scheikunde

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **05**

Tijdvak 2
Woensdag 22 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 84 punten te behalen; het examen bestaat uit 39 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 5 en 6 is een uitwerkbijlage toegevoegd.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

[redacted] Jood-129

tekst-fragment 1

Laser zet radioactief afval om

Onderzoekers van het Rutherford Appleton Laboratory (Engeland) zijn erin geslaagd om met een grote laser ongeveer een miljoen atomen van jood-129 om te zetten in jood-128. Jood-129 is een van de radioactieve atoomsoorten die ontstaan bij het verbranden van uranium in een kernreactor.
Het voordeel van de omzetting van jood-129 in jood-128 is de veel kortere halveringstijd van jood-128: al na 25 minuten heeft de helft van de jood-128 atomen z'n radioactiviteit verloren, terwijl dit bij jood-129 maar liefst 15,7 miljoen jaar duurt.

naar: Technisch Weekblad

2p **1** ☐ Hoeveel protonen en hoeveel elektronen bevat een atoom jood-129?
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: …
aantal elektronen: …

De onderzoekers zijn erin geslaagd om met een laser één soort deeltjes uit jood-129 atomen te verwijderen.

2p **2** ☐ Leg uit welk soort deeltjes werd verwijderd.

Volgens de regels 3 en 4 ontstaat jood-129 bij het „verbranden van uranium".

1p **3** ☐ Leg uit dat jood-129 geen verbrandingsproduct van uranium kan zijn.

[redacted] Waterstof uit biomassa

tekst-fragment 2

Platinakatalysator maakt waterstof uit opgelost glucose

Tot nu toe zijn het fossiele brandstoffen als aardgas die de basis vormen voor de synthese van waterstof, maar Amerikaanse scheikundigen hebben een methode ontwikkeld om met behulp van platina als katalysator waterstof te maken uit biomassa. De reactie vindt plaats in vloeibaar water bij een betrekkelijk lage temperatuur van rond de 250 graden Celsius en een druk van maximaal 54 atmosfeer.
James Dumesic en zijn collega's van de universiteit van Wisconsin extraheerden glucose uit plantenmateriaal en leidden dat naar een katalysator in de vorm van platinadeeltjes op een keramische drager. Aan het oppervlak daarvan worden de glucosemoleculen afgebroken en omgezet in waterstof en koolzuurgas. Een klein deel van deze gassen reageert door tot methaan en water. De onderzoekers verwachten dat het proces even goed werkt met bio-afval zoals houtpulp, stro en plantenvezels. Waterstof dat zo gewonnen wordt, kan men gebruiken voor een elektromotor die is aangesloten op een brandstofcel.

naar: NRC Handelsblad

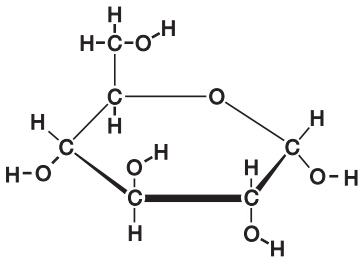
In regel 1 van tekstfragment 2 is sprake van aardgas als fossiele brandstof.

2p **4** ☐ Geef de namen van twee andere fossiele brandstoffen.

Glucose wordt geëxtraheerd uit plantenmateriaal (de regels 7 en 8). Voor de extractie kan men water gebruiken. Glucose lost goed op in water dankzij de vorming van waterstofbruggen tussen glucosemoleculen en watermoleculen.

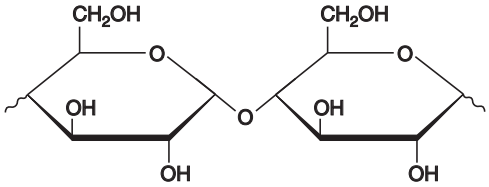
Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

Hieronder en op de uitwerkbijlage is de structuurformule van een glucosemolecuul getekend.



2p **5** ☐ Teken op de uitwerkbijlage hoe twee watermoleculen door middel van een waterstofbrug aan het glucosemolecuul zijn gebonden. Teken daarbij de watermoleculen in structuurformule en geef een waterstofbrug weer met een stippellijn.

Behalve bio-afval kan men ook aardappelen gebruiken om waterstof te maken volgens de in tekstfragment 2 beschreven methode. Daartoe moet het aardappelzetmeel, dat is opgebouwd uit glucose-eenheden, eerst worden gehydrolyseerd. Een gedeelte van de structuurformule van zetmeel staat hieronder vereenvoudigd weergegeven, net zoals dat in Binas gebruikelijk is. Dezelfde structuurformule is ook op de uitwerkbijlage getekend.



3p **6** ☐ Geef de reactievergelijking van de hydrolyse van zetmeel. Doe dat door op de uitwerkbijlage de vergelijking van de hydrolyse van de binding tussen de twee getekende glucose-eenheden te geven. Gebruik daarbij vereenvoudigde structuurformules.

Een leerling wil de reactievergelijking opschrijven van de reactie die beschreven wordt in de regels 9 en 10 van tekstfragment 2. Hij begint met het opschrijven van de juiste formules van glucose, waterstof en „koolzuurgas” (koolstofdioxide):

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow H_2 + CO_2$

Hij komt nu tot de conclusie dat glucose niet de enige beginstof kan zijn bij een reactie waarbij waterstof en koolstofdioxide de enige reactieprodukten zijn.

2p **7** ☐ Leg uit dat glucose niet de enige beginstof kan zijn bij deze reactie.

Het blijkt dat bij deze reactie per mol glucose maximaal twaalf mol waterstofgas kan worden verkregen.

3p **8** ☐ Bereken hoeveel gram waterstofgas maximaal kan worden verkregen uit 1,0 kg aardappelen. Ga ervan uit dat door hydrolyse uit 100 gram aardappel 18 gram glucose ontstaat.

Volgens tekstfragment 2 ontstaat tijdens het proces ook methaan (de regels 10 en 11).

3p **9** ☐ Geef de vergelijking van de reactie die in de regels 10 en 11 wordt beschreven.

Bianca en Katerina discussiëren over het krantenartikel. Bianca ziet voordelen om op deze wijze waterstofgas te winnen. Katerina ziet ook nadelen.

2p **10** ☐ Geef een voordeel en geef een nadeel die gebruikt kunnen worden in de discussie over het winnen van waterstof op deze wijze.
Noteer je antwoord als volgt:
voordeel: …
nadeel: …

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

Koperoxide

Van koper zijn verschillende oxiden bekend, waaronder CuO en Cu_2O.
Aad moet als praktische opdracht nagaan of een bepaalde hoeveelheid koperoxide zuiver CuO is of een mengsel van CuO en Cu_2O. Daartoe gaat hij het massapercentage koper in de stof bepalen. Het voorschrift dat hij voor de bepaling gebruikt, luidt als volgt:

voorschrift

Weeg nauwkeurig een hoeveelheid (tussen 0,5 en 2,5 g) van de te onderzoeken stof af en breng het over in een bekerglas. Voeg hieraan 20 mL 3 M zoutzuur toe. Wanneer alle stof is opgelost, voeg dan stukjes aluminiumfolie toe. Deze krijgen een koperkleur. Ga hiermee door totdat de folie niet meer bruin kleurt. De overmaat aluminium reageert met het overgebleven zuur onder vorming van gasbelletjes. Wanneer er geen gasbelletjes meer gevormd worden, filtreer dan de gevormde suspensie en droog het residu (koper). Weeg tenslotte het droge koper.

Aad gaat de bepaling uitvoeren. Bij het uitvoeren van de proef blijkt dat de reactie van het koperoxide met het zoutzuur nogal traag verloopt. Aad wil iets in de uitvoering veranderen, waardoor de reactie tussen koperoxide en zoutzuur sneller verloopt. Hij wil geen andere stoffen dan het te onderzoeken koperoxide en zoutzuur gebruiken.

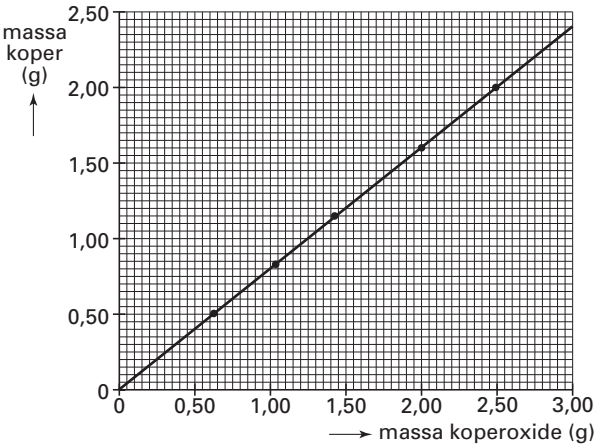
2p **11** ☐ Noem twee veranderingen in de uitvoering die Aad kan toepassen om deze reactie sneller te laten verlopen.

Aad wil aantonen dat het gevormde gas (regel 5) waterstof is.

2p **12** ☐ Beschrijf een proef waarmee Aad kan aantonen dat het gevormde gas waterstof is. Beschrijf de handelingen en de mogelijke waarnemingen.

Aad voert de proef een aantal malen uit met verschillende hoeveelheden van de te onderzoeken stof. Zijn resultaten zijn weergegeven in onderstaand diagram:

diagram



2p **13** ☐ Bereken met behulp van gegevens uit het diagram het massapercentage koper in de onderzochte stof. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

2p **14** ☐ Ga door middel van een berekening na, of de onderzochte stof zuiver CuO is.

Aad wil nagaan welke reacties bij deze bepaling zijn opgetreden. Hij begint met het opstellen van de vergelijking van de reactie van CuO met zoutzuur. Bij deze reactie ontstaat onder andere opgelost Cu^{2+}.

2p **15** ☐ Geef de vergelijking van de reactie van CuO met zoutzuur.

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

Het opgeloste Cu^{2+} reageert met aluminium (regel 3). Dit is een redoxreactie.

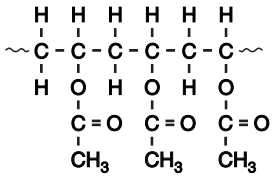
3p **16** ☐ Stel met behulp van de vergelijkingen van de twee halfreacties de vergelijking van de totale redoxreactie van Cu^{2+} met aluminium op.
Noteer je antwoord als volgt:
halfreactie oxidator: …
halfreactie reductor: …
totale redoxreactie: …

Bernard vraagt zich af of hij hetzelfde voorschrift kan gebruiken om te bepalen of een bepaalde hoeveelheid ijzeroxide zuiver FeO is of een mengsel van FeO en Fe_2O_3.

2p **17** ☐ Leg uit of dit voorschrift gebruikt kan worden om te bepalen of een bepaalde hoeveelheid ijzeroxide zuiver FeO is of een mengsel van FeO en Fe_2O_3.

Wascapsules

Wasmiddelenproducent Robijn maakt capsules met wasmiddel. De capsules zijn gemaakt van de oplosbare kunststof polyvinylalcohol. Het wasmiddel dat zich in de capsules bevindt, is een vloeibare gel.
Polyvinylalcohol wordt gemaakt door hydrolyse van polyvinylacetaat. Hieronder is een stukje uit het midden van de structuurformule van polyvinylacetaat weergegeven:



Polyvinylacetaat wordt gevormd door additiepolymerisatie van het monomeer vinylacetaat.

2p **18** ☐ Geef de structuurformule van vinylacetaat.

Doordat polyvinylacetaat estergroepen bevat, kan polyvinylacetaat gehydrolyseerd worden. Bij de hydrolyse ontstaan polyvinylalcohol en één andere stof.

2p **19** ☐ Geef de systematische naam van die andere stof.

Wanneer de capsule in aanraking komt met warm water, dan lost deze op. Door het oplossen van de capsule komt het wasmiddel in het water. Wasmiddel moet ervoor zorgen dat vuil dat niet in water oplost, bijvoorbeeld vet, toch uit kleding wordt verwijderd. Voor dat doel bevat het wasmiddel ionen die schematisch weergegeven kunnen worden als deeltjes met een geladen kop en een lange koolwaterstofstaart.

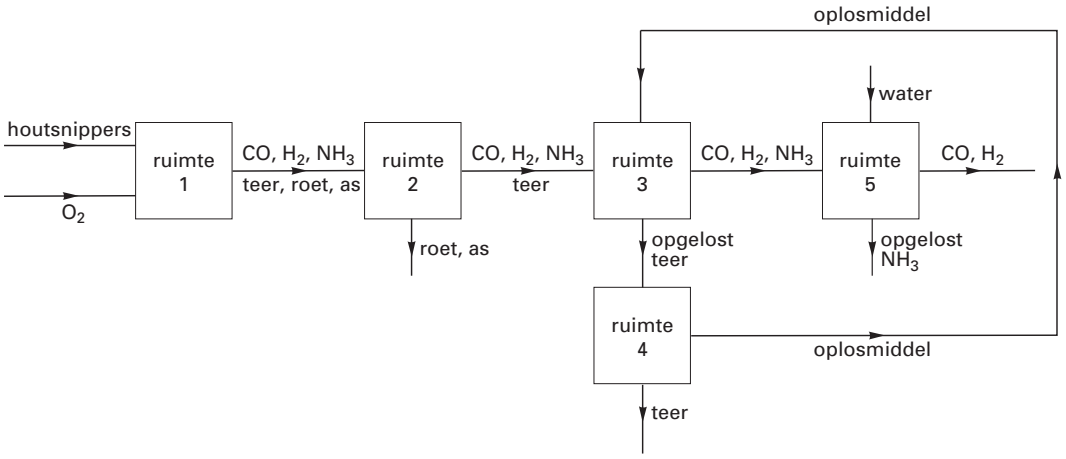
3p **20** ☐ Leg aan de hand van de bouw van deze ionen uit, hoe het wasmiddel in staat is om vet uit kleding te verwijderen.

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

Groene diesel

Bij ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) in Petten is men in staat om dieselolie te maken uit snippers wilgenhout. Om deze zogenoemde groene diesel te kunnen maken moet het wilgenhout eerst worden omgezet in voornamelijk koolstofmono-oxide en waterstof.
In het laboratorium van ECN staat een proefopstelling voor de productie van koolstofmono-oxide en waterstof. In onderstaand blokschema is deze opstelling vereenvoudigd weergegeven:

blokschema



De houtsnippers bestaan voornamelijk uit het polysacharide cellulose (zie Binas-tabel 67 A3). In ruimte 1 worden de houtsnippers bij een temperatuur van 850 °C met zuurstof omgezet tot koolstofmono-oxide en waterstof. Hierbij ontstaan verontreinigingen zoals ammoniak (NH_3), teer, roet en as. Teer is een verzamelnaam voor organische verbindingen met kookpunten tussen de 80 °C en 350 °C.
Om maximale hoeveelheden koolstofmono-oxide en waterstof te krijgen, moet in ruimte 1 precies de juiste hoeveelheid zuurstof worden toegevoerd. Wanneer te veel zuurstof wordt toegevoerd ontstaat minder waterstof, wanneer te weinig zuurstof wordt toegevoerd ontstaat minder koolstofmono-oxide.

2p **21** ☐ Leg uit hoe het komt dat bij een teveel aan zuurstof minder waterstof ontstaat en bij een tekort aan zuurstof minder koolstofmono-oxide ontstaat.

2p **22** ☐ Leg uit of ammoniak kan ontstaan door ontleding van cellulose.

Ruimte 2 bevat een stoffilter. Een stoffilter is een filter dat vaste stoffen tegenhoudt en gassen doorlaat. Met behulp van zo'n stoffilter worden in ruimte 2 het roet en de as verwijderd.

2p **23** ☐ Welke temperatuur moet het stoffilter in ruimte 2 minimaal hebben om de gewenste scheiding te laten plaatsvinden? Geef een verklaring voor je antwoord.

In ruimte 3 wordt het teer gescheiden van koolstofmono-oxide, waterstof en ammoniak. Hierbij wordt het teer met behulp van een oplosmiddel uit het gasmengsel gehaald. In ruimte 4 wordt dat oplosmiddel van het teer gescheiden. Het oplosmiddel wordt opnieuw gebruikt.

2p **24** ☐ Van welke scheidingsmethode wordt gebruik gemaakt in ruimte 3 en van welke scheidingsmethode in ruimte 4?
Noteer je antwoord als volgt:
in ruimte 3: …
in ruimte 4: …

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

In ruimte 5 wordt het overgebleven gasmengsel met water besproeid. Ammoniak lost op, koolstofmono-oxide en waterstof lossen niet op. Hierdoor wordt ammoniak gescheiden van koolstofmono-oxide en waterstof.

2p **25** ☐ Leg uit aan de hand van de structuur van een ammoniakmolecuul waarom ammoniak goed in water oplost.

Uit ruimte 5 van de proefopstelling van ECN komt een gasmengsel van uitsluitend koolstofmono-oxide en waterstof.
Dit mengsel gaat naar een reactor waar men koolstofmono-oxide laat reageren met waterstof. Onder invloed van een katalysator treedt de volgende reactie op waarbij koolwaterstofketens worden gevormd:

$$(n + 2)\ CO\ +\ (2n + 5)\ H_2\ \rightarrow\ CH_3\text{–}[CH_2]_n\text{–}CH_3\ +\ y\ H_2O \qquad \text{(reactie 1)}$$

1p **26** ☐ Welke waarde heeft y in bovenstaande reactievergelijking wanneer $n = 17$?

De gewenste gemiddelde lengte van de koolwaterstofketens wordt verkregen door een juiste keuze van temperatuur en druk.
Een mengsel van koolwaterstoffen met een ketenlengte waarbij $7 < n < 19$, is geschikt als dieselbrandstof. De dieselbrandstof die op deze manier uit wilgenhoutsnippers gemaakt wordt, noemt men groene diesel.
Uit onderzoek bleek dat het rendement aan groene diesel hoger wordt wanneer men eerst bij reactie 1 moleculen met lange ketens maakt ($n \geq 19$). Deze moleculen met lange ketens worden vervolgens gekraakt.
Een voorbeeld van zo'n alkaanmolecuul met een lange keten is een molecuul $C_{51}H_{104}$. Bij een kraakreactie kunnen bijvoorbeeld uit één zo'n molecuul $C_{51}H_{104}$ drie moleculen ontstaan die elk 17 koolstofatomen hebben.

2p **27** ☐ Geef de reactievergelijking van de kraakreactie waarbij uit één zo'n molecuul $C_{51}H_{104}$ drie moleculen met 17 koolstofatomen ontstaan.

De vader van Pieter heeft een auto waarmee hij 30.000 km per jaar rijdt. De auto gebruikt 1,0 liter groene diesel per 20 km.
Een agrarisch bedrijf is in staat om 11 ton wilgenhout per jaar per hectare te produceren.
Uit 1,0 ton wilgenhout kan 150 liter groene diesel worden gemaakt.

3p **28** ☐ Bereken het minimale aantal hectare dat nodig is voor de wilgenhoutproductie om deze auto permanent van groene diesel te voorzien.

De reactievergelijking van de volledige verbranding van groene diesel is hieronder weergegeven, waarbij $C_{14}H_{30}$ de „gemiddelde molecuulformule" van groene diesel is.

$$2\ C_{14}H_{30}\ +\ 43\ O_2\ \rightarrow\ 28\ CO_2\ +\ 30\ H_2O$$

4p **29** ☐ Bereken hoeveel kg koolstofdioxide ontstaat bij de volledige verbranding van 150 liter groene diesel. Neem hierbij aan dat groene diesel een dichtheid heeft van 0,79 kg L^{-1}.

Bij verbranding van groene diesel komt ongeveer evenveel koolstofdioxide vrij als bij verbranding van „normale" dieselolie. Toch noemt men het gebruik van groene diesel broeikasgasneutraal.

1p **30** ☐ Geef aan waarom het gebruik van groene diesel broeikasgasneutraal genoemd mag worden.

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

De Wasa

tekst-fragment 3

In 1961 werd het Zweedse oorlogsschip Wasa in de haven van Stockholm geborgen, 333 jaar nadat het gezonken was. Na jaren van restauratie werd het schip in 1990 tentoongesteld. Helaas. Al gauw zag men een uitslag op de zware eiken balken van het schip. De onderzoeksgroep van de Zweedse chemicus Magnus Sandström stelde vast dat het ging om sulfaatkristallen zoals gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, melanteriet $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, en natrojarosiet $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$.
Bovendien ontdekte de groep een flinke voorraad elementair zwavel in de balken. Deze zwavel reageert met zuurstof en wordt uiteindelijk met water omgezet in zwavelzuur (H_2SO_4). Dit leidde er toe dat de pH op sommige plekken van het schip daalde tot waarden tussen 1 en 3. Lastig, want zuur tast de cellulose van het hout aan. Gelukkig is er nog maar weinig hout aangetast, want niet alle zwavel is geoxideerd. De onderzoeksgroep berekende dat er voldoende zwavel in de balken van het schip aanwezig was om $5{,}0 \cdot 10^3$ kg zwavelzuur te produceren.
In een poging de zuuraanval op het schip te verminderen, behandelde men de balken met een oplossing die waterstofcarbonaationen bevat. Maar deze pogingen hadden slechts tijdelijk succes. Men wist de pH op 6 te brengen, maar na een paar maanden viel de pH weer terug naar lagere waarden.
Met behulp van het polymeer PEG 4000, dat men ook gebruikte om aangetast cellulose te vervangen, is men er in geslaagd een waslaagje op de oppervlakte van het schip aan te brengen. Door het waslaagje wordt het hout beschermd tegen verdere aantasting.

naar: Nature

Alle ijzerionen in een kristal natrojarosiet (regel 6) hebben dezelfde lading.

2p **31** ☐ Leid af of natrojarosiet Fe^{2+} ionen of Fe^{3+} ionen bevat.

2p **32** ☐ Geef de omzetting van zwavel tot zwavelzuur zoals beschreven in regel 8 en 9 in één reactievergelijking weer.

2p **33** ☐ Bereken hoeveel kg zwavel minimaal aanwezig moet zijn om $5{,}0 \cdot 10^3$ kg zwavelzuur te produceren.

Men probeerde de zuuraanval op het schip te verminderen met een oplossing die waterstofcarbonaationen bevat. Door de reactie met waterstofcarbonaat werd de pH weer hoger.

2p **34** ☐ Geef de vergelijking van deze reactie. Neem aan dat bij deze reactie koolstofdioxide ontstaat.

2p **35** ☐ Leg uit hoe het kwam dat de pH weer terugviel naar lagere waarden (regel 17).

PEG 4000 is de afkorting voor polyethyleenglycol met een gemiddelde molecuulmassa van $4{,}0 \cdot 10^3$ u.
De structuurformule van PEG 4000 kan worden weergegeven als:

$(-OCH_2CH_2-)_n$

2p **36** ☐ Bereken de gemiddelde waarde van n.

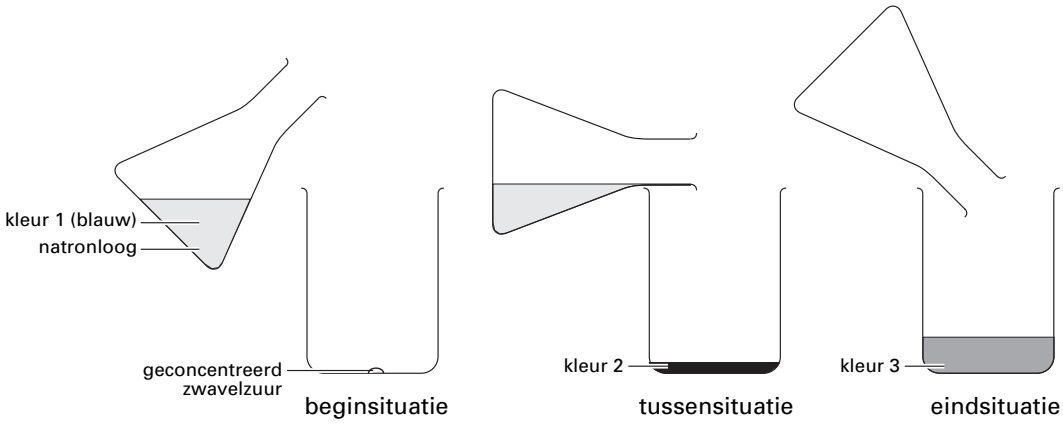
2p **37** ☐ Leg uit hoe het komt dat het waslaagje van PEG 4000 het hout beschermt tegen verdere aantasting.

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl

De goochelaar had een fles met oranjegeel water. Het oranjegele water goot hij langzaam over in een leeg glas. Daarbij veranderde het oranjegele water in rood water.
„Dat moet ik ook kunnen”, dacht Jochem, „het heeft vast iets te maken met zuren, basen en indicatoren.” Jochem pakte zijn Binas tabellenboek en ontdekte dat de indicator neutraalrood beneden pH = 6,8 rood is en boven pH = 8,0 oranjegeel. „Die goochelaar heeft dus natronloog met neutraalrood erin genomen en dat lege glas was niet leeg. Daar zat geconcentreerd zwavelzuur in; maar zó weinig dat je het niet ziet”, vervolgde Jochem zijn gedachtegang. „De molariteit van het natronloog mag natuurlijk niet te hoog zijn, want anders loop je de kans dat het water uiteindelijk toch weer oranjegeel wordt.”

2p **38** ☐ Leg uit hoe het komt dat de inhoud van het glas weer oranjegeel zou kunnen worden als het natronloog een te hoge molariteit heeft.

Toen hij verder keek in de tabel, ontdekte Jochem dat er ook een indicator is met twee omslagtrajecten: thymolblauw is beneden pH = 1,2 rood, tussen pH = 2,8 en pH = 8,0 geel en boven pH = 9,6 blauw. „Dus met thymolblauw als indicator in natronloog met een pH van ongeveer 10,5 zou er twee keer een kleurverandering kunnen optreden en dat is nog leuker”, veronderstelde Jochem.
Op school probeerde Jochem zijn proef uit. Hij deed 300 mL natronloog met pH = 10,5 in een erlenmeyer en voegde er thymolblauw aan toe. In een bekerglas deed hij voorzichtig een klein beetje geconcentreerd zwavelzuur. Daarna goot hij het blauw gekleurde natronloog *langzaam* in het „lege” bekerglas. Hieronder zijn de beginsituatie, een tussensituatie en de eindsituatie van deze proef weergegeven:



De blauwe kleur veranderde in het bekerglas eerst in kleur 2, daarna was kleur 3 te zien. Jochem was tevreden, bij de proef waren drie verschillende kleuren te zien geweest.

3p **39** ☐ Welke kleur is kleur 2 en welke kleur is kleur 3? Geef een verklaring voor je antwoord.

Einde

Beschikbaar gesteld door ExamentrainingExact. Voor alle oude eindexamens zie www.oudeexamens.nl