

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

Vooropleiding
Hoger
Beroeps
Onderwijs

HAVO Tijdvak 2
VHBO Tijdvak 3
Dinsdag 17 juni
13.30–16.30 uur

Dit examen bestaat uit 37 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel
punten met een goed antwoord behaald kunnen
worden.
Voor vraag 12 is een bijlage 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,
worden alleen de eerste twee in de
beoordeling meegeteld.

Opgave 1

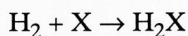
Uit waterstof en zuurstof kan H_2O_2 worden gemaakt.

- 1p **1** ☐ Hoe wordt de stof met de formule H_2O_2 meestal genoemd?

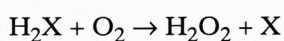
Als men waterstof en zuurstof onder normale omstandigheden met elkaar laat reageren, treedt echter niet de reactie $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ op.

- 2p **2** ☐ Geef de vergelijking van de reactie die dan wel optreedt.

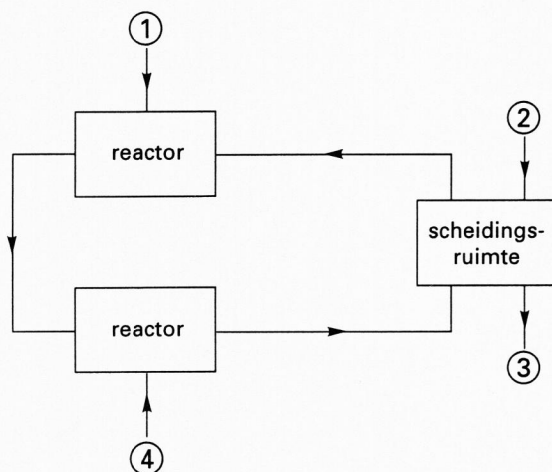
De industriële bereiding van H_2O_2 uit waterstof en zuurstof vindt plaats in een aantal stappen. Allereerst reageert waterstof in een reactor met een stof X. Deze reactie kan als volgt worden weergegeven:



Vervolgens reageert in een andere reactor de stof H_2X met zuurstof:



Tenslotte wordt in een scheidingsruimte aan het ontstane mengsel water toegevoegd. H_2O_2 lost daarbij in water op, stof X niet. De oplossing van H_2O_2 wordt afgetapt, stof X wordt weer teruggevoerd naar de eerste reactor, om daar opnieuw met H_2 te reageren. Dit proces, dat continu verloopt, kan als volgt schematisch worden weergegeven:



Bij dit proces spelen dus de volgende stoffen een rol:
 H_2 , H_2O , H_2O_2 , O_2 , X, H_2X .

- 4p **3** ☐ Geef aan welke stof of stoffen bij de nummers (1), (2), (3) en (4) geplaatst moeten worden. Noteer je antwoord als volgt:
bij (1): ...
bij (2): ...
bij (3): ...
bij (4): ...

Opgave 2

Het eindpunt van een zuur-base titratie wordt nogal eens zichtbaar gemaakt met behulp van een kleurindicator. Zo kun je voor de bepaling van het eindpunt van de titratie van een oplossing van NaOH met een oplossing van HCl de indicator fenolrood gebruiken.

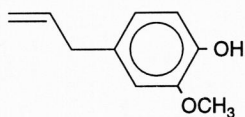
- 2p 4 ☐ Welke kleurverandering geeft het eindpunt van deze titratie aan?

Noteer je antwoord als volgt:

kleur voor het eindpunt:

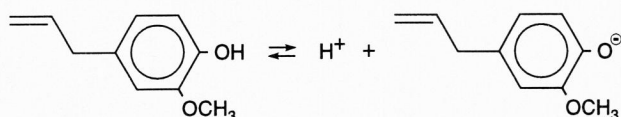
kleur bij het eindpunt :

Voor sommige visueel gehandicapten is het moeilijk om het eindpunt van een titratie met behulp van een kleurindicator waar te nemen. In een chemisch tijdschrift stond een artikel waarin de resultaten van een onderzoek naar het gebruik van zogenoemde geurindicatoren bij zuur-base titraties werden beschreven. Gebruikt men een geurindicator bij een zuur-base titratie, dan wordt het eindpunt waargenomen doordat de oplossing dan een geur vertoont. Eén van de stoffen die men heeft onderzocht is eugenol, de stof die de geur van kruidnagelen veroorzaakt. In het artikel is de structuur van eugenol als volgt weergegeven:



- 2p 5 ☐ Geef de molecuulformule van eugenol.

Als men eugenol oplost in water stelt zich het volgende evenwicht in:



Voegt men eugenol toe aan een oplossing van NaOH, dan komt het eugenol vrijwel uitsluitend voor in de vorm van negatieve ionen.

- 2p 6 ☐ Leg dit uit aan de hand van het bovengenoemd evenwicht.

Als bij de titratie van een oplossing van NaOH met een oplossing van HCl (bij 298 K) pH = 7,00 is bereikt, is de concentratie van het ongeïoniseerde eugenol $1,0 \cdot 10^3$ keer zo groot als de concentratie van de negatieve ionen.

- 2p 7 ☐ Geef de evenwichtsvoorwaarde voor bovengenoemd evenwicht. Geef hierin de formule van het ongeïoniseerde eugenol weer als HEug en de formule van de negatieve ionen als Eug⁻.

- 3p 8 ☐ Bereken de waarde van de evenwichtsconstante K van bovengenoemd evenwicht (bij 298 K).

De geur die de oplossing bij het eindpunt van de titratie vertoont, wordt veroorzaakt door het ongeïoniseerde eugenol. Eugenol is een vrij vluchtige, slecht oplosbare stof. Eugenol is slecht oplosbaar in water, ondanks de aanwezigheid van een karakteristieke groep in de eugenolmoleculen die het oplossen in water bevordert.

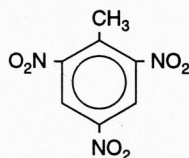
- 1p 9 ☐ Welke groep is dat?

- 2p 10 ☐ Geef aan de hand van de molecuulbouw van eugenol aan waardoor eugenol toch slecht oplost in water.

Opgave 3

Koolstofverbindingen waarvan de moleculen één of meer NO_2 groepen bevatten, heten nitroverbindingen.

Een voorbeeld van een nitroverbinding is TNT:



TNT is een afkorting. Uit de structuurformule van TNT kan worden afgeleid voor welke naam deze afkorting staat.

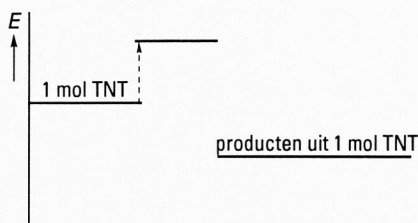
2p 11 ☐ Geef deze naam.

TNT is een explosieve stof.

Men is voortdurend op zoek naar nog krachtigere en nog stabielere explosieven. De kracht van een explosie wordt voor een groot deel bepaald door de mate waarin een reactie exotherm is. Stabiël wil in dit verband zeggen: pas bij een grote schok zal het exploderen.

Hieronder is de explosie van TNT weergegeven door energiediagram 1. In dit diagram is de activeringsenergie met een gestippelde pijl aangegeven.

energie-
diagram 1

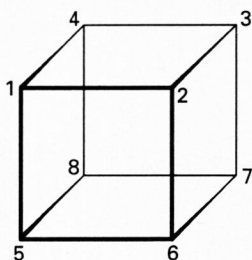


Het energiediagram voor de explosie van een explosief dat krachtiger en stabiel is dan TNT is anders dan het energiediagram voor de explosie van TNT.

In de figuur op de bijlage is energiediagram 1 opgenomen. Daarnaast is een deel van een energiediagram getekend (energiediagram 2), dat de explosie van een explosief dat krachtiger en stabiel is dan TNT weergeeft. De schaalverdeling op de verticale as is in dit diagram dezelfde als in het energiediagram van de explosie van 1 mol TNT.

2p 12 ☐ Maak op de bijlage energiediagram 2 af voor een explosief dat stabiel en krachtiger is dan TNT, door de twee ontbrekende energieniveau's aan te geven.

De nitroverbindingen afgeleid van de koolwaterstof cubaan, zijn stoffen waarvan men verwacht dat het krachtige en stabiele explosieven zijn. Cubaan, C_8H_8 , bestaat uit moleculen waarvan de bindingen tussen de koolstofatomen een kubus vormen. De schematische structuur van cubaan kan dan ook als volgt worden weergegeven:



In deze schematische structuur zijn de acht koolstofatomen genummerd. In een molecuul cubaan is aan elk koolstofatoom één waterstofatoom gebonden. Elk van de waterstofatomen kan worden vervangen door een NO_2 groep. Door twee waterstofatomen te vervangen door NO_2 groepen ontstaat een molecuul dinitrocubaan. Er bestaan verschillende dinitrocubanen.

- p 13 ☐ Hoeveel verschillende dinitrocubanen bestaan er? Geef een verklaring voor je antwoord.

Door in een molecuul cubaan alle waterstofatomen te vervangen door NO_2 groepen, ontstaat het explosief octanitrocubaan. Bij de explosie van octanitrocubaan ontleedt deze stof onder vorming van twee stoffen. Beide stoffen zijn bij kamertemperatuur gasvormig. De ene stof is stikstof.

- 2p 14 ☐ Geef de formule van de andere stof. Geef een verklaring voor je antwoord.

- 2p 15 ☐ Bereken hoeveel dm^3 gas ontstaat bij de ontleding van 1,0 mol octanitrocubaan. Neem aan dat onder de omstandigheden van de reactie 1,0 mol gas een volume heeft van $50 dm^3$.

Opgave 4

Natrium reageert met water.

Bij deze redoxreactie ontstaat een oplossing van natriumhydroxide.

- p 16 ☐ Geef de vergelijking van de halfreactie van de oxidator.

Per mol natrium dat reageert wordt één mol ionen OH^- gevormd.

Een leraar wil door reactie van natrium met water een oplossing van natriumhydroxide maken met $pH = 12,30$ (bij 298 K). Hij heeft een blokje natrium van 1,1 g afgesneden.

- 4p 17 ☐ Bereken hoeveel liter van de gewenste oplossing gemaakt kan worden met 1,1 g natrium.

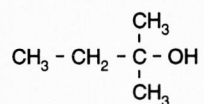
De leraar heeft het blokje natrium van 1,1 g enige tijd aan de lucht laten liggen. De aanvankelijk glanzende snijvlakken zijn daarbij dof geworden door de vorming van natriumoxide. De leraar vraagt zich af of dit blokje met natriumoxide bedekt natrium nog bruikbaar is om de berekende hoeveelheid van de gewenste oplossing te maken, dus of in dit geval evenveel hydroxide-ionen worden gevormd.

- 3p 18 ☐ Zullen, doordat een deel van het natrium is omgezet in natriumoxide, bij de reactie van het blokje met water minder, evenveel of meer hydroxide-ionen worden gevormd? Geef een verklaring voor je antwoord.

Opgave 5

Alcoholen zijn verbindingen waarbij in de moleculen de OH groep als karakteristieke groep aan de koolstofketen voorkomt. De alkanolen vormen een deel van deze klasse van verbindingen.

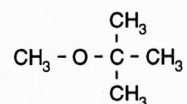
Een voorbeeld van een alkanol met de molecuulformule $C_5H_{12}O$ is:



verbinding A

- 3p **19** ☐ Geef de systematische naam van verbinding A.

Er bestaat echter ook een andere soort verbindingen met de molecuulformule $C_5H_{12}O$. In de moleculen van deze soort verbindingen is een zuurstofatoom gebonden aan twee koolstofatomen. Verbindingen met zo'n karakteristieke groep in de moleculen worden tot de zogenoemde ethers gerekend. Er zijn zes ethers met molecuulformule $C_5H_{12}O$. Eén van deze ethers is verbinding B:



verbinding B

- 4p **20** ☐ Geef de structuurformules van de andere vijf ethers met molecuulformule $C_5H_{12}O$.

Ethers hebben lagere kookpunten dan alkanolen met hetzelfde aantal C atomen in het molecuul. Zo heeft verbinding B een veel lager kookpunt dan verbinding A.

- 2p **21** ☐ Geef aan de hand van het verschil in de structuren een verklaring voor het feit dat verbinding B een veel lager kookpunt heeft dan verbinding A.

Verbinding B wordt aan benzine toegevoegd om de kwaliteit van benzine te verhogen.

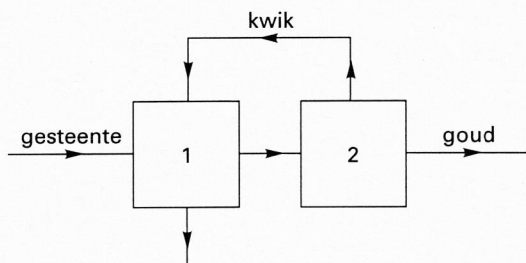
- 3p **22** ☐ Geef de reactievergelijking in molecuulformules van de volledige verbranding van verbinding B ($C_5H_{12}O$).

Verbinding B wordt in de chemische industrie bereid door additie van methanol (CH_3OH) aan een koolwaterstof.

- 2p **23** ☐ Geef de structuurformule van de koolwaterstof die daarvoor moet worden gebruikt.

Opgave 6

Goud wordt gewonnen uit gesteenten waarin zich kleine korreltjes goud bevinden. Bij een oudere methode van goudwinning wordt vloeibaar kwik gebruikt. Het kwik wordt gemengd met gemalen goudbevattend gesteente, waarbij de goudkorreltjes oplossen in het kwik. Om na het toepassen van deze scheidingsmethode zuiver goud te verkrijgen, moeten achtereenvolgens nog twee scheidingsmethoden worden toegepast. In het onderstaande blokschema zijn de ruimtes waarin de drie scheidingen plaats vinden aangeduid met 1 en 2.



- 24 ☐ Geef de namen van de drie scheidingsmethoden die bij 1 en 2 worden toegepast. Noteer je antwoord als volgt:
bij 1: en
bij 2:

Tegenwoordig mengt men meestal het goudbevattende gesteente met een oplossing die cyanide-ionen (CN^-) bevat. Door een redoxreactie ontstaan in het mengsel ionen met de formule $\text{Au}(\text{CN})_2^-$. Bij deze reactie is CN^- geen oxidator en geen reductor. Er is bij de reactie nog een andere stof nodig.

- 2p 25 ☐ Is er, naast CN^- , een oxidator nodig of een reductor nodig om $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ te kunnen krijgen? Geef, mede aan de hand van de lading van de goudionen in $\text{Au}(\text{CN})_2^-$, een verklaring voor je antwoord.

De oplossing met $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ ionen wordt vervolgens gemengd met het metaal zink. Hierbij treedt een reactie op waarbij het metaal goud en ionen met de formule $\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$ ontstaan.

- 3p 26 ☐ Geef de vergelijking van deze reactie.

Na verwijdering van het goud uit het ontstane mengsel wordt het cyanidehoudende water opgeslagen in grote kunstmatige meren waaruit het cyanide binnen enkele maanden als HCN verdamppt.

In augustus 1995 brak in Guyana een dam van een dergelijk meer. Er stroomde 25 miljoen liter water, dat met cyanide vergiftigd was, in een grote rivier. Hierbij kwam ongeveer 1000 kg CN^- in het rivierwater terecht. Omdat deze rivier door de bevolking als drinkwaterbron werd gebruikt, ontstond een gevaarlijke situatie. Een dag na de ramp was de concentratie cyanide in de rivier door verdunning met het rivierwater 10 keer zo klein geworden als in het kunstmatige meer.

Een concentratie van $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol CN^- per liter is dodelijk voor de mens.

- 4p 27 ☐ Kon de bevolking, gezien de concentratie van het CN^- , een dag na de ramp weer veilig uit de rivier drinken? Geef, aan de hand van een berekening, een verklaring voor je antwoord.

Opgave 7

Voedsel wordt soms verpakt in bakjes van aluminiumfolie. Deze bakjes komen uiteindelijk bij het afval terecht. Een nadeel van aluminium is dat het moeilijk te scheiden is van het andere afval.

IJzer kan, met behulp van magneten, wel gemakkelijk uit afval worden gescheiden.

Daarom onderzoekt men de mogelijkheid om aluminiumfolie te vervangen door ijzerfolie.

Men heeft daartoe een techniek ontwikkeld waarmee dun ijzerfolie gemaakt kan worden uit schroot (ijzerafval). Schroot bestaat uit ijzer en roest.

Bij deze techniek wordt het schroot „opgelost” in zoutzuur.

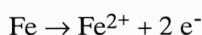
Bij het reageren van het zoutzuur met de roest uit het schroot ontstaat een oplossing van ijzer(III)chloride. Deze reactie is een zuur-base reactie. De roest kan in dit geval worden weergegeven met de formule $\text{FeO}(\text{OH})$.

- 3p **28** ☐ Geef de reactievergelijking voor het oplossen van roest in zoutzuur.

De ontstane ijzer(III)ionen reageren met een deel van het ijzer uit het schroot. Hierbij ontstaan ijzer(II)ionen.

- 2p **29** ☐ Geef de vergelijking van deze reactie.

De rest van het ijzer uit het schroot reageert met zoutzuur in een redoxreactie. De vergelijking van de ene halfreactie is:

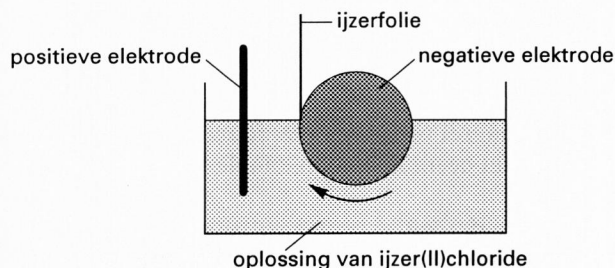


- 1p **30** ☐ Geef de vergelijking van de andere halfreactie.

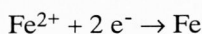
Uiteindelijk is op deze manier het schroot omgezet in een oplossing van ijzer(II)chloride.

Uit deze oplossing van ijzer(II)chloride wordt door elektrolyse ijzerfolie gemaakt.

Daartoe wordt de oplossing geleid in een speciale elektrolyseruimte. In deze ruimte bevindt zich een draaiende trommel die als negatieve elektrode dienst doet. Tijdens de elektrolyse slaat op deze elektrode ijzer neer. Het ijzer vormt een dun laagje dat in de vorm van een folie loslaat van de trommel.



De vergelijking van de reactie aan de negatieve elektrode is:



Bij de uitvoering van deze techniek stroomt per seconde 3,0 mol elektronen van de stroombron naar de negatieve elektrode. De trommel draait met een zodanige snelheid dat de dikte van het ijzerfolie dat uit de oplossing komt 0,0050 cm is. De dichtheid van ijzer is $7,9 \text{ g cm}^{-3}$.

- 4p **31** ☐ Bereken het aantal m^2 ijzerfolie dat per seconde zal ontstaan.

Opgave 8

Neerslagreacties kunnen worden gebruikt om de aanwezigheid van een bepaalde ionsoort aan te tonen.

Van een oplossing van zinknitraat moet worden vastgesteld of deze ook lood(II)ionen bevat. Daartoe wordt een oplossing van een geschikt zout toegevoegd.

- 2p **32** ☐ Geef de formule van zo'n zout.

Neerslagreacties kunnen ook worden gebruikt om de concentratie van een bepaalde ionsoort in een oplossing vast te stellen.

De ionsoort wordt daartoe volledig neergeslagen. Het neerslag wordt door filtratie afgescheiden en gespoeld met water. Tot slot wordt het neerslag gedroogd en wordt de vaste stof gewogen.

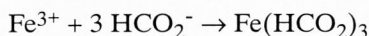
- 2p **33** ☐ Leg uit dat in het geval er niet met water wordt gespoeld, de vaste stof (na droging) een grotere massa zal hebben dan wanneer wel met water was gespoeld.

Een voorbeeld van zo'n concentratiebepaling is de bepaling van $[\text{Fe}^{3+}]$ in een oplossing door het toevoegen van een oplossing van NaHCO_2 .

HCO_2^- is de zuurrest van het zuur $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{OH}$.

- 2p **34** ☒ Geef de systematische naam van HCO_2^- .

Bij het toevoegen van een oplossing van NaHCO_2 aan een oplossing die Fe^{3+} bevat, ontstaat een neerslag:



Bij deze methode doet zich een probleem voor. Het neerslag dat ontstaat, bestaat uit te kleine korrels en kan daarom moeilijk door filtratie worden afgescheiden. De korrels zijn zo klein doordat het neerslag te snel ontstaat. Om problemen bij de filtratie te vermijden, moet het neerslag langzamer ontstaan. Dit bereikt men op de volgende wijze.

Aan de oplossing die Fe^{3+} ionen bevat, wordt een overmaat ureum ($\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{NH}_2$) en een overmaat $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{OH}$ toegevoegd.

Vervolgens wordt de oplossing verwarmd. Daarbij treedt de volgende langzame reactie op:



Er blijkt vervolgens een neerslag van $\text{Fe}(\text{HCO}_2)_3$ te ontstaan met grote korrels. Het ontstaan van grote korrels kan worden verklaard uit het feit dat de concentratie van HCO_2^- laag blijft.

- 2p **35** ☐ Leg uit waarom op deze wijze de concentratie van HCO_2^- laag blijft.

Het ontstane neerslag wordt afgefiltreerd, gespoeld en door verwarmen gedroogd. Na verder verwarmen ontleedt het $\text{Fe}(\text{HCO}_2)_3$ onder vorming van drie stoffen: Fe_2O_3 , water en koolstofmonoxide.

- 3p **36** ☐ Geef de reactievergelijking van deze ontleding.

Uit 100,0 ml van de oplossing die Fe^{3+} ionen bevat, blijkt 0,4350 g Fe_2O_3 te ontstaan.

- 3p **37** ☐ Bereken $[\text{Fe}^{3+}]$ in mol l^{-1} in de onderzochte oplossing.

Einde