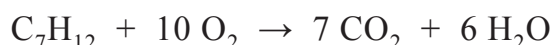


**Snelle auto's**

De meeste auto's rijden op benzine. Benzine is een vloeibaar mengsel van koolwaterstoffen met 4 tot 12 koolstofatomen. Benzine kan met de gemiddelde molecuulformule  $C_7H_{12}$  worden weergegeven.

- 2p 1 Leg uit aan de hand van de gegeven molecuulformule of benzine uitsluitend uit verzadigde koolwaterstoffen kan bestaan.

Benzine wordt in de motor van een auto verbrand volgens:



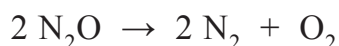
Bij een hogere snelheid wordt in een automotor meer benzine per uur verbrand. Een auto die met een snelheid van 200 km per uur rijdt, verbruikt in een uur ongeveer 33 L benzine. Voor de verbranding van benzine is veel zuurstof nodig. Die zuurstof komt uit de buitenlucht die door de motor wordt aangezogen. Lucht bevat 21 volumeprocent zuurstof.

- 3p 2 Bereken hoeveel L lucht minimaal nodig is voor de verbranding van 33 L benzine.

Maak bij de berekening onder andere gebruik van de volgende gegevens:

- de dichtheid van benzine is  $7,2 \cdot 10^2 \text{ g L}^{-1}$ ;
- de molaire massa van  $C_7H_{12}$  is  $96,17 \text{ g mol}^{-1}$ ;
- 1,0 mol zuurstof heeft een volume van 24 L.

Om een auto voor een korte tijd een flinke dosis extra power te geven, kan men de motor in plaats van lucht, lachgas laten aanzuigen. Lachgas ( $N_2O$ ) is te koop in een cilinder die in een auto kan worden ingebouwd. In de motor ontleedt het lachgas tot stikstof en zuurstof volgens:



Bij gebruik van lachgas reageert benzine in de motor met zuurstof die ontstaat uit de ontledingsreactie van lachgas.

- 2p 3 Leg uit dat 1,0 L reactiemengsel dat uit lachgas ontstaat, meer zuurstof bevat dan 1,0 L lucht. Maak gebruik van het gegeven dat 1 mol van elk soort gas een gelijk volume inneemt.

## Gootsteenontstopper

Thijs koopt een gootsteenontstopper en leest het volgende op het etiket:

### tekstfragment 1

Geen warm water gebruiken.  
Bevat een bijtend/oxiderend/corrosief product.  
Veroorzaakt ernstige brandwonden.  
Bevordert de verbranding van brandbare stoffen.  
Kan bevroren afvoerbuizen ontdooien.  
Kan aluminium, lichte metalen, sommige verfsoorten en niet-hittebestendige afvoerbuizen aantasten.  
Bevat 98-99% NaOH.

Deze gootsteenontstopper bevat vast natriumhydroxide. De werking van het product berust onder andere op het feit dat het oplossen ervan een sterk exotherm proces is. In tekstfragment 1 staan twee waarschuwingen waaruit blijkt dat het oplossen van deze gootsteenontstopper exotherm is.

2p **4** Geef deze twee waarschuwingen.

Onedele metalen zoals aluminium kunnen door een oplossing van gootsteenontstopper worden aangetast.

3p **5** Geef de vergelijking van de reactie van aluminium met een oplossing van natriumhydroxide tot  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  ionen en waterstofgas. Maak gebruik van gegevens uit Binas-tabel 48. Noteer je antwoord als volgt:  
halfreactie reductor: ...  
halfreactie oxidator: ...  
totale reactie: ...

Thijs wil meer weten over chemische gootsteenontstoppers. Hij vindt op internet de informatie die is weergegeven in tekstfragment 2 op de volgende bladzijde.

**tekstfragment 2**

1 Een chemische ontstopper is meestal op basis van vast natriumhydroxide  
2 of zwavelzuur; opgelost in water (vloeibare ontstopper) of in de vorm van  
3 witte korrels. Eén lepel korrels wordt in de afvoer gegoten, gevolgd door  
4 koud water dat voorzichtig met kleine hoeveelheden wordt toegevoegd.  
5 Het is onverstandig om een gootsteenontstopper gebaseerd op loog en  
6 een gootsteenontstopper gebaseerd op zwavelzuur door elkaar te  
7 gebruiken. Niet alleen neutraliseren de stoffen elkaars werking (waardoor  
8 er dus netto geen effect wordt gesorteerd), maar reageren zuren en basen  
9 zeer heftig met elkaar, waarbij kokende (bijtende) vloeistof uit de afvoer  
10 kan spatten.  
11 De werking van een chemische ontstopper berust op hydrolyse van veel  
12 bestanddelen van het aangekoekte vuil, waardoor bijvoorbeeld haren snel  
13 oplossen, en verzeping van de vetten in het aangekoekte vuil. Daardoor  
14 en door de ontwikkelde warmte worden deze zacht tot vloeibaar oplosbaar  
15 en kunnen worden doorgespoeld.

*naar: [www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)*

Met “loog” (regel 5) wordt een natriumhydroxide-oplossing (natronloog) bedoeld.

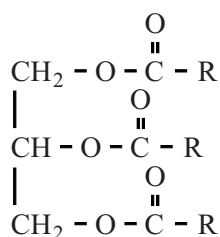
- 2p 6 Geef de vergelijking van de reactie waarbij opgelost natriumhydroxide door opgelost zwavelzuur wordt geneutraliseerd.

In de regels 12 en 13 staat dat haren snel “oplossen” met behulp van een chemische ontstopper. Vermoedelijk wordt iets anders bedoeld. Haren bestaan voornamelijk uit eiwitten. Deze kunnen door een ontstopper worden afgebroken tot kleinere deeltjes.

- 2p 7 Geef aan welk woord beter gebruikt had kunnen worden in plaats van het woord “oplossen” in het fragment “waardoor bijvoorbeeld haren snel oplossen”, en geef aan welke kleinere deeltjes hierbij ontstaan. Geef je antwoord als volgt:  
oplossen: ...  
kleinere deeltjes: ...

Bij “verzeping” (regel 13) vindt een reactie met vet plaats in basisch milieu. Dit kan vereenvoudigd worden weergegeven als een proces in twee stappen. Eerst wordt het vet met water gehydrolyseerd tot vetzuren en glycerol (reactie 1). Vervolgens reageren de vetzuren verder met de aanwezige  $\text{OH}^-$  ionen (reactie 2).

Hieronder is de structuurformule van een vet weergegeven. Hierbij stelt R een willekeurige vetzuurstaart voor.



- 2p **8** Geef de hydrolyse van een vet (reactie 1) in een vergelijking weer. Noteer de koolstofverbindingen in structuurformules. Gebruik voor het vet de structuurformule die hierboven is weergegeven.
- 2p **9** Geef de vergelijking van de reactie waarbij het vetzuur reageert met  $\text{OH}^-$  (reactie 2).

Thijs leest op Wikipedia: „Natriumhydroxide reageert met koolstofdioxide uit de lucht als volgt:



Om dit te voorkomen, moet de ontstopper in een afgesloten verpakking worden bewaard.”

- 3p **10** Beschrijf een experiment waarmee Thijs kan onderzoeken of zijn gootsteenontstopper natriumcarbonaat bevat. Vermeld de handelingen, de waarneming(en) en de bijbehorende conclusie.

## Leven in de mijn

Begin deze eeuw is de bacterie *Desulforudis audaxviator* ontdekt, die op een unieke manier kan (over)leven.

### tekstfragment

1 In een Zuid-Afrikaanse goudmijn leven bacteriën van de soort  
2 *Desulforudis audaxviator* 2,8 km diep onder de grond. Behalve deze  
3 bacteriën zijn er in de mijn geen andere levensvormen aangetroffen. De  
4 bacteriën kunnen organische verbindingen, zoals suikers en aminozuren,  
5 maken uit anorganische verbindingen, zoals waterstofcarbonaat of  
6 koolstofdioxide. Stikstof kan onder andere worden gehaald uit ammoniak.  
7 Het maken van organische bouwstoffen uit anorganische bronnen kost  
8 veel energie. In de mijn is geen licht aanwezig, dus moeten de bacteriën  
9 gebruikmaken van een andere energiebron.  
10 Diep in de goudmijnen is radioactief uraan aanwezig. Onder invloed van  
11 de radioactieve straling vindt er een omzetting plaats van water tot  
12 waterstof en waterstofperoxide (reactie 1).  
13 Pyriet,  $\text{FeS}_2$ , dat ook in de mijn aanwezig is, reageert vervolgens met  
14 waterstofperoxide waarbij onder andere sulfaat ontstaat (reactie 2).  
15 Sulfaat is voor deze bacteriën van levensbelang: ze zetten sulfaat om tot  
16 waterstofsulfide,  $\text{H}_2\text{S}$  (reactie 3). Deze laatste reactie levert de benodigde  
17 energie voor de vorming van organische verbindingen uit anorganische  
18 verbindingen.

naar: Science

- 2p 11 Geef de vergelijking van reactie 1 die is beschreven in het tekstfragment.

Het gevormde waterstofperoxide reageert met pyriet volgens een redoxreactie (reactie 2). Pyriet reageert daarbij als reductor. De vergelijking van de halfreactie van de reductor is hieronder onvolledig weergegeven. De elektronen ( $e^-$ ) en de coëfficiënten zijn weggelaten.



- 3p 12 Neem deze onvolledige vergelijking over, zet  $e^-$  aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

Behalve koolstof zijn ook stikstof en zwavel belangrijke elementen voor levende organismen. In het tekstfragment is een soort organische verbindingen genoemd dat altijd het element stikstof bevat. Dit soort stikstofbevattende organische verbindingen bevat soms ook het element zwavel.

- 2p **13** Geef de naam van het soort stikstofbevattende organische verbindingen dat is genoemd in het tekstfragment. Geef ook een voorbeeld van zo'n verbinding die tevens het element zwavel bevat. Gebruik een Binas-tabel. Noteer je antwoord als volgt:  
naam van het soort stikstofbevattende organische verbindingen: ...  
naam van een stikstof- en zwavelbevattende verbinding: ...

Bij reactie 3 zijn, behalve de genoemde stoffen, ook  $H^+$ ,  $H_2$  en  $H_2O$  betrokken.

- 4p **14** Geef de vergelijking van reactie 3.

Planten halen de energie die zij nodig hebben uit zonlicht. Mensen halen hun energie voornamelijk uit koolhydraten en vetten. Na het lezen van het tekstfragment zou iemand kunnen zeggen dat de genoemde bacteriën "van radioactieve straling leven".

- 2p **15** Geef een argument voor en een argument tegen deze uitspraak. Noteer je antwoord als volgt:  
argument voor: ...  
argument tegen: ...

## Bot

Bot is een buigzaam, maar ook stevig, materiaal. Het in bot aanwezige collageen zorgt voor de buigzaamheid van bot. De stevigheid van bot berust op de aanwezigheid van kalkzouten, voornamelijk calciumhydroxyapatiet en calciumcarbonaat. Deze kalkzouten zijn uit een bot te verwijderen door het bot in verdund zoutzuur te leggen. Hierdoor verdwijnt de stevigheid, maar blijft de buigzaamheid behouden. In onderstaand tekstfragment staat hiervoor een proefbeschrijving.

### tekstfragment

#### Buigbare botten

##### Nodig

- een bot
- een pan
- een fles zoutzuur (zoutzuur <10%)
- een afsluitbaar plastic bakje of glazen potje
- plastic huishoudhandschoenen
- een tang
- een veiligheidsbril

##### Experiment

- Kook het bot ongeveer een half uur in water. Je verwijdert zo de restjes vlees en vet. Je kunt eventueel een scheutje afwasmiddel toevoegen.
- Spoel het bot af onder de kraan.
- Voer het volgende deel van de proef uit in een zuurkast of buiten, niet in een kamer of keuken. Doe bij het gebruik van het zoutzuur huishoudhandschoenen aan en zorg voor oogbescherming.
- Leg het bot in het bakje en giet er zoutzuur bij. Zorg dat het bot helemaal in het zoutzuur ligt. Sluit het bakje goed af en laat het een dag staan.
- Haal met de tang het 'verzuurde' bot uit het zoutzuur. Spoel het bot af onder de kraan en probeer het te buigen. Als dit niet lukt, leg het dan terug in het zuur en wacht nog een dag. Hoe dikker het bot, hoe langer je moet wachten tot het bot buigbaar is.
- Door het bot voordat je het in zoutzuur legt en na afloop van de proef te wegen, kun je de hoeveelheid kalkzouten in het bot bepalen. Droog het bot eerst voor je het weegt.

*naar: <http://wiki.nvon.nl>*

- 2p 16 Noteer een gegeven uit Binas waaruit blijkt dat bij het gebruik van zoutzuur de genoemde voorzorgsmaatregelen nodig zijn. Vermeld hierbij ook het nummer van de Binas-tabel waarin dit gegeven staat.

Op een fles zoutzuur staat "zoutzuur <10%". Dit betekent dat het massapercentage HCl in dit zoutzuur maximaal 10% is.

- 3p 17 Bereken de pH van 10% zoutzuur.  
Neem aan dat de dichtheid van dit zoutzuur  $1,05 \text{ g mL}^{-1}$  is.

In plaats van zoutzuur kan voor deze proef ook schoonmaakazijn worden gebruikt. Dit geeft echter minder snel een buigbaar bot. Eén van de redenen daarvoor is, dat de molariteit van azijnzuur in schoonmaakazijn lager is dan de molariteit van HCl in 10% zoutzuur. Maar ook bij gelijke molariteit zal zoutzuur sneller reageren dan een azijnzuuroplossing.

- 1p 18 Geef een reden waarom, bij gelijke molariteit, zoutzuur sneller met een bot zal reageren dan een azijnzuuroplossing.

Het meest voorkomende kalkzout in bot is calciumhydroxyapatiet,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Deze stof reageert met  $\text{H}^+$  ionen waarbij fosforzuur, water en vrije calciumionen ontstaan:



- 2p 19 Neem de vergelijking over en vul de juiste coëfficiënten in.

Guus voert de proef zorgvuldig uit volgens de beschrijving in het tekstfragment. Hij gebruikt een bot van 11,2 gram. Na de proef weegt hij het bot weer, de massa van het bot is nu 8,4 gram. Guus berekent met de gevonden massa's het massapercentage kalkzouten in het bot.

- 1p 20 Laat met een berekening zien welk massapercentage Guus heeft gevonden.

Guus vraagt zich af of het massapercentage kalkzouten wel op deze manier te bepalen is.

- 2p 21 Geef twee fragmenten uit het tekstfragment die de oorzaak kunnen zijn van een onjuiste bepaling van het massapercentage kalkzouten. Geef bij beide fragmenten een toelichting.



## Jodide in de magnetron

Afvalwater van een fabriek die afval verwerkt uit kerncentrales, bevat kleine hoeveelheden van het radioactieve element I-129. Hierin komt I-129 voor als jodide-ionen ( $I^-$ ).

- 3p 22 Geef het aantal protonen, neutronen en elektronen in zo'n jodide-ion. Noteer je antwoord als volgt:  
aantal protonen: ...  
aantal neutronen: ...  
aantal elektronen: ...

I-129 is schadelijk voor mens en milieu en moet daarom uit het afvalwater worden verwijderd. In het onderstaande artikel is een methode beschreven waarmee - voorlopig nog op kleine schaal - de radioactieve jodide-ionen kunnen worden verwijderd. Radioactieve jodide-ionen gedragen zich in chemisch opzicht hetzelfde als niet-radioactieve jodide-ionen. Lees het artikel en beantwoord daarna de onderstaande vragen.

### artikel

#### Magnetron vangt jodide

- 1 Radioactief jodide laat zich simpel vastleggen in vast
- 2 lood(II)vanadaatjodide,  $Pb_5(VO_4)_3I$ , dat je veilig kunt opslaan, meldt Neil
- 3 Hyatt, University of Sheffield in het *Journal of Nuclear Materials*. Zijn
- 4 recept: laat jodide neerslaan als  $PbI_2$ , doe er  $PbO$  en  $V_2O_5$  bij en zet het
- 5 mengsel even in de magnetron. Door de magnetronstraling wordt het
- 6 mengsel heet genoeg om de zouten te laten smelten. Zodra de ionen zich
- 7 hebben gerecombineerd tot  $Pb_5(VO_4)_3I$  stijgt de temperatuur niet meer.
- 8 Wanneer de temperatuur nog hoger zou worden, zou het
- 9 lood(II)vanadaatjodide ontleden, waarbij het gevormde  $I_2$  zou verdampen.
- 10 Volgens Hyatt is het de eerste effectieve methode om radioactief jodide
- 11 vast te leggen waarna het vervolgens opgeslagen kan worden. Bij het
- 12 opwerken van splijtstof in het Britse Sellafield laat men het tot nu toe
- 13 gewoon in zee lopen, zo heeft hij vernomen.

naar: C2W

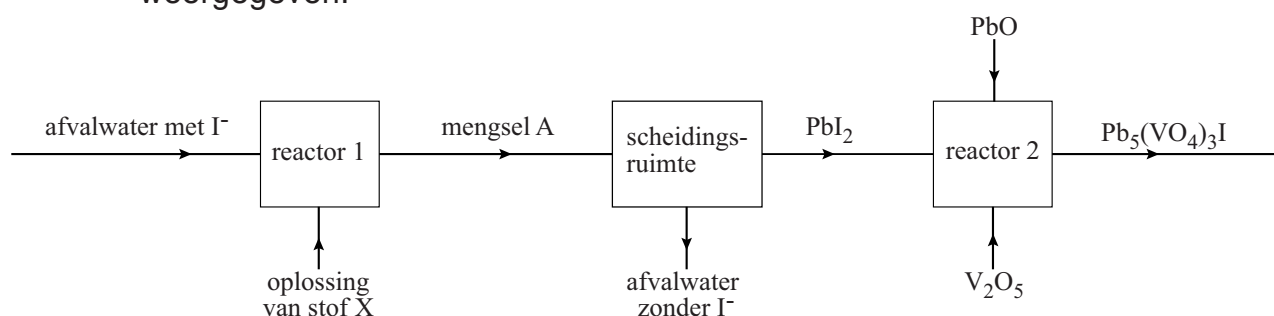
- 3p 23 Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt in de magnetron (regel 4 tot en met 7). Bij deze reactie zijn geen andere stoffen betrokken dan de stoffen die in het artikel zijn genoemd.
- 2p 24 Leid uit de formule van lood(II)vanadaatjodide de lading van een vanadaation af.

- 2p **25** Leg uit, aan de hand van de informatie uit de regels 8 en 9, of de genoemde ontleding van lood(II)vanadaatjodide een redoxreactie is.

Het gevormde lood(II)vanadaatjodide kan volgens Neil Hyatt veilig worden opgeslagen.

- 2p **26** Noem twee eisen waaraan de ruimte waarin het lood(II)vanadaatjodide wordt opgeslagen (regel 11) moet voldoen. Licht je antwoord toe met behulp van gegevens uit het artikel.

Stel dat de methode uit het artikel op industriële schaal kan worden uitgevoerd. Dan kan dit proces met onderstaand blokschema worden weergegeven:



- 2p **27** Geef de formule van een stof X die in het proces kan worden gebruikt.
- 1p **28** Geef de naam van het soort mengsel waartoe mengsel A behoort.
- 1p **29** Geef de naam van de scheidingsmethode die in de scheidingsruimte kan worden toegepast.

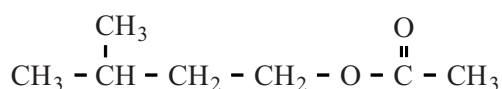
## Bananenolie

### tekstfragment

- 1 Isoamylacetaat, ook wel bananenolie genoemd, is een stof die de
- 2 karakteristieke geur en smaak van bananen heeft. Hierdoor wordt deze
- 3 stof veel gebruikt als geur- en smaakstof, zoals in de typische gele
- 4 bananenschuimpjes.
- 5 Isoamylacetaat is de ester die wordt gevormd uit isoamylalcohol en
- 6 azijnzuur. Bananenolie is een heldere, kleurloze olie die matig in water
- 7 oplost maar goed oplosbaar is in de meeste organische oplosmiddelen.

naar: <http://nl.wikipedia.org>

Isoamylacetaat (regel 5) heeft de volgende structuurformule:



- 3p **30** Geef de reactievergelijking van de vorming van isoamylacetaat die in de regels 5 en 6 is genoemd. Geef de koolstofverbindingen weer in structuurformules.
- 1p **31** Leg uit, aan de hand van de structuurformule, waarom isoamylacetaat matig oplost in water.

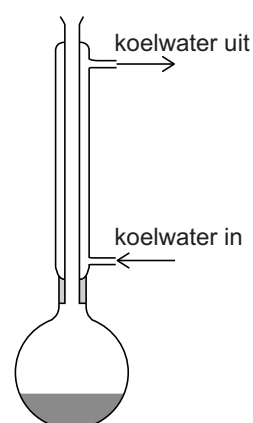
Peter maakt isoamylacetaat aan de hand van een voorschrift dat hij op internet heeft gevonden.

Hij mengt een hoeveelheid isoamylalcohol en azijnzuur in een rondbodempkolf en doet er zwavelzuur als katalysator bij.

Op de kolf zet hij een koeler.

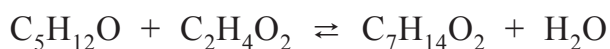
Vervolgens verhit hij de kolf voorzichtig gedurende zestig minuten (zie figuur 1).

figuur 1



- 3p **32** Leg uit, met behulp van het botsende-deeltjesmodel, wat het voordeel is van het verwarmen van het reactiemengsel.

De synthese van isoamylacetaat is een evenwichtsreactie die hieronder in molecuulformules is weergegeven.



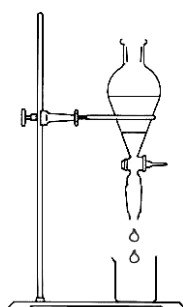
In het algemeen heeft de hoeveelheid katalysator geen invloed op de ligging van een evenwicht. Maar bij dit evenwicht is de hoeveelheid zwavelzuur wel van belang voor de hoeveelheid isoamylacetaat die ontstaat. Zwavelzuur is namelijk een hygroscopische stof. Dat wil zeggen dat zwavelzuur een 'waterbindende' stof is.

- 3p 33 Leg uit of er meer of minder isoamylacetaat ontstaat wanneer Peter meer zwavelzuur gebruikt.

Na afloop van de reactie zijn er twee vloeistoflagen in de kolf ontstaan. De bovenste laag bevat isoamylacetaat. De onderste laag bevat de overgebleven isoamylalcohol en azijnzuur.

Met behulp van een scheitrechter scheidt Peter de twee lagen door de onderste laag weg te laten lopen in een bekeerglas (zie figuur 2).

**figuur 2**



In de overgebleven laag (met isoamylacetaat) zitten nog kleine hoeveelheden zwavelzuur en water die verwijderd moeten worden. Peter verwijdert het zwavelzuur door de vloeistof te schudden met een oplossing van 5% natriumwaterstofcarbonaat. Er ontstaan weer twee lagen. De bovenste laag bevat het isoamylacetaat en een kleine hoeveelheid water. De onderste laag laat hij weer weglopen. Vervolgens voegt hij natriumsulfaat toe aan het isoamylacetaat als 'droogmiddel' om het water te verwijderen.

- 2p 34 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt wanneer het zwavelzuur reageert met de oplossing van natriumwaterstofcarbonaat. Hierbij ontstaat onder andere een gas.

Bij het drogen van het isoamylacetaat wordt het water door natriumsulfaat opgenomen als kristalwater. In het ontstane natriumsulfaathexahydraat is per mol natriumsulfaat zes mol water als kristalwater opgenomen.

- 2p 35 Geef de formule van natriumsulfaathexahydraat.

Behalve als geurstof wordt isoamylacetaat in de chemische industrie ook veel gebruikt als oplosmiddel. De firma Brenntag verkoopt isoamylacetaat in vaten van 175 kg. De molaire massa van isoamylacetaat bedraagt  $130 \text{ g mol}^{-1}$ .

- 3p 36 Bereken hoeveel kg isoamylalcohol minstens nodig is om 175 kg isoamylacetaat te maken.