Scheikunde (oude stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**01**

Tijdvak 1
Donderdag 17 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 79 punten te behalen; het examen bestaat uit 32 vragen. Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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.

Nieuw element

Onderzoekers in Rusland en Duitsland hebben zich beziggehouden met het vervaardigen van nieuwe elementen. Ze maakten hierbij gebruik van de techniek die is beschreven in onderstaand tekstfragment.

tekstfragment

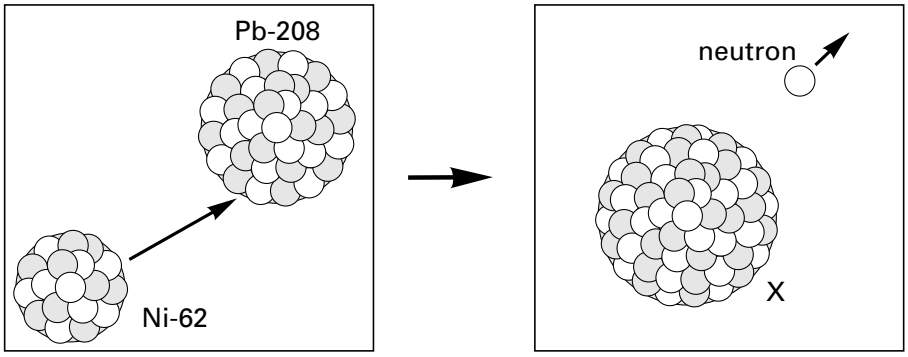
Een doelwit van lood wordt gebombardeerd met atomen van bijvoorbeeld nikkel, ijzer en titaan.
Deze atomen zijn eerst ontdaan van een aantal elektronen. Ze hebben daardoor elektrische lading waardoor zorgvuldig afgestelde elektrische velden voor een versnelling kunnen zorgen. Bij een bepaalde snelheid kan een botsing een heel enkele keer leiden tot kernfusie. Hierbij smelten de kernen samen tot de kern van een nieuw element. Bij zo'n succesvolle botsing wordt tegelijkertijd een neutron uitgezonden.

naar: Natuur en Techniek

2p **1** □ Zijn de nikkeldeeltjes die gebruikt worden voor het bombarderen van het lood negatief of positief geladen? Verklaar je antwoord. Gebruik in je antwoord een gegeven uit bovenstaand tekstfragment.

Bij het samensmelten van de kern van een loodatoom met massagetal 208 (Pb-208) en de kern van een nikkelatoom met massagetal 62 (Ni-62) wordt onder andere een nieuwe kern gevormd van een atoom X. Dit proces is weergegeven in figuur 1:

figuur 1



3p **2** □ Wat is het aantal protonen, het aantal neutronen en het atoomnummer van een atoom X?
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: …
aantal neutronen: …
atoomnummer: …

Ontzwaveling

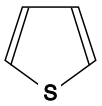
De allereerste bewerking die ruwe aardolie in een raffinaderij ondergaat, is destillatie. Hierbij wordt de ruwe olie gescheiden in fracties. De fracties die bestaan uit stoffen met lage kookpunten worden gebruikt als brandstof of als grondstof voor de chemische industrie.
Een deel van de hoogkokende fracties wordt gekraakt, waardoor stoffen met lagere kookpunten verkregen worden.
Een stof die zich in zo'n hoogkokende fractie kan bevinden, is eicosaan. Eicosaan is een onvertakt alkaan, waarvan de moleculen 20 koolstofatomen bevatten. Door kraken kunnen eicosaanmoleculen worden omgezet in kleinere moleculen.
Bij het kraken kan één eicosaanmolecuul zich splitsen in drie kleinere koolwaterstofmoleculen.

3p **3** □ Geef de vergelijking van een reactie waarbij één eicosaanmolecuul zich splitst in drie kleinere koolwaterstofmoleculen. Geef de koolwaterstoffen hierbij weer met molecuulformules.

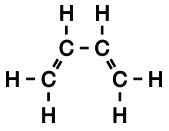
Aardolie bevat zwavelhoudende verbindingen. Dit komt doordat aardolie is ontstaan uit planten- en dierenresten. In deze planten- en dierenresten kwamen onder andere zwavelhoudende eiwitten voor.

3p **4** □ Geef de structuurformule van een stukje uit het midden van een eiwitmolecuul. Dit stukje moet zijn opgebouwd uit twee moleculen van natuurlijke aminozuren, waarvan er één een zwavelatoom bevat.

Aardolieproducten die gebruikt worden als brandstof dienen uit milieuoverwegingen te worden ontzwaveld. Dit ontzwavelen kan gebeuren door een reactie met waterstof. Bij deze reactie ontstaat het gas waterstofsulfide (H_2S).
Een voorbeeld van een zwavelverbinding is thiofeen. Als thiofeen met waterstof reageert, ontstaan waterstofsulfide en stof Y. Van thiofeen is hieronder een vereenvoudigde structuurformule weergegeven. De symbolen C en H en de bindingen tussen C en H zijn hierin weggelaten. Van stof Y is een meer gebruikelijke structuurformule gegeven.



thiofeen



stof Y

3p **5** □ Geef de vergelijking van de reactie van thiofeen met waterstof. Geef de stoffen hierbij weer met molecuulformules.

3p **6** □ Geef de systematische naam van stof Y.

Door het ontzwavelen bevatten de afvalgassen van een raffinaderij H_2S. Dit is een stinkend en giftig gas en moet dus worden verwijderd. Een geschikte methode hiervoor is het zogenoemde Claus-proces. Deze methode is alleen geschikt voor gasstromen die meer dan 20 volumeprocent H_2S bevatten. In afvalgassen van raffinaderijen is het gehalte H_2S lager dan 20 volumeprocent. De concentratie van H_2S moet dus worden verhoogd. Hiertoe leidt men de H_2S-houdende gasstroom door een organisch oplosmiddel. H_2S lost hierin uitstekend op, de rest van de gassen niet.

1p **7** □ Geef de naam van de scheidingsmethode die hier wordt toegepast.

Daarna wordt stoom door de oplossing geblazen, waarbij een gasmengsel ontstaat dat meer dan 20 volumeprocent H_2S bevat. Dit gasmengsel is geschikt voor het Claus-proces. Dit proces bestaat uit twee stappen. Bij de eerste stap wordt een deel van het H_2S verbrand:

stap 1: $2\ H_2S\ +\ 3\ O_2\ \rightarrow\ 2\ SO_2\ +\ 2\ H_2O$

Het ontstane SO_2 reageert daarna met de rest van het H_2S:

stap 2: $2\ H_2S\ +\ SO_2\ \rightarrow\ 3\ S\ +\ 2\ H_2O$

In stap 1 reageert een deel van het H_2S met zuurstof.
De hoeveelheid zuurstof die in stap 1 wordt toegevoegd, wordt zo gekozen dat precies die hoeveelheid SO_2 ontstaat die nodig is om in stap 2 met de rest van het H_2S te reageren. Op deze wijze blijft er na stap 2 geen H_2S en geen SO_2 over.

3p **8** □ Hoeveel mol O_2 is nodig om 1,0 mol H_2S volledig om te zetten in S en H_2O? Geef een verklaring voor je antwoord.

Evenwicht

Wanneer een ijzer(III)nitraatoplossing wordt toegevoegd aan een oplossing van kaliumthiocyanaat (KSCN) stelt zich het volgende evenwicht in:

$Fe^{3+} + SCN^- \leftrightarrows FeSCN^{2+}$ (evenwicht 1)

De $FeSCN^{2+}$ ionen geven aan de oplossing een rode kleur.
Bas wil de evenwichtsconstante van dit evenwicht bepalen. De evenwichtsconstante kan berekend worden met behulp van de evenwichtsvoorwaarde:

$$\frac{[FeSCN^{2+}]}{[Fe^{3+}]\,[SCN^-]} = K$$

Bas lost 0,200 mmol ijzer(III)nitraat en 0,200 mmol kaliumthiocyanaat op in 20,0 mL water. Na het instellen van het evenwicht blijkt 0,146 mmol $FeSCN^{2+}$ gevormd te zijn.

3p **9** □ Bereken $[Fe^{3+}]$ in het evenwichtsmengsel. Neem hierbij aan dat het volume van de oplossing 20,0 mL is. Geef je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

2p **10** □ Bereken de evenwichtsconstante K van dit evenwicht.

Wanneer aan de rode oplossing overmaat ijzerpoeder wordt toegevoegd, treedt een redoxreactie op waarbij alleen ijzerpoeder (Fe) met Fe^{3+} reageert.

3p **11** □ Geef de vergelijkingen van de beide halfreacties en de vergelijking van de totale redoxreactie van Fe met Fe^{3+}.

Na goed schudden verdwijnt de rode kleur.

2p **12** □ Leg aan de hand van evenwicht 1 uit dat door het toevoegen van overmaat ijzerpoeder de rode kleur verdwijnt.

Waterstofperoxide

De concentratie van waterstofperoxide (H_2O_2) in een oplossing van waterstofperoxide wordt langzaam lager. Dit wordt veroorzaakt door het optreden van de volgende ontledingsreactie:

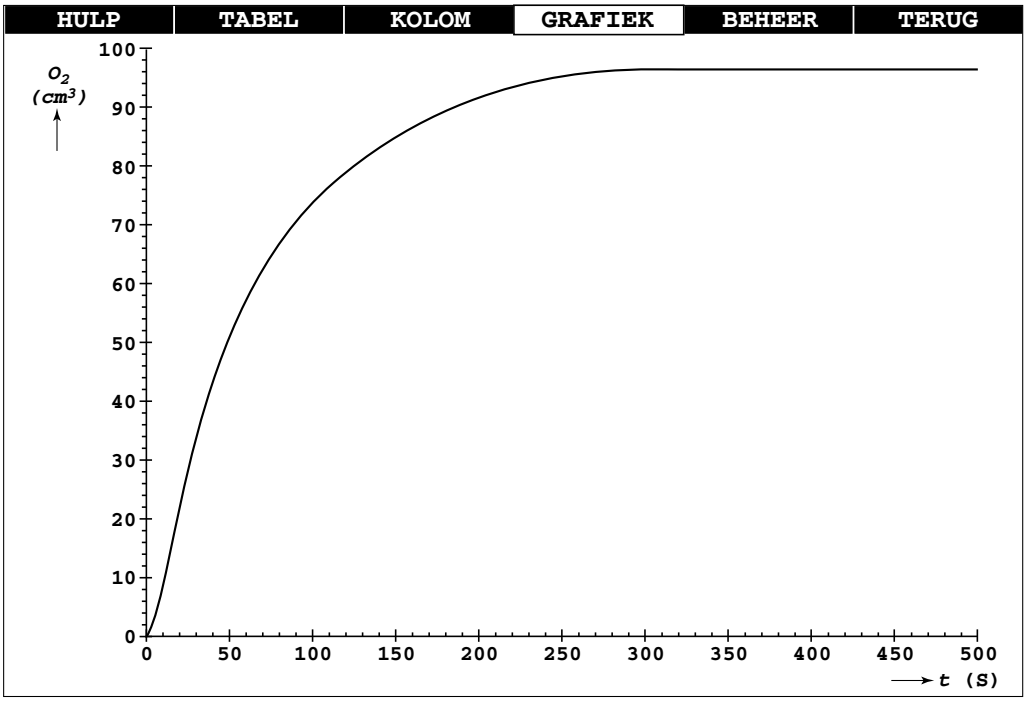
$2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$

Deze ontledingsreactie kan worden opgevat als een redoxreactie, waarbij sommige waterstofperoxidemoleculen reageren als reductor en andere waterstofperoxidemoleculen als oxidator.

2p **13** □ Geef de vergelijkingen van de beide halfreacties van de ontleding van waterstofperoxide in neutraal milieu.

Joske krijgt de opdracht om de ontleding van waterstofperoxide te onderzoeken. Zij doet een hoeveelheid van een waterstofperoxide-oplossing in een erlenmeyer die verbonden is met een gasmeetspuit. Vervolgens voegt ze een katalysator toe om de ontleding te versnellen. Met behulp van een computerprogramma wordt op het beeldscherm weergegeven hoeveel cm^3 zuurstof tijdens de ontleding is gevormd. Na afloop van de ontleding heeft Joske op het beeldscherm een diagram dat het verband aangeeft tussen de tijd (horizontaal) en de hoeveelheid zuurstof die ontstaan is (verticaal).

diagram



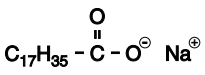
1p **14** □ Geef aan hoe uit het diagram blijkt dat de reactiesnelheid tussen t = 50 s en t = 100 s groter is dan tussen t = 100 s en t = 150 s.

In het diagram is af te lezen dat na een bepaald tijdstip de hoeveelheid zuurstof niet meer toeneemt. Op dit tijdstip is alle waterstofperoxide ontleed.

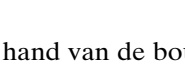
4p **15** □ Bereken het aantal gram waterstofperoxide dat in de onderzochte oplossing aanwezig was. Neem aan dat onder de omstandigheden waaronder de proef werd uitgevoerd, geldt dat V_m = 25,0 dm^3 mol^{-1}.

Zeep

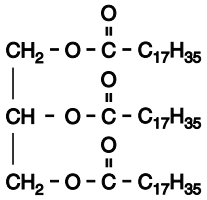
Vetvlekken in textiel kunnen niet verwijderd worden door het textiel te spoelen met water. Vetvlekken kunnen wel met behulp van zeep verwijderd worden. Natriumstearaat is een stof die gebruikt wordt als zeep. De formule van natriumstearaat is:



2p **16** □ Geef aan de hand van de eigenschappen van vet en water aan waardoor vet niet oplost in water.

3p **17** □ Leg uit, aan de hand van de bouw van het  ion, dat je met een oplossing van natriumstearaat vet uit textiel kunt verwijderen.

Een oplossing van zeep kan bereid worden uit dierlijke vetten. Een bepaald vet kan met de volgende structuurformule worden weergegeven.



vet

Door dit vet met natronloog te laten reageren, ontstaat een zeepoplossing. Tevens ontstaat glycerol.

3p **18** □ Geef de vergelijking van deze reactie. Noteer daarbij de koolstofbevattende deeltjes in structuurformule, waarbij de notatie $C_{17}H_{35}$ mag worden gebruikt.

Hard water

Hard water bevat opgeloste calcium- en magnesiumzouten. Naast de ionsoorten Ca^{2+} en Mg^{2+} bevat hard water als negatieve ionsoort hoofdzakelijk HCO_3^-.

1p **19** □ Geef de naam van de ionsoort HCO_3^-.

Eén van de hinderlijke gevolgen van de aanwezigheid van bovengenoemde ionsoorten is dat ze bij verhitting van het water met elkaar kunnen reageren onder vorming van $CaCO_3$ en $MgCO_3$. Deze vaste stoffen vormen een hechte aanslag (kalkaanslag) op de wanden van fluitketels en van verwarmingsapparaten, op douchekoppen en kranen. Deze aanslag is te verwijderen met een zure oplossing. Bij de reactie van $CaCO_3$ met een zure oplossing verdwijnt de vaste stof en ontstaat onder andere een gas.

3p **20** □ Geef de vergelijking van de reactie van $CaCO_3$ met een zure oplossing, waarbij onder andere een gas ontstaat.

Dirk wil de kalkaanslag in een fluitketel verwijderen met behulp van een oplossing van azijnzuur. Volgens Eva is de kalkaanslag veel eerder verdwenen als je zoutzuur gebruikt van dezelfde molariteit als de oplossing van azijnzuur.

2p **21** □ Leg uit dat een bepaalde hoeveelheid kalkaanslag sneller verdwenen is met zoutzuur dan met een azijnzuuroplossing van dezelfde molariteit.

Het gebruik van zure oplossingen zoals zoutzuur en azijn wordt afgeraden bij het verwijderen van kalkaanslag op aluminium oppervlakken, bijvoorbeeld aan de binnenkant van een aluminium fluitketel. Je loopt dan namelijk kans dat ook het aluminium met de zure oplossing gaat reageren. De reactie van aluminium met een zure oplossing is een redoxreactie.

2p **22** □ Geef de formule van de oxidator en de formule van de reductor bij de reactie van aluminium met zoutzuur.
Noteer je antwoord als volgt:
oxidator: …
reductor: …

Om de hardheid van leidingwater te bepalen kan een titratie worden uitgevoerd met een EDTA-oplossing. In een EDTA-oplossing bevinden zich ionen $C_{10}H_{14}N_2O_8^{2-}$. Zo'n ion kan twee H^+ ionen afstaan. Voor het gemak worden in deze opgave ionen $C_{10}H_{14}N_2O_8^{2-}$ verder weergegeven als H_2Y^{2-} en nemen we aan dat de hardheid van dit leidingwater alleen door Ca^{2+} ionen bepaald wordt.
Tijdens de titratie treedt de volgende reactie op:

$$Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2\ H^+$$

Tijdens de titratie moet de pH op ongeveer 10 worden gehouden. Om de oplossing op de gewenste pH te houden, voegt men voor aanvang van de titratie aan het harde water wat van een bufferoplossing toe.
De buffer die men toevoegt, bevat onder andere NH_4^+ en Cl^- ionen.

1p **23** □ Geef de formule van de soort deeltjes die, naast deze ionen, in de oplossing aanwezig moet zijn om de bufferende werking te verkrijgen.

Bij een dergelijke titratie wordt meestal 100 mL leidingwater getitreerd met een EDTA-oplossing waarin de H_2Y^{2-} concentratie in de buurt van 0,0200 mol per liter ligt. Vanuit de buret met EDTA-oplossing is dan voor de titratie een hoeveelheid EDTA-oplossing nodig die ligt tussen 10,0 en 20,0 mL.

2p **24** □ Leg uit waarom men voor de titratie van 100 mL leidingwater geen EDTA-oplossing gebruikt met een veel hogere molariteit, bijvoorbeeld in de buurt van 2,00 mol H_2Y^{2-} per liter.

De hardheid van water wordt uitgedrukt in Duitse hardheidsgraden, DH.
1,00 DH komt overeen met 7,14 mg Ca^{2+} per liter.
Bij een hardheidsbepaling werd 100 mL water getitreerd met een EDTA-oplossing die 0,0200 mol H_2Y^{2-} per liter bevat. Hiervan bleek 13,2 mL nodig te zijn.

4p **25** □ Bereken de hardheid van het onderzochte water in DH.

Naffynia wil onderzoeken of met behulp van elektrolyse de Ca^{2+} ionen uit hard water verwijderd kunnen worden. Uit de gegevens in haar Binas blijkt dat de Ca^{2+} ionen niet zullen reageren aan de negatieve elektrode.

2p **26** □ Geef de vergelijking van de reactie die bij de elektrolyse van hard water wél optreedt aan de negatieve elektrode.

Schonere diesel

De NO_x-uitstoot door het verkeer daalt gestaag sinds de invoering van de katalysator voor benzinemotoren. Met behulp van deze katalysator worden koolstofmono-oxide, stikstofoxiden en onverbrande koolwaterstoffen uit de uitlaatgassen verwijderd. Een deel van het koolstofmono-oxide en de onverbrande koolwaterstoffen worden verbrand tot koolstofdioxide en water, de rest reageert met NO_x waarbij onder andere stikstof ontstaat.

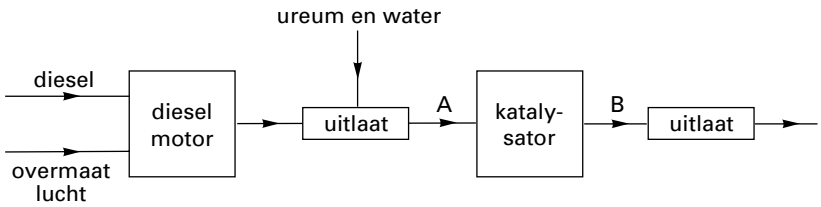
3p **27** □ Geef de vergelijking van de reactie van koolstofmono-oxide met stikstofdioxide (NO_2).

Katalysatoren voor benzinemotoren kunnen niet gebruikt worden om NO_x uit de uitlaatgassen van dieselmotoren te halen, doordat de dieselmotor met een grote overmaat aan lucht werkt. Bij dieselmotoren reageren koolstofmono-oxide en de onverbrande koolwaterstoffen niet met stikstofoxiden, maar met een andere stof.

1p **28** □ Geef de naam van de stof waarmee koolstofmono-oxide bij gebruik van een dergelijke katalysator bij dieselmotoren, zou reageren.

Onderzoekers aan de Technische Universiteit Delft ontwikkelden een nieuwe katalysator die de stikstofoxiden uit de uitlaatgassen van dieselmotoren laat reageren met ammoniak. Het resultaat is dat de schadelijke stikstofoxiden als stikstofgas ontwijken naar de atmosfeer. Daarnaast zorgt de nieuwe katalysator ook voor de verbranding van het koolstofmono-oxide en de onverbrande koolwaterstoffen.
Elke vrachtwagen uitrusten met een ammoniaktank is echter gevaarlijk, omdat ammoniak behoorlijk reactief is. De Delftse onderzoekers gebruiken ureum, $CO(NH_2)_2$. Bij een hoge temperatuur reageert ureum meteen met water. Bij die reactie ontstaan ammoniak en koolstofdioxide. Door een waterige ureumoplossing in te spuiten in de hete uitlaatgassen, wordt continu ammoniak gemaakt, waarmee de stikstofoxiden kunnen reageren. De reactie van stikstofoxiden met ammoniak geschiedt in een speciale katalysatorruimte. Een overschot aan ammoniak wordt ook door de katalysator afgebroken.
Het door de Delftse onderzoekers ontwikkelde proces kan schematisch als volgt worden weergegeven:

blokschema



In dit blokschema ontbreken de namen van een aantal stoffen die wel bij het proces betrokken zijn. Een aantal van deze stoffen moet in het blokschema bij A en B vermeld worden.

4p **29** □ Neem de onderstaande tabel over en geef bij de genoemde stoffen met *ja* of *nee* aan of de stof bij A en of de stof bij B in het blokschema vermeld moet worden.
Als voorbeeld is dit voor koolstofmono-oxide en voor stikstof al ingevuld.

	bij A	bij B
koolstofmono-oxide:	*ja*	*nee*
stikstof	*ja*	*ja*
ammoniak	..	..
koolstofdioxide	..	..
stikstofoxiden	..	..
ureum	..	..

Zure regen

Met 1 miljard ton verstookte steenkool per jaar is China de belangrijkste producent van koolstofdioxide en zwaveldioxide ter wereld.
De zure regen die het resultaat is van de verbranding van zwavelhoudende steenkool, bevat opgelost zwavelzuur. Dit opgelost zwavelzuur ontstaat in de lucht in twee stappen uit zwaveldioxide. Eerst wordt het zwaveldioxide omgezet tot zwaveltrioxide. Dit zwaveltrioxide reageert vervolgens met (regen)water tot een oplossing van zwavelzuur.

4p **30** □ Geef de hierboven beschreven vorming van een oplossing van zwavelzuur uit zwaveldioxide in twee reactievergelijkingen weer.

Regenwater is van nature al enigszins zuur doordat één van de gassen die in schone lucht voorkomen met water een zure oplossing vormt.

1p **31** □ Geef de formule van dit gas.

Natuurlijk regenwater heeft pH = 5,6. Zure regen is regen met pH lager dan 5,6. In sterk verontreinigde gebieden in China is het geen zeldzaamheid dat er regen valt die 50 keer zo zuur is als natuurlijk regenwater.

3p **32** □ Bereken de pH van regenwater dat 50 keer zo zuur is als natuurlijk regenwater.

Einde