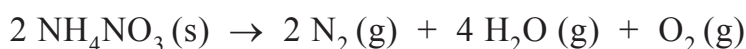


Springstof

In de mijnbouw en wegenbouw wordt gebruikgemaakt van springstoffen. Deze stoffen worden ingezet om explosies te veroorzaken. Een explosie is een chemische reactie die aan drie voorwaarden voldoet:

- de reactie verloopt snel;
- er wordt (veel) gas geproduceerd;
- de reactie is exotherm.

Een voorbeeld van zo'n springstof is ammoniumnitraat (NH_4NO_3). De explosie van ammoniumnitraat kan als volgt worden weergegeven:



- 2p 1 Leg uit of het mengsel van reactieproducten dat ontstaat bij de explosie van ammoniumnitraat, een homogeen of een heterogeen mengsel is.
- 2p 2 Leg uit of bij een explosie de hoeveelheid energie die vrijkomt bij het vormen van bindingen groter of kleiner is dan de hoeveelheid energie die nodig is voor het verbreken van bindingen.

Het gezamenlijke volume van de gassen die zijn ontstaan bij de explosie is veel groter dan het volume van de vaste stof die aanwezig was voor de explosie. Dit is de belangrijkste verklaring voor de drukgolf die ontstaat.

Het gezamenlijke volume van de gassen die zijn ontstaan bij de explosie kan worden berekend. Neem aan dat onder de gegeven omstandigheden voor elk soort gas geldt dat het volume van een mol gas $62,5 \text{ dm}^3$ bedraagt.

- 3p 3 Bereken het gezamenlijke volume in dm^3 van de gassen die ontstaan tijdens de explosie van 100 g ammoniumnitraat.

De explosie van ammoniumnitraat is een zogeheten 'inwendige verbranding'. Dit is een verbranding waarbij de zuurstofatomen niet door zuurstof uit de lucht worden geleverd maar door de te verbranden stof zelf. Bij inwendige verbranding van stikstofverbindingen komen de stikstofatomen vrij als N_2 .

- 1p 4 Leg uit dat een inwendige verbranding niet kan worden bestreden met blusschuim, een poederblusser of een branddeken.

De effectiviteit van een springstof hangt onder andere af van de zogenoemde OB-waarde (Oxygen Balance value). Wanneer de formule van een springstof wordt genoteerd als $C_aH_bN_cO_d$ kan de OB-waarde met onderstaande formule worden berekend:

$$OB = d - 2a - \frac{1}{2}b$$

- 1p 5 Bereken de OB-waarde van NH_4NO_3 .

Als de OB-waarde van een springstof kleiner is dan nul, vindt een onvolledige inwendige verbranding plaats.

Als de OB-waarde van een springstof nul is, vindt een volledige inwendige verbranding plaats waarbij precies alle inwendige zuurstof wordt verbruikt.

Als de OB-waarde van een springstof groter is dan nul, vindt een volledige inwendige verbranding plaats waarbij tevens O_2 vrijkomt.

Door een springstof met een negatieve OB-waarde te mengen met een springstof met een positieve OB-waarde, kan een springstof-mengsel worden verkregen met een OB-waarde van nul. Hierdoor wordt het meest effectief gebruik gemaakt van de aanwezige zuurstofatomen, waardoor de explosieve kracht toeneemt.

In onderstaande tabel worden de OB-waarden van enkele springstoffen gegeven.

tabel

springstof	formule	molaire massa	OB-waarde
TNT	$C_7H_5N_3O_6$	227,1	-10,5
PETN	$C_5H_8N_4O_{12}$	316,1	-2
EGDN	$C_2H_4N_2O_6$	152,1	0
GTN	$C_3H_5N_3O_9$	227,1	0,5

- 3p 6 Geef de reactievergelijking van de inwendige verbranding die optreedt bij de explosie van EGDN.

- 3p 7 Bereken de massaverhouding waarin PETN en GTN moeten worden gemengd om een springstof-mengsel te verkrijgen met een OB-waarde van nul. Geef de uitkomst in vier significante cijfers.

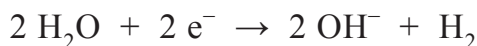
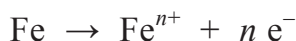
Noteer de uitkomst als volgt:

$$\frac{\text{massa PETN}}{\text{massa GTN}} = \frac{1,000}{\dots}$$

Betonrot

Beton is een veelgebruikt bouw materiaal. De basis voor beton is een mengsel van cement, zand en grind. Wanneer water aan dit mengsel wordt toegevoegd, treedt een reactie op tussen cement en water. Hierdoor ontstaat een hard materiaal. Voor stevige constructies gebruikt men 'gewapend beton'. Dit is beton dat met stalen staven of matten inwendig is versterkt.

Beton bevat altijd een kleine hoeveelheid water. Dit water is aanwezig in de poriën in het beton: het zogeheten poriewater. Het ijzer (uit de stalen wapening) kan met het poriewater reageren. Hierbij treden de volgende halfreacties op:



Wanneer zuurstof aanwezig is in het poriewater, treedt een andere halfreactie op waarbij uitsluitend hydroxide-ionen ontstaan.

- 1p 8 Geef de vergelijking van deze halfreactie. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 48.

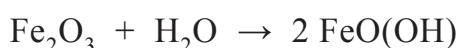
De gevormde ionen reageren met elkaar tot verschillende ijzerzouten. Eén van deze ijzerzouten is ijzer(III)oxide. De ijzeroxides vormen een vaste laag rondom de wapening, waardoor de reactie van ijzer met water wordt vertraagd.

- 2p 9 Geef de vergelijking van de reactie van ijzer(III)ionen met hydroxide-ionen tot ijzer(III)oxide en water.

Bepaalde stoffen in het cement waarmee beton is gemaakt, zoals calciumhydroxide, zorgen ervoor dat het poriewater een pH-waarde heeft die hoger is dan 12,5. In dit sterk basische milieu is de laag ijzeroxides stabiel, waardoor de wapening niet verder reageert.

- 2p 10 Bereken de $[\text{OH}^{-}]$ in mol per liter in poriewater met pH 12,5.

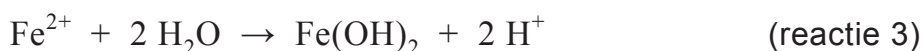
Koolstofdioxide uit de lucht kan het beton binnendringen en oplossen in het poriewater. Hierdoor daalt de pH en kan water met de gevormde laag ijzeroxides reageren. Hierbij treedt onder andere de volgende reactie op:



- 2p 11 Leg uit dat deze reactie een zuur-basereactie is. Geef hierbij aan welk deeltje als zuur en welk deeltje als base reageert.

- 2p 12 Leid af welke lading de ijzerionen hebben in FeO(OH).

Doordat de wapening bij deze reacties uitzet, kunnen scheuren in het beton ontstaan. Dit proces wordt daarom 'betonrot' genoemd. Betonrot wordt versneld wanneer er veel chloride-ionen in het beton aanwezig zijn. Chloride-ionen werken als katalysator bij de corrosie van ijzer. Het proces dat dan optreedt, verloopt via een aantal (half)reacties:



- 2p 13 Leg uit met behulp van bovenstaande (half)reacties dat chloride-ionen in dit corrosieproces als katalysator dienst zouden kunnen doen.

In de jaren zeventig van de vorige eeuw was er zo veel behoefte aan beton dat fabrikanten nauwelijks aan de vraag konden voldoen. Om het beton sneller te laten uitharden, werd calciumchloride toegevoegd. Zo kon sneller worden geproduceerd.

- 2p 14 Leg uit welk nadeel deze toevoeging heeft in gewapend beton.

De eisen die aan beton gesteld worden, zijn onder meer afhankelijk van het milieu waarin het betonnen bouwwerk wordt geplaatst. Droog beton is toegankelijker voor lucht dan nat beton.

Grofweg kan de volgende indeling worden gemaakt:

klasse I blijvend nat of blijvend droog

klasse II nat en zelden droog

klasse III matig vochtig

klasse IV afwisselend nat en droog

- 2p 15 Geef aan welke klasse de meeste kans op betonrot heeft. Licht je antwoord toe met gegevens uit deze opgave.

Drinkwatermaker

Wereldwijd hebben ruim een miljard mensen geen beschikking over schoon drinkwater. Als gevolg daarvan sterven jaarlijks zo'n vier miljoen mensen. Daarom ontwikkelde docent Watertechnologie Leo Groendijk een 'drinkwatermaker' die oppervlaktewater zuivert tot drinkwater met behulp van zonne-energie. Op internet staat de volgende beschrijving:

WaterPurifier 500E

- 1 De WaterPurifier 500E is een drinkwaterzuivering met
- 2 een capaciteit van ongeveer 500 liter per dag. Deze
- 3 unit maakt gebruik van keramische membranen als
- 4 belangrijkste filtratiestap. De desinfectie na de filtratie
- 5 bestaat uit een elektrolyse, waarbij het water een
- 6 behandeling ondergaat om bacteriën en virussen te
- 7 doden. Deze desinfectiemethode kan toegepast
- 8 worden als in het water voldoende chloride aanwezig
- 9 is. Chloride is van nature aanwezig in de meeste
- 10 soorten oppervlaktewater. Hemelwater is meestal vrij
- 11 van dit ion en kan niet met elektrolyse worden
- 12 behandeld.

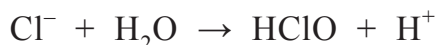
naar: <http://waterforeveryone.nl>



Het keramische membraan (regel 3) bestaat uit aluminiumoxide. De poriëgrootte van dit materiaal is 40 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Daardoor worden bij filtratie 99,8% van de bacteriën verwijderd.

- 2p 16 Leg uit aan de hand van Binas-tabel 6A of virussen ook door de filtratie verwijderd zullen worden.

Na de filtratie wordt het water gedesinfecteerd door elektrolyse. Hierbij worden de chloride-ionen omgezet tot HClO, dat een desinfecterende werking heeft. De vergelijking van een halfreactie die daarbij optreedt, is hieronder onvolledig weergegeven. In deze vergelijking zijn de elektronen weggelaten.



- 2p 17 Neem deze onvolledige vergelijking over, zet de elektronen aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.
- 2p 18 Leg uit of Cl^- in deze halfreactie aan de positieve of aan de negatieve elektrode reageert.
- 2p 19 Leg aan de hand van de microstructuur van aluminiumoxide uit of het keramische membraan geschikt is als elektrode. Gebruik in je antwoord begrippen op microniveau (deeltjesniveau).

Het gevormde HClO doodt de bacteriën die na de filtratiestap in het water zijn achtergebleven of daar later in terechtkomen. HClO reageert namelijk met SH groepen die zich bevinden in de eiwitten van de bacteriën, waardoor deze eiwitten hun functie verliezen.

De reactie van de SH groepen onder invloed van HClO is hieronder weergegeven.



Hierin geeft R de rest van een eiwitketen weer.

- 1p **20** Geef de naam van het type binding dat bij deze reactie tussen de eiwitketens wordt gevormd.
- 1p **21** Geef de drielettercode van de aminozuureenheid die met HClO kan reageren.
- 1p **22** Geef aan welke functie eiwitten kunnen hebben in levende organismen zoals bacteriën.
- 1p **23** Geef aan waardoor de reactie met HClO veroorzaakt dat eiwitten deze functie verliezen.

Voor het functioneren van de drinkwatermaker is in het te zuiveren water een chlorideconcentratie van minimaal 50 mg per liter nodig. Als deze concentratie te laag is, klinkt een Low-Salt-Alarm. De gebruikers voegen dan keukenzout toe aan het voorraadvat met oppervlaktewater. Hemelwater (regenwater) kan niet met elektrolyse worden behandeld (regel 10-12) omdat het geen chloride-ionen bevat.

- 3p **24** Laat door middel van een berekening zien dat het toevoegen van twee eetlepels keukenzout aan een voorraadvat met 500 L oppervlaktewater voldoende is om de chlorideconcentratie naar minimaal 50 mg per liter te brengen.
Ga er bij de berekening van uit dat één eetlepel 22 g keukenzout bevat.
- 2p **25** Geef een mogelijke verklaring voor de afwezigheid van chloride-ionen in hemelwater en geef een reden waardoor deze desinfectiemethode ongeschikt is voor behandeling van water waarin geen chloride-ionen aanwezig zijn.
Noteer je antwoord als volgt:
Verklaring: ...
Reden: ...

De drinkwatermaker is ontwikkeld voor gebruik in ontwikkelingslanden. Daarom moeten de materialen onder andere betaalbaar en 'duurzaam' zijn.

- 2p **26** Geef twee aspecten waarmee rekening moet worden gehouden bij de materiaalkeuze vanuit het perspectief van de levensduur van de drinkwatermaker.

Melamine

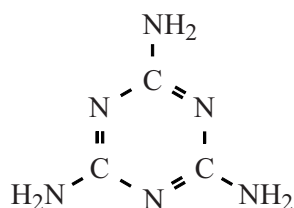
In China zijn in 2007 duizenden zuigelingen ziek geworden na het drinken van flesvoeding. Dit werd veroorzaakt doordat onzuivere melamine aan de flesvoeding was toegevoegd om het stikstofgehalte ervan te verhogen. Het eiwitgehalte is een kwaliteitskenmerk van melk. Omdat melkeiwit een redelijk constant stikstofgehalte heeft, wordt het eiwitgehalte van melk meestal uitgedrukt als stikstofgehalte.

Melamine ($C_3H_6N_6$) bevat een hoog percentage stikstof.

De methode waarmee het stikstofgehalte wordt gemeten, maakt geen onderscheid tussen stikstof in eiwitten en in verbindingen als melamine.

- 2p 27 Leg uit, aan de hand van de algemene structuurformule van een aminozuur, dat een eiwitmolecuul dat is opgebouwd uit 100 aminozuren minstens 100 N-atomen bevat.
Geef je antwoord als volgt:
algemene structuurformule van een aminozuur: ...
uitleg: ...

De structuurformule van melamine is hieronder weergegeven.



- 2p 28 Bereken het massapercentage stikstof in melamine. Geef het antwoord in vier significante cijfers.

Melamine wordt gesynthetiseerd uit ureum (CH_4N_2O). Dit proces is hieronder vereenvoudigd beschreven.

- In reactor 1 (R1) ontleedt ureum tot isocyaanzuur (HOCN) en ammoniak: $CH_4N_2O \rightarrow HOCN + NH_3$ (reactie 1).
- Het gevormde isocyaanzuur wordt vervolgens in reactor 2 (R2) bij hoge temperatuur omgezet tot de gassen melamine en koolstofdioxide (reactie 2). Hierbij treden nevenreacties op waarbij giftige bijproducten ontstaan.
- In scheidingsruimte 1 (S1) wordt het reactiemengsel gekoeld. Hierbij worden ammoniak en koolstofdioxide afgescheiden. Tevens wordt water toegevoegd totdat alle melamine is opgelost.
- Ten slotte wordt in scheidingsruimte 2 (S2) de ontstane oplossing geconcentreerd, waarbij uiteindelijk zuiver melamine wordt verkregen.

Isocyaanzuur (HOCN) heeft een structuurisomeer: cyaanzuur (HNCO).

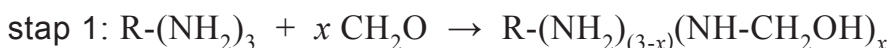
- 2p **29** Geef de structuurformules van isocyaanzuur en cyaanzuur.
- 2p **30** Geef de vergelijking van de vorming van melamine uit isocyaanzuur (reactie 2) in molecuulformules.

Het proces waarbij zuiver melamine wordt gevormd, kan worden weergegeven in een vereenvoudigd blokschema. Dit blokschema staat op de uitwerkbijlage. De stoffen ontbreken.

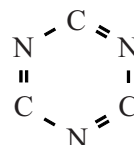
- 4p **31** Noteer de letters van onderstaande stoffen bij de juiste pijlen in het blokschema op de uitwerkbijlage. Sommige stoffen kunnen meerdere keren voorkomen.
- a ammoniak
 - b bijproducten
 - c isocyaanzuur
 - d koolstofdioxide
 - e melamine
 - f ureum
 - g water

Melamine is een grondstof voor de productie van melamineformaldehyde (MF). Dit zogeheten copolymeer is opgebouwd uit twee monomeren: melamine en formaldehyde (CH₂O).

De polymerisatie verloopt in twee stappen:



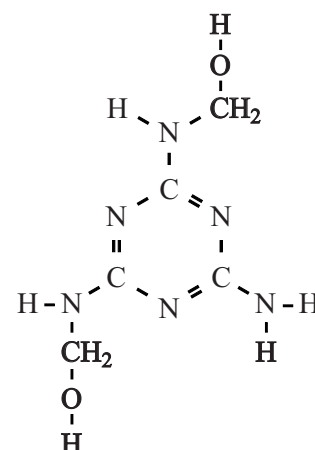
Hierbij stelt R het volgende gedeelte voor:



In figuur 1 is een mogelijke structuur weergegeven van het product dat bij stap 1 kan ontstaan.

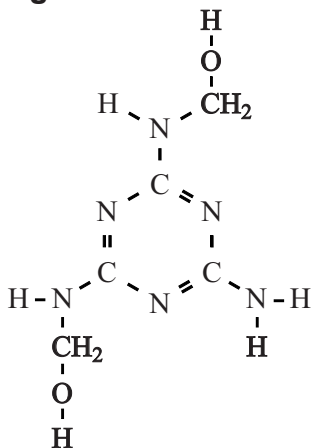
- 2p **32** Leid uit figuur 1 de waarde voor x af.

figuur 1

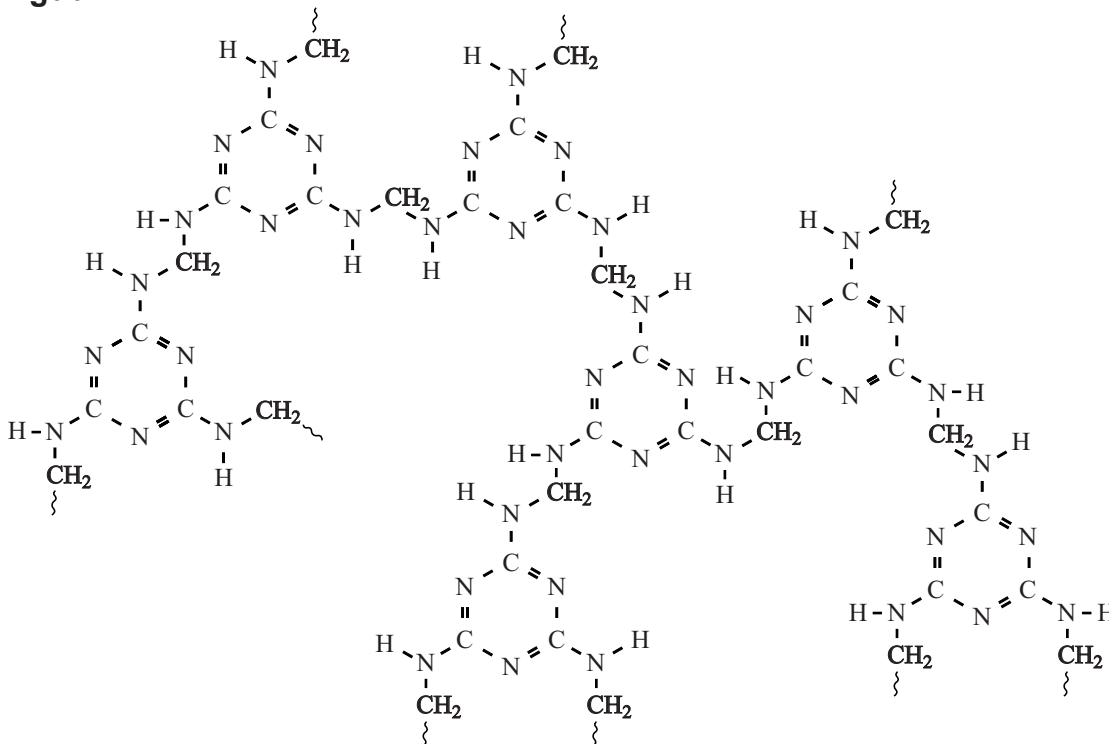


Hieronder is figuur 1 nogmaals weergegeven.
In figuur 2 is een mogelijke structuur van MF weergegeven.

figuur 1



figuur 2

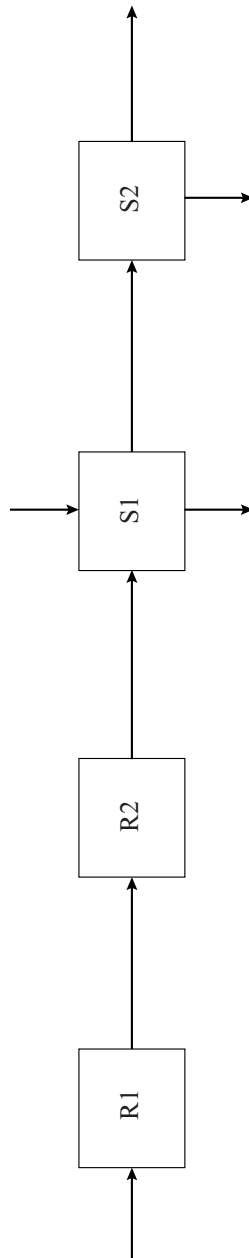


2p 33 Leg uit aan de hand van figuur 1 en figuur 2 of stap 2 een additiereactie is.

1p 34 Verklaar aan de hand van de structuurformule in figuur 2 dat melamineformaldehyde een thermoharder is.

uitwerkbijlage

31



Suiker aantonen

Op Wetenschapsforum.nl stond het volgende geschreven:

“hey!

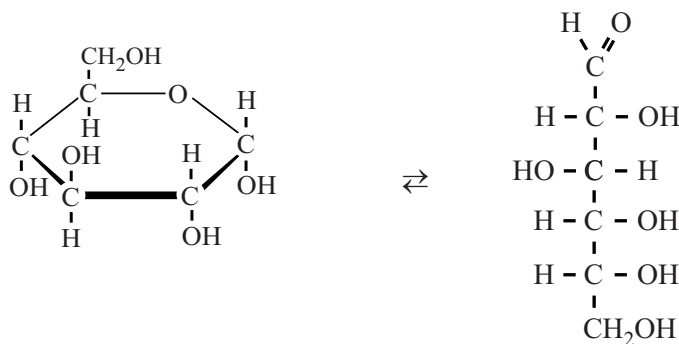
Ik heb maandag een practicum opdracht waar we vier verschillende stoffen moeten aantonen. Ze zitten allemaal apart van elkaar. We weten al hoe we drie stoffen moeten aantonen, alleen weet ik nog niet hoe ik suiker kan aantonen. We hebben een zeer beperkte uitrusting om dit uit te voeren dus wou ik vragen welke manieren er allemaal zijn om suiker aan te tonen. Het is waarschijnlijk normale suiker die je in de winkel kan kopen.”

Eén van de reacties op het forum was: “Altijd leuk is het aantonen van glucose met de zilverpiegel reactie (Tollens reagens).”

De suiker die je in de winkel koopt is sacharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Het Tollens reagens reageert niet met sacharose maar wel met glucose. Daarom moet sacharose eerst gehydrolyseerd worden tot glucose en fructose. Fructose is een isomeer van glucose.

2p **35** Geef de reactievergelijking van deze hydrolyse in molecuulformules.

Wanneer glucose in water is opgelost, ontstaat een evenwicht tussen de ringstructuur en de lineaire structuur van glucose. Dit evenwicht is hieronder weergegeven.



Met het Tollens reagens kan worden aangetoond of een stof een $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$ groep bevat. In de lineaire structuur kan glucose dus reageren met het Tollens reagens, in de ringstructuur niet. Slechts een klein deel van de glucose is aanwezig in de lineaire structuur. Toch wordt bij de reactie met het reagens alle glucose omgezet.

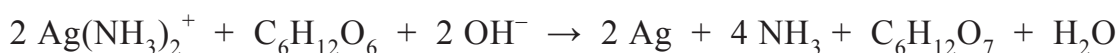
1p **36** Verklaar dat bij de reactie met het Tollens reagens toch alle glucose wordt omgezet, hoewel maar een klein deel van de glucose in de lineaire structuur aanwezig is. Ga ervan uit dat voldoende Tollens reagens aanwezig is.

In het Tollens reagens komen ionen voor met de formule $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$. Deze ionen bestaan uit een zilverion dat omringd is door twee ammoniakmoleculen. De omringing door ammoniakmoleculen is vergelijkbaar met de omringing van een zilverion door watermoleculen.

- 1p 37 Teken op de uitwerkbijlage een deeltje $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$. Ga hierbij uit van het daar getekende zilverion en geef elk ammoniakmolecuul weer met



Wanneer een oplossing van glucose aan het Tollens reagens wordt toegevoegd, treedt de volgende redoxreactie op:



Hierdoor ontstaat op de glaswand een dun laagje zilver, dat een spiegelend effect geeft.

Na afloop van het experiment moet de overgebleven vloeistof worden uitgeschonken en het glaswerk met het zilveren laagje moet worden nagespoeld met water. De vloeistoffen die overblijven, moeten direct worden opgeruimd. Dit kan door een oplossing van salpeterzuur toe te voegen en het mengsel vervolgens in het afvalvat voor zware metalen te doen. Als de vloeistoffen blijven staan, kunnen de $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ ionen verder reageren met de aanwezige NH_3 moleculen. Hierbij wordt de zeer explosieve stof zilvernitride (Ag_3N) gevormd.

- 2p 38 Leg uit waarom toevoegen van een zure oplossing een geschikte methode is om vorming van zilvernitride te voorkomen.

Op Wetenschapsforum.nl stond ook een andere reactie:

“Er zijn ook glucose strips voor suikerpatiënten die verkleuren als er glucose in zit, je kunt ze gebruiken als je suiker eerst hydrolyseert.”

Diabetespatiënten kunnen de teststrip in een beetje opgevangen urine dopen. Als de urine glucose bevat, verkleurt de teststrip.

Tibbe bedenkt dat het misschien ook nog kan door het smeltpunt van de stof te bepalen. Hij krijgt van zijn docent een witte vaste stof. Tibbe doet drie proefjes om te bepalen of deze stof sacharose is. Omdat sacharose gehydrolyseerd kan worden door een oplossing ervan te koken, lost hij een deel van de witte vaste stof op in water en kookt de verkregen oplossing enige tijd.

proef A Tibbe voegt een gekookte oplossing van de witte vaste stof toe aan een reageerbuisje gevuld met Tollens reagens. Hij krijgt een mooie zilverspiegel.

proef B Tibbe doet een glucose-teststrip in een gekookte oplossing van de witte vaste stof. Deze teststrip verkleurt.

proef C Ten slotte verhit hij heel voorzichtig de witte vaste stof totdat deze glazig wordt en smelt; waarbij hij de temperatuur meet: 185 °C. In zijn tabellenboek vindt hij de waarde 458K.

3p **39** Leg voor elk van de drie proeven uit of Tibbe aan de hand van de resultaten mag concluderen dat de witte vaste stof sacharose is.

uitwerkbijlage

37

