worden.

3p **27** Geef met behulp van gegevens uit het blokschema de reactievergelijking van het proces dat in ruimte 5 plaatsvindt.

In ruimte 4 wordt het natriumwaterstofcarbonaat ontleed. Hierbij ontstaan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}_2$  en een stof X.

1p **28** Geef de formule van stof X.

Uit het blokschema blijkt dat er twee stoffen zijn die gerecycled worden.

2p **29** Geef de formules van deze twee stoffen.

## C-Fix koolstofbeton

In olieraffinaderijen wordt aardolie gescheiden in verschillende fracties. Hierbij ontstaan zogenoemde lichtere en zwaardere fracties. De lichtere fracties bestaan uit moleculen met relatief weinig koolstofatomen. De zwaardere fracties bestaan uit moleculen met relatief veel koolstofatomen. De moleculen in een bepaalde fractie bevatten 30 tot 40 koolstofatomen. Normaal wordt deze fractie gebruikt als brandstof in onder meer grote zeeschepen en elektriciteitscentrales. Bij deze verbranding komt veel koolstofdioxide vrij.

3p **30** Bereken het massapercentage koolstof in de koolwaterstof met de formule  $C_{32}H_{50}$ . Geef je antwoord in twee significante cijfers.

3p **31** Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van  $C_{32}H_{50}$ .

Per ton brandstof ontstaat bij de volledige verbranding van een zwaardere fractie meer koolstofdioxide dan bij de volledige verbranding van een lichtere fractie. Bij de afweging tussen het verbranden van zwaardere of lichtere fracties wordt niet uitsluitend gekeken naar de hoeveelheid koolstofdioxide die per ton brandstof wordt geproduceerd. Ook andere aspecten spelen bij deze afweging een rol, bijvoorbeeld de prijs en de beschikbaarheid van de brandstof.

2p **32** Noem nog twee aspecten die een rol spelen bij de genoemde afweging.

Bij het zoeken naar andere toepassingsmogelijkheden voor een zwaardere fractie van de raffinage is het zogenoemde C-Fix (Carbon-Fixation) proces ontwikkeld. Bij dit proces wordt deze fractie verwarmd tot boven  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  en daarna gemengd met onder andere zand en steentjes. Vervolgens wordt het materiaal in mallen gegoten, aangestampt en afgekoeld. Het product, C-Fix koolstofbeton, kan worden gebruikt in plaats van beton dat met cement wordt gemaakt, het zogenoemde cementbeton. Bij de productie van cement wordt calciumcarbonaat ontleed door verhitting. Daarbij ontstaat een grote hoeveelheid  $\text{CO}_2$ . Het gebruik van C-Fix koolstofbeton in plaats van cementbeton levert daarom een bijdrage aan de vermindering van de uitstoot van  $\text{CO}_2$ . Wanneer bijvoorbeeld een industriële vloer van  $25000\text{ m}^2$  wordt gemaakt van C-Fix koolstofbeton scheelt dat een hoeveelheid  $\text{CO}_2$  die overeenkomt met de hoeveelheid  $\text{CO}_2$  die vrijkomt bij de ontleding van  $1,2 \cdot 10^3$  ton calciumcarbonaat.

2p **33** Bereken hoeveel ton  $\text{CO}_2$  maximaal kan ontstaan bij de ontleding van  $1,2 \cdot 10^3$  ton calciumcarbonaat ( $1,0\text{ ton} = 1,0 \cdot 10^3\text{ kg}$ ). Per mol calciumcarbonaat ontstaat  $1,0\text{ mol CO}_2$ .

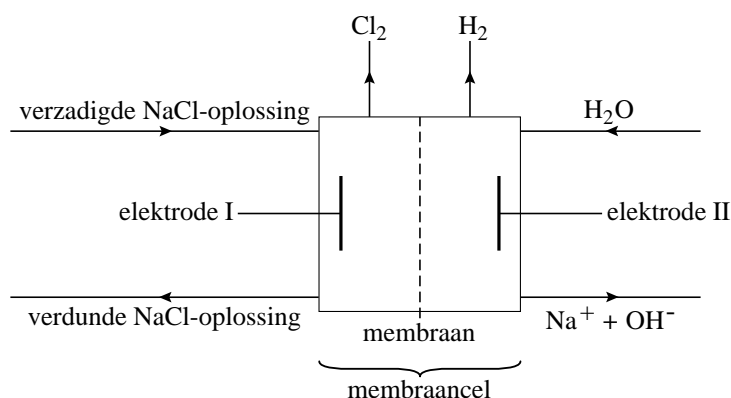
De productie en het gebruik van C-Fix koolstofbeton heeft nog een voordeel: er is sprake van duurzame ontwikkeling.

Er wordt bespaard op grondstoffen doordat C-Fix koolstofbeton kan worden hergebruikt. Wegoppervlak van C-Fix koolstofbeton heeft een levensduur van 20 - 25 jaar, waarna het moet worden vervangen. Het wegoppervlak wordt dan met speciale machines van de weg afgeschraapt en fijngemalen.

- 2p **34** Beschrijf wat met het fijngemalen materiaal moet gebeuren om er nieuw C-Fix koolstofbeton van te maken.

## Chloor

Natriumchloride wordt gebruikt voor de productie van chloor door middel van elektrolyse in een zogenaamde membraan cel. Hieronder staat een schematische weergave van dit productieproces.



Natriumionen kunnen het membraan passeren, andere ionen niet. De natriumionen die het membraan passeren, zijn gehydrateerd. Ze kunnen worden weergegeven met de formule  $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_3^+$ . Op de uitwerkbijlage is schematisch een natriumion weergegeven.

- 2p **35** Teken op de uitwerkbijlage een deeltje  $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_3^+$ . Ga hierbij uit van het reeds getekende natriumion en geef elk watermolecuul weer met  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ .

- 3p **36** Geef de vergelijking van de halfreactie die optreedt aan de negatieve elektrode II.



De bereiding van chloor volgens de membraancelmethode is vrij nieuw. Een chemisch bedrijf wil zo'n fabriek bouwen naast een reeds bestaande fabriek die chloor als grondstof gebruikt. Het chloor wordt nu nog twee keer per week per trein in tanks aangevoerd over een afstand van 85 km vanaf een chloorfabriek die werkt met kwikelektroden. Sommige mensen maken bezwaar tegen de bouw van de nieuwe chloorfabriek. Zij vinden de chloorfabriek te gevaarlijk en nadelig voor het milieu. Het bedrijf wil via een huis-aan-huis-folder zijn plannen toelichten en duidelijk maken welke voordelen – ook voor de (directe) omgeving – wat betreft veiligheid en milieu de nieuwe chloorfabriek heeft. Stel, jij werkt op de communicatie-afdeling die de folder gaat maken. Jij gaat het gedeelte schrijven over de voordelen wat betreft veiligheid en milieu. Je begint met het maken van een lijstje zinnen die je wilt gebruiken in je stukje. In elke zin staat een voordeel wat betreft veiligheid en/of milieu in vergelijking met de huidige praktijk.

2p **37** Schrijf twee van zulke zinnen.

## uitwerkbijlage

35

