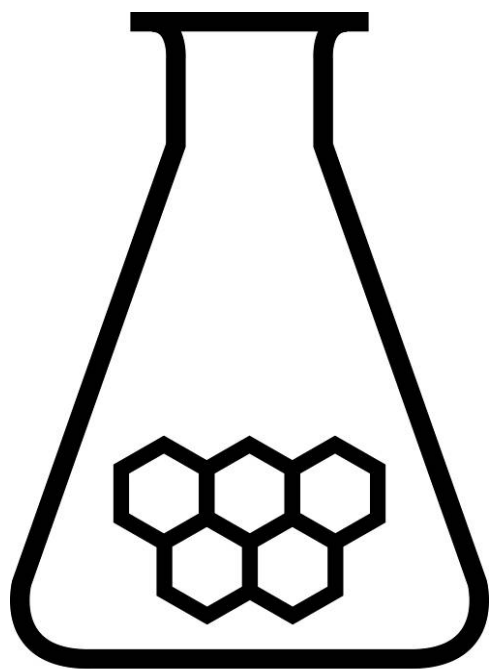


Nationale Scheikundeolympiade

THEORIETOETS opgaven

dinsdag 9 juni 2009



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

800 Years 1209 - 2009

- Deze theorietoets bestaat uit 9 open vragen met in totaal 37 deelvragen
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordblad, voorzien van naam
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 134 punten
- De theorietoets duurt maximaal 4 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.

De brandstofcel bestaat uit twee poreuze elektroden A en B, beide gemaakt van grafiet. De elektroden zijn van elkaar gescheiden door een membraan van Nafion[®]. Door elektrode A stroomt waterstof en door elektrode B stroomt zuurstof. Wanneer beide elektroden door middel van een geleidende verbindingdraad met elkaar worden verbonden, gaat er een elektrische stroom lopen. Bij de reacties die daarbij optreden, ontstaat alleen in elektrode B water. De stroomgeleiding via de verbindingdraad geschiedt door middel van transport van elektronen. In het membraan geschiedt de stroomgeleiding door verplaatsing van een ander soort deeltjes.

- 4 Leg uit in welke richting (van elektrode A naar elektrode B of omgekeerd) de elektronen zich bij stroomlevering door de verbindingdraad bewegen. 2p
- 5 Leg uit welk soort deeltjes zich bij stroomlevering door het membraan verplaatst en in welke richting (van elektrode A naar elektrode B of omgekeerd) die deeltjes zich door het membraan bewegen. 3p

In een brandstofcel wordt chemische energie omgezet in elektrische energie.

- 6 Bereken hoeveel dm^3 waterstof (298 K, $p = p_o$) minstens nodig is om de standaardbrandstofcel $2,16 \cdot 10^5$ J elektrische energie te laten leveren. 3p

Een belangrijke eigenschap van Nafion[®] is de zuurcapaciteit. Dit is het aantal millimol sulfonzuurgroepen in 1,00 g Nafion[®]. De zuurcapaciteit van Nafion[®] wordt in de fabriek door middel van een titratie bepaald en als een van de eigenschappen in de productspecificaties vermeld. Deze bepaling is nodig omdat niet precies bekend is in welke verhouding beide monomeereenheden in het polymeer voorkomen. Bij de bepaling van de zuurcapaciteit gaat men niet uit van Nafion[®] zelf, maar van het natriumzout van Nafion[®]. De reden hiervoor is dat dit natriumzout minder water bevat en beter te drogen is dan Nafion[®] zelf. In het natriumzout van Nafion[®] zijn alle $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen vervangen door groepen die kunnen worden weergegeven met $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$. Het natriumzout van Nafion[®] is evenals Nafion[®] zelf onoplosbaar in water.

De bepaling kan als volgt worden uitgevoerd.

1. Droog een hoeveelheid van het natriumzout van Nafion[®].
2. Weeg een hoeveelheid van dit gedroogde natriumzout nauwkeurig af.
3. Breng het zout over in een erlenmeyer en voeg overmaat zoutzuur toe.
4. Filtreer en spoel het residu na met gedestilleerd water om de overmaat zoutzuur te verwijderen.
5. Breng het residu over in een erlenmeyer en voeg overmaat NaCl oplossing toe.
6. Filtreer opnieuw en spoel het residu na.
7. Titreer het filtraat met natronloog.

In stap 3 van dit voorschrift worden alle $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen omgezet tot $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen.

In stap 5 worden alle $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen weer omgezet tot $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen. De H^+ ionen van de sulfonzuurgroepen komen in de oplossing terecht.

Bij een dergelijke bepaling werd 1,73 gram van het gedroogde natriumzout van Nafion[®] afgewogen. Voor de titratie was 14,4 mL 0,104 M natronloog nodig. Met behulp van dit titratieresultaat kan het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in de onderzochte hoeveelheid van het natriumzout van Nafion[®] worden berekend en daarmee de zuurcapaciteit van het Nafion[®]. Bij deze berekening speelt ook het verschil in massa tussen de groep $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ en de groep $-\text{SO}_3\text{H}$ een rol.

- 7 Bereken met behulp van het titratieresultaat het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in 1,73 gram van het gedroogde natriumzout van Nafion[®]. 1p
- 8 Bereken de zuurcapaciteit van het Nafion[®] in mmol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen per 1,00 g Nafion[®]. 4p

■ Opgave 2 Brandstoffen

(15 punten)

In deze opgave beschouwen we twee verbindingen: methaan als modelstof voor aardgas en octaan als modelstof voor benzine.

- 9 Geef de reactievergelijking voor 3p
a. de volledige verbranding van methaan
b. de volledige verbranding van octaan (als model voor benzine).
- 10 Bereken met behulp van Binastabel 57A de verbrandingsenthalpie (verbrandingswarmte) van deze twee reacties. 3p
De vormingswarmte van octaan is $-208,2 \text{ kJ mol}^{-1}$.
Aardgas wordt vaak een schone brandstof genoemd, onder andere omdat er minder CO_2 per eenheid van energie wordt uitgestoten bij gebruik van aardgas.
- 11 Klopt het, dat aardgas/methaan schoner is dan benzine/octaan? 2p
Maak gebruik van de antwoorden op vraag 10.
Voor de vergelijking van de energetische waarde van brandstoffen worden twee getallen gebruikt: de energetische bovenwaarde en de energetische onderwaarde. Het verschil zit in het al dan niet meerekenen van de condensatiewarmte van het bij verbranding gevormde water:
bovenwaarde = onderwaarde + condensatiewarmte
- 12 a. Heb je bij vraag 10 de energetische bovenwaarde of de energetische onderwaarden uitgerekend? 3p
b. Bereken de andere energetische waarden met behulp van Binastabel 57A.
- 13 Laat door berekening zien dat de verbrandingsreactie van methaan een aflopende reactie is (laat dus zien dat de 'evenwichtsconstante' van deze verbrandingsreactie extreem groot is). 4p
Maak bij deze berekening gebruik van de thermodynamische relatie tussen ΔG en K , en die tussen ΔG , ΔH en ΔS .

■ Opgave 3 Platland

(25 punten)

Het Periodiek Systeem der elementen in onze driedimensionale wereld is gebaseerd op de vier kwantumgetallen voor de elektronen:

$$n = 1, 2, 3, \dots;$$

$$l = 0, 1, 2, \dots, n - 1;$$

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l;$$

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

Stel je voor dat je in Platland bent. Dat is een tweedimensionale wereld waarin het Periodiek Systeem der elementen is gebaseerd op drie kwantumgetallen voor de elektronen:

$$n = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm (n - 1);$$

$$s = \pm \frac{1}{2}$$

deze m speelt de rol van l en m_l uit de driedimensionale wereld, dus s , p , d -niveaus worden door deze m bepaald

De volgende opdrachten hebben betrekking op dit tweedimensionale Platland waarin de ervaring, verkregen uit onze driedimensionale wereld, geldig is.

- 14 Teken de eerste vier perioden van het Platlandse Periodiek Systeem der elementen. 3p
Nummer de elementen volgens hun kernlading.
Gebruik deze nummers ook als symbool.
Geef bij ieder element de elektronenconfiguratie.
- 15 Welke regels in Platland komen overeen met de octet- en 18-elektronenregel in onze driedimensionale wereld? 2p
Bekijk de elementen met $n \leq 3$.
Elk Platlands element heeft minstens één overeenkomstig element in onze driedimensionale wereld.

- 16 a. Geef de chemische symbolen van deze overeenkomstige elementen.
b. Voorspel op grond van deze analogie of de tweedimensionale elementen vast, vloeibaar of gasvormig zijn onder normale omstandigheden. 2p
- 17 a. Voorspel het verloop van de eerste ionisatie-energieën van de Platlandelementen met $n = 2$. Geef dit verloop in een grafiek weer.
b. Geef in een Platlands Periodiek Systeem met een pijl de richting aan van toenemende elektronegativiteit. 3p
- 18 a. Teken de energieniveaus van de molecuulorbitalen van de neutrale homonucleaire twee-atomige moleculen van de elementen met $n = 2$, met daarin de elektronenvulling.
b. Welke van deze moleculen zijn stabiel in Platland? 4p
- Bekijk eenvoudige binaire verbindingen (verbindingen met twee atoomsoorten) van de elementen met $n = 2$ met het lichtste element (atoomnummer 1).
- 19 a. Teken de elektronenformules (lewisstructuren).
b. Teken de ruimtelijke structuren.
c. Geef de formules van de overeenkomstige verbindingen in onze driedimensionale wereld. 6p
- 20 a. Teken de hybrideorbitalen van de elementen met $n = 2$.
b. Welk element vormt de basis van de organische chemie in Platland? (Gebruik weer het atoomnummer als symbool).
c. Geef voor ethaan, etheen en cyclohexaan de structuurformules van de overeenkomstige Platland-verbindingen.
d. Zijn er aromatische ringverbindingen mogelijk in Platland? 5p

■ Opgave 4 Neerslachtig? (9 punten)

De concentratie van chloride-ionen in een oplossing kan worden bepaald door deze ionen neer te slaan met een zilvernitraatoplossing. Het neerslag ontleedt echter onder invloed van licht tot zilver en chloor. Men neemt aan dat chloor in een waterige oplossing reageert tot chloraat- en chloride-ionen. Met overmaat zilverionen worden de aldus gevormde chloride-ionen neergeslagen. Chloraat- en chloride-ionen vormen géén neerslag met zilverionen.

- 21 Geef de vergelijkingen van de drie hierboven genoemde reacties. 4p
- De gravimetrische bepaling van chloride werd uitgevoerd met overmaat zilverionen. 12 Massa-% van het gevormde neerslag werd ontleed door licht.
- 22 Hoe groot is de relatieve fout tengevolge van deze ontleding en ga na of de uitkomst van de bepaling te hoog of te laag uitvalt. 5p

■ Opgave 5 Organisch gepuzzel

(11 punten)

- Verbinding **A** wordt bereid uit fenol (benzenol/hydroxybenzeen).
 - Verbinding **A** kan worden geoxideerd tot verbinding **B**.
 - Verbinding **A** wordt met H_2SO_4 gedehydrateerd tot verbinding **C**.
 - Verbinding **A** reageert met PBr_3 tot verbinding **D**.
 - In het massaspectrum van **D** bevinden zich een zeer hoge piek bij $m/e = 83$ (basispiek) en twee molecuulionpieken bij $m/e = 162$ en 164 . De verhouding van de piekhoogten bij $m/e = 162$ en 164 bedraagt 1,02.
 - Verbinding **D** kan worden omgezet tot een organomagnesiumverbinding **E**.
 - Reactie van **E** met carbonylverbinding **F** in watervrije ether levert na hydrolyse product **G**. Dit is een secundaire alcohol met molecuulformule $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$.
- 23 Geef van alle boven beschreven stappen het reactieschema in de vorm: **uitgangsstof(fen)** \rightarrow **product(en)** en geef daarbij de structuurformules van de verbindingen **A** t/m **G**. 7p
- 24 Van welke producten **A** t/m **G** bestaan stereoisomeren? Leg uit! 2p
- 25 Geef de ‘molecuul’ formules van de drie ionen in het massaspectrum van **D**. Binastabel 25 geeft de isotopensamenstelling . 2p

■ Opgave 6 Pentyn is de basis

(24 punten)

Uitgaande van 2-pentyn kan men met behulp van verschillende reagentia allerlei reactieproducten verkrijgen.

Geef in elk van onderstaande gevallen het bijbehorende reactieschema van de vorm

uitgangsstof $\xrightarrow{\text{reagentia}}$ product(en). Als de stereochemie een belangrijke rol speelt teken je de structuurformules in een geschikte ruimtelijke weergave. Als er meer dan één product ontstaat, geef dan ook aan wat het hoofdproduct is.

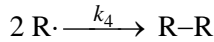
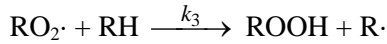
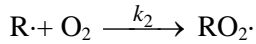
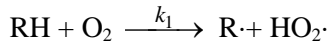
De reagentia zijn:

- 26 $\text{H}_2/\text{Pd}/\text{CaCO}_3$, chinoline 4p
- 27 Na , $\text{NH}_3(\text{l})$ 4p
- 28 HBr (molverhouding 1:1) 4p
- 29 HBr (molverhouding 2:1) 6p
- 30 KMnO_4 , H_2O , buffer met $\text{pH} = 7$ 2p
- 31 $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HgSO}_4$ 4p

Opgave 7 Kinetiek van een peroxide

(10 punten)

Koolwaterstoffen kunnen in lucht onder invloed van licht omgezet worden in organische peroxiden. Deze reactie verloopt volgens het onderstaande mechanisme:



- 32 Leid de snelheidsvergelijking voor de vorming van ROOH af (er mogen géén radicaalconcentraties in de vergelijking voorkomen). 10p

Hint: Pas op elk intermediair dat van belang is voor de vorming van het uiteindelijke product de steady-statebenadering toe.

Stel vervolgens de snelheidsvergelijking op van de vorming van het product en voer een aantal substituties uit, waardoor de intermediairconcentraties uit deze vergelijking wegvallen.

Opgave 8 Een kleurrijke bepaling

(10 punten)

Koper- en kobaltionen vormen beide een complex (ML) met ligand L als de pH groter is dan 8. Het absorptiemaximum voor het kopercomplex ligt bij 450 nm en voor het kobaltcomplex bij 300 nm.

- 33 Bereken het koper- en het kobaltgehalte (respectievelijk x en y) van de testoplossing aan de hand van de volgende tabel: 10p

oplossing	Cu-gehalte (ppm)	Co-gehalte (ppm)	$E(300\text{nm})$	$E(450\text{nm})$
1	2,0	0,0	0,125	0,730
2	0,0	2,0	0,640	0,050
test	x	y	0,681	1,026

Hint: stel de dichtheid van de oplossingen op $1,0 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$ en bereken eerst de molaire extinctiecoëfficiënten, ϵ van koper en kobalt in $\text{L g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Opgave 9 Radiodiagnose

(9 punten)

^{131}I is een radioactief isotoop van jood (een e^- emitter; ook wel β^- straler genoemd). Het wordt in de medische wetenschap als diagnosticum gebruikt. Afwijkingen in de werking van de schildklier kunnen zo met een Geigerteller opgespoord worden. De vervalconstante k van ^{131}I is $9,93 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$.

- 34 Geef de 'reactie' vergelijking van het radioactief verval van ^{131}I . 1p
- 35 Bereken de halveringstijd van ^{131}I in dagen. 2p
- 36 Bereken de tijd in dagen die nodig is om de hoeveelheid radioactiviteit van een monster ^{131}I terug te brengen tot 30% van de oorspronkelijke waarde. 2p
- 37 Bereken de minimale hoeveelheid ^{131}I in g die nog met een bepaalde Geigerteller gedetecteerd kan worden. 4p

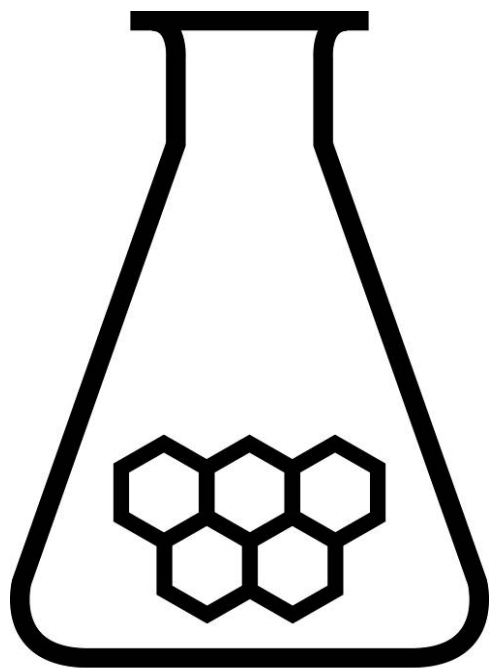
Deze Geigerteller kan een activiteit van $10^{-4} \mu\text{Ci}$ nog detecteren.

1 Ci (Curie) is de hoeveelheid radioisotoop die $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegraties s^{-1} oplevert.

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

THEORIETOETS antwoordmodel

dinsdag 9 juni 2009



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

800 Years 1209 - 2009

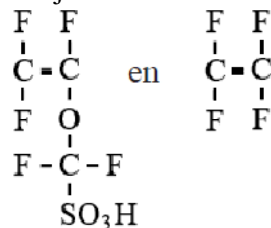
- Deze eindtoets bestaat uit 37 deelvragen verdeeld over 9 opgaven
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordvel, voorzien van naam
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 134 punten
- De eindtoets duurt maximaal 4 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert

Opgave 1 Nafion®

(21 punten)

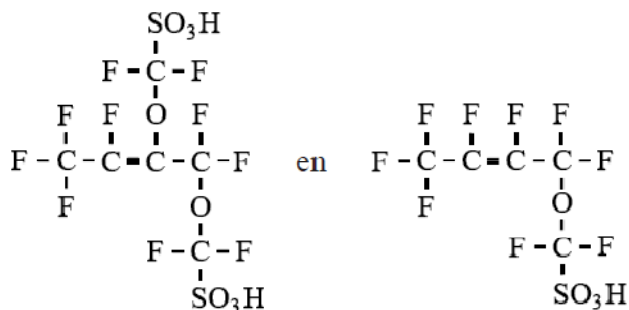
□1 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:



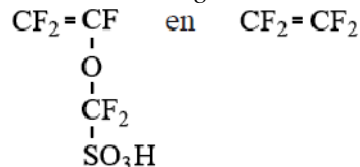
- in beide structuurformules een dubbele binding tussen de koolstofatomen 1
- rest van de structuurformule van tetrafluoretheen 1
- rest van de andere structuurformule 1

Indien een antwoord is gegeven als:



Opmerking

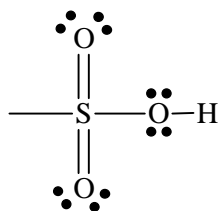
Wanneer het volgende antwoord is gegeven:



dit goed rekenen.

□2 maximumscore 3

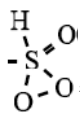
Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:



- aan het zwavelatoom twee dubbelgebonden zuurstofatomen getekend 1
- aan het zwavelatoom een enkelgebonden zuurstofatoom en aan dat enkelgebonden zuurstofatoom een waterstofatoom getekend 1
- op alle drie O-atomen 2 N.B.P.'s aangegeven (eventueel als streepjes). 1

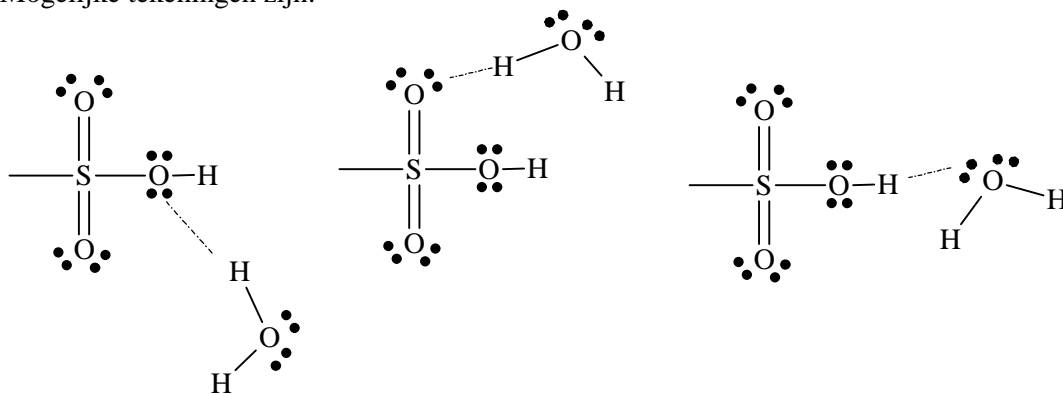
Opmerkingen

- Wanneer een structuurformule is gegeven zonder bindingsstreepje tussen de O en de H, hiervoor geen punt aftrekken.

- Wanneer de volgende structuurformule is gegeven , dit goed rekenen.
- Wanneer een structuurformule is gegeven waarin de binding naar het koolstofatoom ontbreekt, hiervoor geen punt aftrekken.
- Wanneer een structuurformule is gegeven waarin (onder andere) het koolstofatoom waaraan het zwavelatoom is gebonden, ook is getekend, bijvoorbeeld in een structuurformule als $R-C-\overset{\text{O}-H}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}=O$, hiervoor geen punt aftrekken.

□3 maximumscore 2

Mogelijke tekeningen zijn:



1

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn (steeds de bijbehorende tekening geven):

1

- De sulfonzuurgroepen staan H^+ af en de (negatieve) ionen worden gehydrateerd.
- Een sulfonzuurgroep heeft een OH groep (zodat er waterstofbruggen mogelijk zijn tussen sulfonzuurgroepen en watermoleculen).
- Een (dubbelgebonden) zuurstofatoom in een sulfonzuurgroep kan (via de δ^-) een binding / waterstofbrug vormen met (de δ^+ van) een waterstofatoom in een watermolecuul.

Indien, zonder tekening, slechts een antwoord is gegeven als: „Dankzij de aanwezigheid van zuurstofatomen en waterstofatomen kunnen sulfonzuurgroepen waterstofbruggen vormen met watermoleculen.” of: „Sulfonzuurgroepen kunnen waterstofbruggen vormen met watermoleculen.”

0

□4 maximumscore 2

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat de elektronen via de verbindingdraad van A naar B gaan.

- waterstofmoleculen staan elektronen af / reageren als reductor en/of zuurstofmoleculen nemen elektronen op / reageren als oxidator
- conclusie

1

1

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „ O_2 moet (2) O^{2-} worden, dus gaan de elektronen via de verbindingdraad van A naar B.” dit goed rekenen.

□5 maximumscore 3

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat de stroomgeleiding door het membraan wordt verzorgd door H^+ ionen die door het membraan van A naar B gaan.

- bij de reactie van waterstof aan elektrode A ontstaan H^+ ionen 1
- bij de reactie van zuurstof aan elektrode B worden H^+ ionen gebonden 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: „ H^+ ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 2

Indien een antwoord is gegeven als: „Positieve ionen gaan (door het membraan) van A naar B en negatieve ionen gaan (door het membraan) van B naar A.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Positieve ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 0

Opmerkingen

- Wanneer een antwoord is gegeven als: „Wanneer elektronen door de draad van A naar B gaan, moeten H^+ ionen (door het membraan) ook van A naar B gaan.” dit goed rekenen.
- Wanneer een antwoord is gegeven waarin is uitgelegd dat H^+ ionen (door het membraan) van A naar B gaan en O^{2-}/OH^- ionen van B naar A, dit goed rekenen.
- Wanneer een onjuist antwoord op vraag 0 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag □4, dit antwoord op vraag 0 goed rekenen.

□6 maximumscore 3

Voorbeelden van berekeningen die het volledige puntenaantal opleveren:

- Het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren, is: $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2,86 \cdot 10^5}$

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2,86 \cdot 10^5} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 18,5 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$ is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ eV}$. (De bronspanning van de cel is 1,23 V.)

Er moeten dus $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23}$ elektronen worden geleverd.

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ mol elektronen}$.

Dat komt overeen met $\frac{1}{2} \times \frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ mol waterstof}$.

Dat is $\frac{1}{2} \times \frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 22,3 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- Het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren, is: $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times 1,23}$

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times 1,23} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 22,3 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- opzoeken van de vormingswarmte van water (is gelijk aan de verbrandingswarmte van waterstof): (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57A) ($- 2,86 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$) 1
 - berekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren: $2,16 \cdot 10^5 \text{ (J)}$ delen door de absolute waarde van de verbrandingswarmte van waterstof 1
 - omrekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren naar het aantal dm^3 waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) en met $10^3 \text{ (dm}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$ 1
- of

- berekening van het aantal eV dat overeenkomt met $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$: 1
- $2,16 \cdot 10^5 \text{ (J)}$ delen door $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ (J eV}^{-1}\text{)}$ 1
- omrekening van het aantal eV dat overeenkomt met $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$ naar het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren: delen door 1,23 (V) en door de constante van Avogadro (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) en door 2 1
- omrekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren naar het aantal dm^3 waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) en met $10^3 \text{ (dm}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$ 1

□7 maximumscore 1

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 1,50 (mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen).

- berekening van het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in 1,73 g van het natriumzout (is gelijk aan het aantal mmol OH^- dat bij de titratie heeft gereageerd): 14,4 (mL) vermenigvuldigen met 0,104 (mmol mL^{-1})

1

Opmerkingen

- Wanneer een onjuist antwoord op vraag □6 is gegeven, maar in vraag □7 het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in 1,73 g van het natriumzout juist is berekend, bij vraag □7 toch een punt toekennen.
- Wanneer in de berekening van deze vraag een reken- en/of significantiefout is gemaakt, dit in dit geval niet aanrekenen.

□8 maximumscore 4

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de gevolgde berekeningswijze, tot de uitkomst 0,882 of 0,884 (mmol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen per 1,00 g Nafion[®]).

- berekening van het massaverschil in g tussen een mol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen en een mol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen (is gelijk aan het verschil in de massa tussen een mol Na en een mol H): (bijvoorbeeld via Binastabel 99) 22,99 (g) minus 1,008 (g)
- omrekening van het massaverschil in g tussen een mol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen en een mol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen naar het massaverschil in g tussen 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®] en de overeenkomstige hoeveelheid Nafion[®]: vermenigvuldigen met het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout (is het antwoord op de vorige vraag) en met 10^{-3}
- berekening van de massa in g van de hoeveelheid Nafion[®] die overeenkomt met de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®]: het massaverschil in g tussen 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®] en de overeenkomstige hoeveelheid Nafion[®] aftrekken van 1,73 (g)
- berekening van de zuurcapaciteit: het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout (is het antwoord op de vorige vraag) delen door het aantal g Nafion[®] dat overeenkomt met 1,73 g van het natriumzout

1

1

1

1

Indien als antwoord op vraag □8 slechts het antwoord op vraag □7 is gedeeld door 1,73 (g)

1

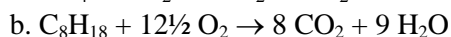
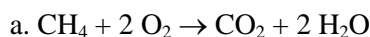
Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag □8 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag □7, dit antwoord op vraag □8 goed rekenen.

■ Opgave 2 Brandstoffen

(15 punten)

□9 maximumscore 3



bij beide reacties

- brandstof en zuurstof voor de pijl
- koolzuurdioxide en water na de pijl
- juiste coëfficiënten

1

1

1

□10 maximumscore 3

$(+ 0,76 - 3,935 - 2 \times 2,86) \cdot 10^5 = -8,90 \cdot 10^5$ J/mol methaan
 $(+ 2,082 - 8 \times 3,935 - 9 \times 2,86) \cdot 10^5 = -55,14 \cdot 10^5$ J/mol octaan
 Bij beide reacties

- Opzoeken juiste vormingsenthalpieën 1
- Juiste gebruik van tekens 1
- Juist gebruikmaken van de coëfficiënten en juiste optelling 1

□11 Maximumscore 2

Hier moet de vrijgekomen warmte per mol CO₂ berekend worden:

- Voor methaan: delen door 1: $-8,90 \cdot 10^5$ J/mol CO₂ 1
- Voor octaan: delen door 8: $-55,14 \cdot 10^5$ J / 8 mol CO₂ = $-6,89 \cdot 10^5$ J/mol CO₂ 1
- Bij octaan komt dus per mol koolstofdioxide inderdaad minder warmte vrij.

□12 Maximumscore 3

- a. Bovenwaarde want er is gerekend met H₂O(l) 1
- b. Het verschil per mol water is 44 kJ. 1
- Juiste verwerking: voor methaan komt de onderwaarde op: bovenwaarde $-2 \times 0,44 \cdot 10^5 = -8,02 \cdot 10^5$ J/mol methaan en 1
 voor octaan op bovenwaarde $-9 \times 0,44 \cdot 10^5 = -51,12 \cdot 10^5$ J/mol octaan

□13 Maximumscore 4

- $\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{omg}} = \Delta S_{\text{sys}} - \frac{\Delta H_{\text{sys}}}{T} = R \ln K$ 1
- $\Delta S_{\text{sys}} = -187 - 2 \times 205 + 214 + 2 \times 70$ (189) = -243 (-5) J 1
 $\Delta H_{\text{sys}} = -8,90 \cdot 10^5$ J/mol
- $\Delta S_{\text{tot}} = -243 (-5) + \frac{8,90 \cdot 10^5}{298} = R \ln K = 2,74$ (2,98) $\cdot 10^3$ 1
- $K = e^{\frac{2,74 \cdot 10^3}{8,3145}} =$ extreem groot (de verbrandingsreactie is dus aflopend) 1

Opmerking: je kunt ook gebruik maken van de betrekking: $\Delta G = -RT \ln K$ met $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

■ Opgave 3 Platland (25 punten)

□14 Maximumscore 3

In de tweedimensionale wereld met de gegeven elektronkwantumgetallen, levert dit het volgende Platland-PS op:

1											2
1s ¹											1s ²
3	4							5	6	7	8
[]2s ¹	[]2s ²							[]2s ² p ¹	[]2s ² p ²	[]2s ² p ³	[]2s ² p ⁴
9	10							11	12	13	14
[]3s ¹	[]3s ²							[]3s ² 3p ¹	[]3s ² 3p ²	[]3s ² 3p ³	[]3s ² 3p ⁴
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
[]4s ¹	[]4s ²	[]4s ² 3d ¹	[]4s ² 3d ²	[]4s ² 3d ³	[]4s ² 3d ⁴	[]4s ² 3d ⁴ 4p ¹	[]4s ² 3d ⁴ 4p ²	[]4s ² 3d ⁴ 4p ³	[]4s ² 3d ⁴ 4p ⁴		

- Juiste indeling in groepen en perioden 1
- Juist gebruik van atoomnummer als symbool 1
- Juiste elektronenconfiguraties 1

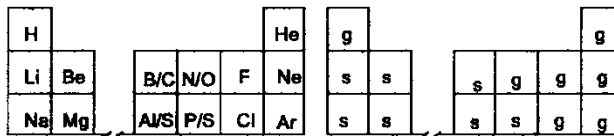
□15 maximumscore 2

- De octetregel wordt een sextetregel
- de 18-elektronregel wordt een 10-elektronregel.

1
1

□16 maximumscore 2

De Platlandelementen hebben de volgende driedimensionale analoga (overeenkomstige elementen):



1	H, g	5	B of C, s	9	Na, s	13	Cl, g
2	He, g	6	N of O, g	10	Mg, s	14	Ar, g
3	Li, s	7	F, gas	11	Al of Si, s		
4	Be, s	8	Ne, gas	12	P of S, s		

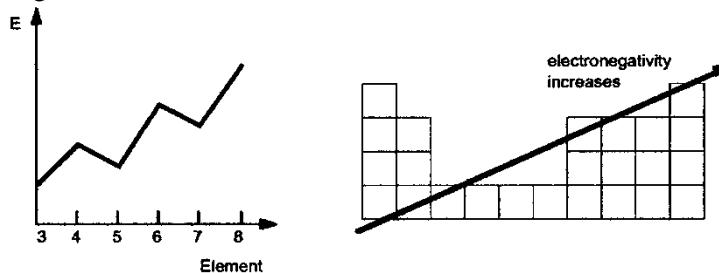
- juiste substitutie 2D → 3D
- juiste aggregatietoestand

1
1

□17 maximumscore 3

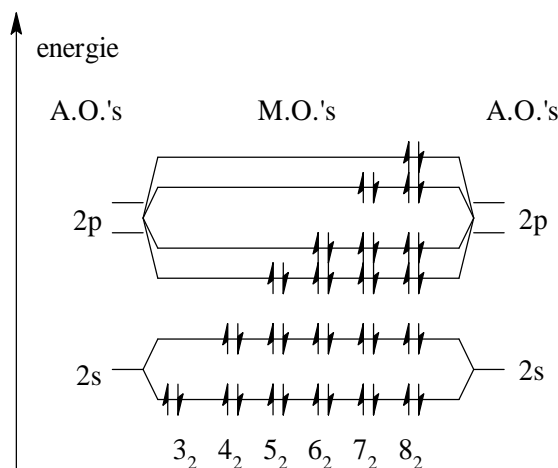
- a. De ionisatie-energieën (stijgende lijn en knikpunten)
- b. de trend in elektronegativiteit

2
1



□18 maximumscore 4

een juist antwoord kan er als volgt uitzien: het molecuulorbitaaldiaagram van de homonucleaire X₂ moleculen:

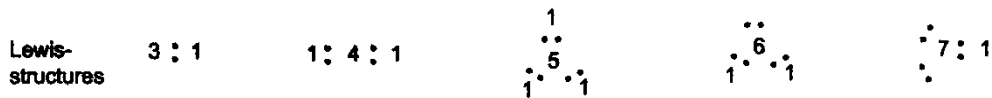


- energieniveaus juist ingetekend
- juiste opvulling met elektronen
- De stabiele twee-atomige elementen hebben meer elektronen in de B.M.O.'s dan in de A.B.M.O.'s.
- Stabiel zijn dus de elementen 3₂, 5₂, 6₂, 7₂. (niet stabiel zijn 4₂ en 8₂)

1
1
1
1

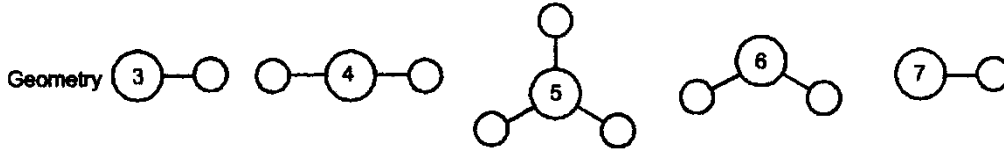
□19 Maximumscore 6

a. De lewisstructuren:



2

b. de geometrieën:



2

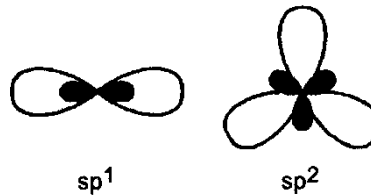
c. de driedimensionale analoga:



2

□20 maximumscore 5

a. sp¹ en sp² hybride orbitalen zijn mogelijk:

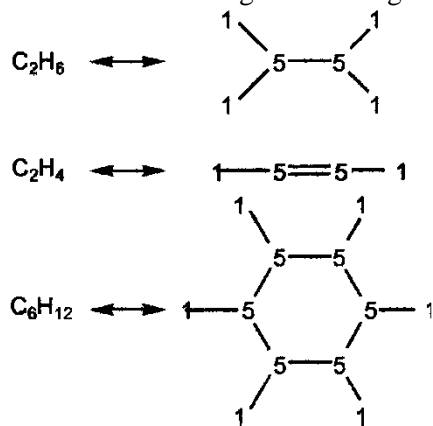


1

b. Het element van het leven is het element met Z=5.

1

c. De overeenkomstige verbindingen van ethaan, etheen en cyclohexaan zijn:



· juiste configuraties met juist gebruik symbolen

1

· juiste binding: enkel of dubbel

1

· d. Aromatische ring verbindingen zijn niet mogelijk omdat er geen elektronorbitalen over zijn die kunnen overlappen in geval van sp² (er is nl. geen derde dimensie).

1

■ Opgave 4 Neerslachtig?

(9 punten)

□21 Maximumscore 4

· Ag⁺ + Cl⁻ → AgCl

1

· 2 AgCl → 2 Ag + Cl₂

1

· 3 Cl₂ + 3 H₂O → ClO₃⁻ + 5 Cl⁻ + 6 H⁺

2

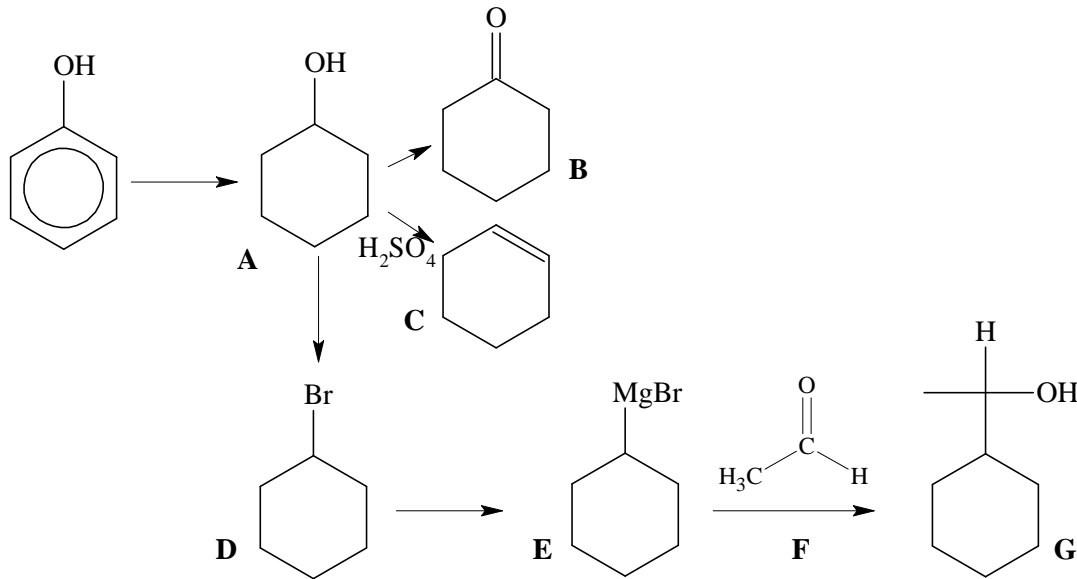
(Totaal: 6 AgCl + 3 H₂O → 6 Ag + ClO₃⁻ + 5 Cl⁻ + 6 H⁺)

□22 Maximumscore 5

- Van 100 g AgCl ontleedt 12 g en blijft 88 g over. 1
- 12 g is gelijk aan 0,0837 mol en dus komt er 0,04185 mol Cl₂ vrij. 1
- Er blijft over (12 × 107,9)/143,3 (of 0,0837 × 107,9) = 9,03 g Ag in het neerslag. 1
- 5/6 × 0,0837 mol AgCl is er nieuw gevormd (= 10,0 g) 1
- de totale massa neerslag (A) is: A = 88 g + 9,03 g + 10,0 g = 107,03 g; relatieve fout = 7,03 % 1

Opgave 5 Organisch gepuzzel (11 punten)

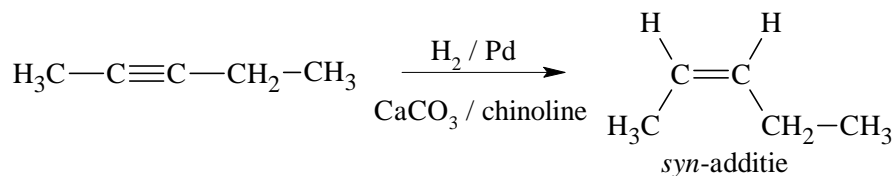
□23 Maximumscore 7



- Per stap (7×) consistente formule 1
- 24 Maximumscore 2
 - Van G zijn er twee enantiomeren 1
 - vanwege een stereocentrum. 1
- 25 maximumscore 2
 - De basispiek bij $m/z = 83$ hoort bij het cyclohexylkation C₆H₁₁⁺ 1
 - de pieken bij $m/z = 162$ and 164 vertonen dezelfde verhouding als het voorkomen van de twee broomisotopen. Het zijn dus de molecuulionpieken van broomcyclohexaan. 1

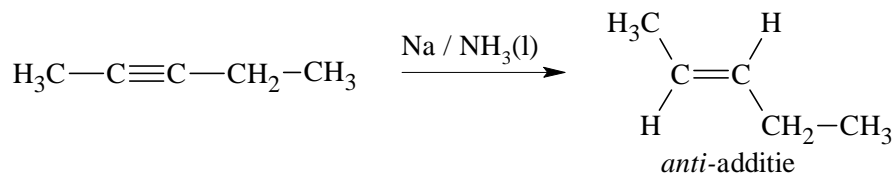
Opgave 6 Pentyn is de basis (24 punten)

□26 Maximumscore 4



- reductie(1x) 2
- synadditie 2

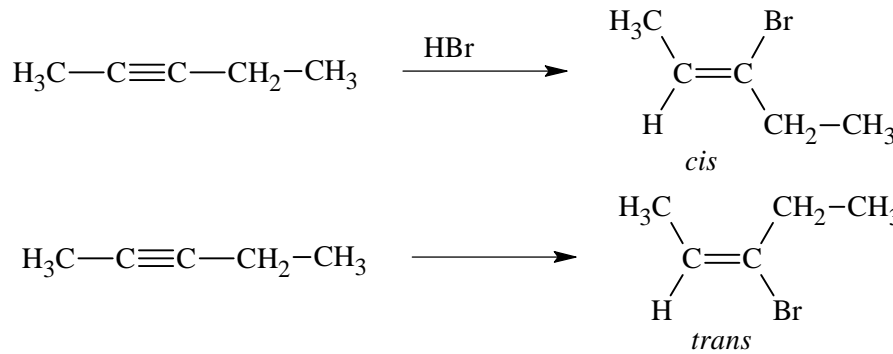
□27 Maximumscore 4



- reductie(1x)
- anti-additie

2
2

□28 Maximumscore 4

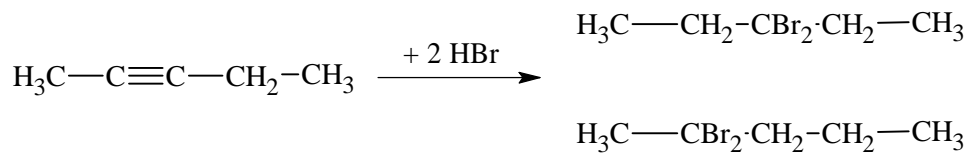


- Per juiste structuur

Opmerking: ook cis- en trans-2-broom-2-penteen mag goed gerekend worden.

2

□29 Maximumscore 6



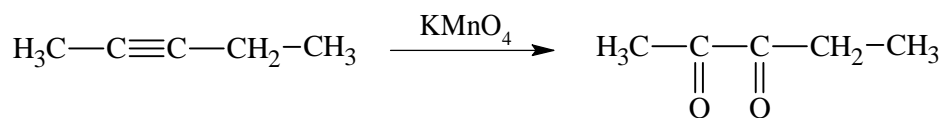
- Per juiste structuur
- Een 1,1-adduct als hoofdproduct aangegeven

Indien een 1,1- en een 1,2-di-adduct is getekend, hiervoor

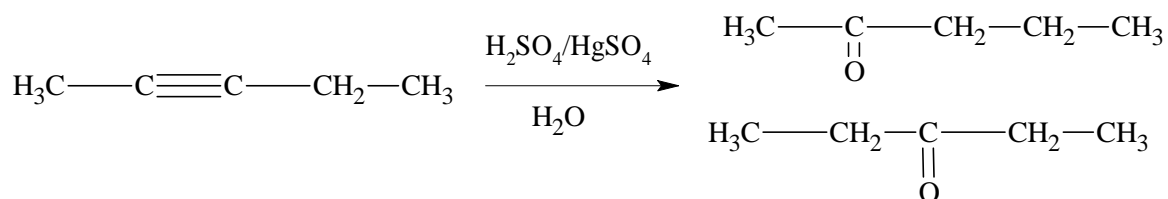
Indien een 1,2-di-adduct is getekend en niet het 1,1-di-adduct als hoofdproduct is aangegeven

2
2
2
1

□30 Maximumscore 2



□31 Maximumscore 4



- Per juiste structuur

2

Opgave 7 Kinetiek van een peroxide

(10 punten)

□32 maximumscore 10

Een juiste afleiding leidt tot de volgende uitdrukking:

$$\frac{d[\text{ROOH}]}{dt} = \frac{k_3 \cdot k_2 [\text{O}_2]}{2k_4} = k_2 \left(\frac{k_1}{2k_4} \right)^{1/2} [\text{RH}]^{1/2} [\text{O}_2]^{3/2}$$

- SSB1: $\frac{d[\text{R}\cdot]}{dt} = k_1[\text{RH}][\text{O}_2] - k_2[\text{R}\cdot][\text{O}_2] + k_3[\text{RO}_2\cdot][\text{RH}] - 2k_4[\text{R}\cdot]^2 = 0$ 2
- SSB2: $\frac{d[\text{RO}_2\cdot]}{dt} = k_2[\text{R}\cdot][\text{O}_2] - k_3[\text{RO}_2\cdot][\text{RH}] = 0$ 1
- SSB1 + SSB2: $k_1[\text{RH}][\text{O}_2] - 2k_4[\text{R}\cdot]^2 = 0 \Rightarrow [\text{R}\cdot] = \sqrt{\frac{k_1[\text{RH}][\text{O}_2]}{2k_4}}$ 2
- $\frac{d[\text{ROOH}]}{dt} = k_3[\text{RO}_2\cdot][\text{RH}]$ 1
- $k_3[\text{RO}_2\cdot][\text{RH}] = k_2[\text{R}\cdot][\text{O}_2]$ (zie SSB2); $[\text{RO}_2\cdot] = \frac{k_2[\text{R}\cdot][\text{O}_2]}{k_3[\text{RH}]}$ 2
- $\frac{d[\text{ROOH}]}{dt} = k_3 \cdot \frac{k_2[\text{R}\cdot][\text{O}_2]}{k_3[\text{RH}]} \times [\text{RH}] = k_2 \left(\frac{k_1}{2k_4} \right)^{1/2} [\text{RH}]^{1/2} [\text{O}_2]^{3/2}$ 2

Opgave 8 Een kleurrijke bepaling

(10 punten)

□33 Maximumscore 10

- $E = \varepsilon \cdot l \cdot [A] \Rightarrow \varepsilon = \frac{E}{l[A]}$ 1

Cu:

- $\varepsilon_{300} = \frac{0,125}{1 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3}} = 62,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{g} \cdot \text{cm}}$ 1

- $\varepsilon_{450} = \frac{0,730}{1 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3}} = 365 \frac{\text{dm}^3}{\text{g} \cdot \text{cm}}$ 1

Co:

- $\varepsilon_{300} = \frac{0,640}{1 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3}} = 320 \frac{\text{dm}^3}{\text{g} \cdot \text{cm}}$ 1

- $\varepsilon_{450} = \frac{0,050}{1 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3}} = 25 \frac{\text{dm}^3}{\text{g} \cdot \text{cm}}$ 1

Stel: testoplossing met $x \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ Cu en $y \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ Co

- $E_{300} = \varepsilon_{\text{Cu}(300)} \cdot lx + \varepsilon_{\text{Co}(300)} \cdot ly$ 1

- $E_{450} = \varepsilon_{\text{Cu}(450)} \cdot lx + \varepsilon_{\text{Co}(450)} \cdot ly$ 1

- $0,681 = 62,5x + 320y \quad (\times \frac{25}{320})$ 1

- $1,026 = 365x + 25y$ 1

$$\underline{0,0532 = 4,883x + 25y -}$$

$$0,9728 = 360,12x \Rightarrow$$

$$\cdot x = 2,7 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \Rightarrow \text{Cu: } x = 2,7 \text{ ppm}$$

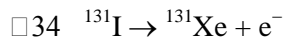
1

$$y = 1,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \Rightarrow \text{Co: } y = 1,6 \text{ ppm}$$

■ Opgave 9 Radiodiagnose

(9 punten)

maximum 1 punt



□35 maximum 2 punten

Vervalreacties zijn 1^e orde-reacties:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ en } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{9,93 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} \cdot 86400 \text{ s d}^{-1}} = 8,08 \text{ d}$$

· juiste relatie tussen $t_{1/2}$ en k 1

· juiste berekening 1

□36 maximum 2 punten

· Voor een 1^e orde-reactie geldt: $\ln \frac{c_0}{c} = kt$ waarin c_0 en c de concentraties zijn op tijdstippen t_0 en t . 1

· $\ln \frac{100}{30} = 9,93 \cdot 10^{-7} \cdot t$ 1

$$t = \frac{1,212 \cdot 10^6}{8,64 \cdot 10^4} = 14,03 \text{ d}$$

□37 Maximumscore 4 punten

1 curie (Ci) is de hoeveelheid radioisotopen die $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegraties per s levert.1 $\mu\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^4$ desintegraties per s

· $10^{-4} \mu\text{Ci} \cdot 3,7 \cdot 10^4 \times 10^{-4} \text{ des. s}^{-1} = 3,7 \text{ des. s}^{-1} = dN/dt$ 1

· $t_{1/2}$ van ^{131}I uitgedrukt in s = $8,08 \text{ d} \times 86400 \text{ s d}^{-1} = 6,98 \cdot 10^5 \text{ s}$ 1

· $m = -\frac{dN}{dt} \cdot \frac{t_{1/2} \cdot A}{\ln 2 \cdot N_A} = \frac{3,7 \cdot 6,98 \cdot 10^5 \cdot 131}{0,693 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 8,11 \cdot 10^{-16} \text{ g}$ 2

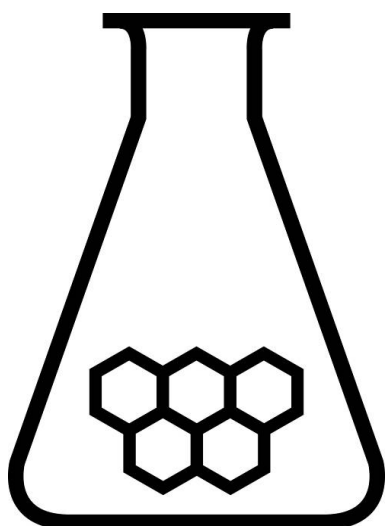
Nationale Scheikundeolympiade

practicumtoets

opdrachten

woensdag 10 juni 2009

Shell Technology Centre Amsterdam



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



**UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE**

800 Years 1209 - 2009

Aanwijzingen/hulpmiddelen

- Deze practicumtoets bestaat uit drie onderdelen: ionenuitwisseling, chloridebepaling, stellen van een zilvernitraatoplossing.
- De volgorde van de experimenten mag zelf gekozen worden.
- Logboekpagina's (5) en antwoordblad zijn bijgevoegd. Een template (invulblad) krijg je aan het eind.
- De practicumtoets duurt maximaal 4 klokuren. Binnen deze tijd moeten ook het logboek, antwoordblad en template zijn ingevuld en ingeleverd.
- Na afloop kan het glaswerk nog schoongemaakt en opgeruimd worden (tot ongeveer 18.00 uur).
- De maximumscore voor de gehele practicumtoets bedraagt 40 punten.
- De score wordt bepaald door:
 - praktische vaardigheid, netheid, veiligheid (maximaal 10 punten)
 - logboek (maximaal 10 punten)
 - bepaling van de capaciteit via ionenwisseling (maximaal 8 punten)
 - het stellen van de zilvernitraatoplossing (maximaal 12 punten)
- Vermeld op het antwoordblad, de template en elk logboekblad je naam.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenmachine en Binas.
- Lees eerst inleiding, veiligheid en alle opdrachten door en begin daarna pas met de uitvoering.

Extra:

- Dit is een toets, het is niet toegestaan te overleggen met andere deelnemers.
- Wanneer je een vraag hebt, dan kan je deze stellen aan de assistent.
- Mocht er iets niet in orde zijn met je glaswerk of apparatuur, meld dit dan zodra je het ontdekt bij de assistent. Leen geen spullen van je buurman.

Capaciteitsbepaling van een sterk basische ionenwisselaar

Inleiding

Veiligheid experiment

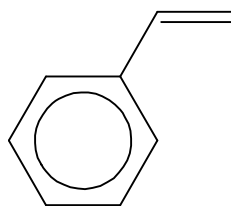
Bestudeer eerst de taakrisicoanalyse van dit experiment, welke is toegevoegd in de bijlage. In de taakrisicoanalyse kan je ook de chemiekaarten vinden.

Vraag 1. Welke R&S zinnen zijn van toepassing op kaliumchromaat? Minstens twee van beiden, dus twee R-zinnen en twee S-zinnen.

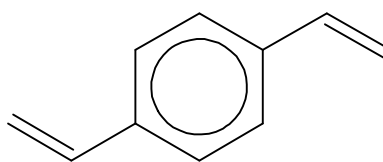
Labjournaal: de uitwerkingen / resultaten dienen op de daarvoor bestemde pagina's in dit voorschrift te worden vermeld, en aan het einde van het practicum worden ingeleverd. De antwoorden op vragen op het antwoordblad. Aan het eind van het practicum krijg je een losse template waarop je de experimentele resultaten in kunt vullen.

Info ionenwisselaar

De meeste van deze synthetische ionenwisselaars bestaan uit een polymeer gevormd uit de reactie van styreen met divinylbenzeen (DVB). Dit laat men in een suspensie in water polymeriseren waardoor er bolletjes ontstaan. In deze bolletjes vormen zich lange polystyreenketens met tussenbindingen tussen de styreenketens met DVB (DVB-crosslinking).

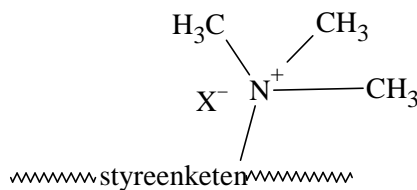


styreen



divinylbenzeen

Op deze ketens wordt chemisch een zogeheten functionele groep gezet, bijvoorbeeld een sterk basische quarternaire ammoniumgroep.



quarternair ammonium
(sterk basisch)

Een sterk basische anionenwisselaar wordt over het algemeen in chloridevorm geleverd, omdat dit de meest stabiele vorm is. Het chloride zit dan op het quarternair ammonium (in Cl^- vorm).

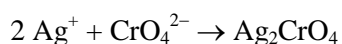
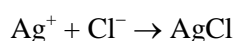
De selectiviteit van ionenwisselaars voor verschillende ionen volgt in het algemeen de volgende trend:

1. Voor lage ionconcentraties en bij kamertemperatuur heeft een ionenwisselaar een hogere selectiviteit voor ionen met een hogere lading. Bij dezelfde lading zijn ze selectiever voor een hoger atoomnummer. Dit laatste effect is echter niet zo sterk als het eerstgenoemde.
2. Bij stijgende ionconcentraties wordt het verschil in selectiviteit minder sterk, soms zelfs omgekeerd.
3. De selectiviteit van anionenwisselaars is als volgt:
citraat > SO_4^{2-} > oxalaat > I^- > NO_3^- > CrO_4^{2-} > Br^- > SCN^- > Cl^- > formiaat > acetaat > F^- .

De capaciteit van een ionenwisselaar is een van de belangrijkste eigenschappen. Deze bepaalt hoeveel tegengestelde ionen de ionenwisselaar kan opnemen. Het volume en gewicht van een ionenwisselaar kan flink verschillen in droge en natte toestand. Dit is mede afhankelijk van het percentage crosslinking dat de ionenwisselaar bevat, de capaciteit en het soort anion. We gaan de capaciteit van een natte ionenwisselaar bepalen. De capaciteit wordt meestal uitgedrukt in milli-equivalenten per milliliter ionenwisselaar (in geval van een natte ionenwisselaar ligt de capaciteit meestal tussen 1 en 2 meq/mL).

Info argentometrische methode voor de titratie van Cl^- met Ag^+

De reactievergelijkingen:



Bij de titratie maken we gebruik van het ontstaan van een neerslag.

Het zilverchromaat dient als indicator en geeft een rood/geel neerslag. De kleur moet 30 seconden blijven bestaan.

Vraag 2) Waarom slaat het complex van zilverchromaat niet meteen neer waardoor meteen een kleurverandering optreedt als je zilverionen toevoegt aan de oplossing.

De capaciteitsbepaling van Ion Exchange Resin

Onderdeel 1: het uitwisselen van ionen

Inleiding: De ionenwisselaar is geleverd in de Cl^- vorm en er wordt 10 mL afgemeten in een 10 mL maatcilinder. Dit gaat het beste met een kunststof pasteurpipet waarvan het topje is afgeknipt. Met een overmaat sulfaat wordt het chloride verdrongen van de ionenwisselaar. Dit wordt op de volgende wijze gedaan.

De ionenwisselaar kan het best worden overgebracht met een kleine overmaat demiwater.

Let op: alle wasvloeistof moet in een 250 mL maatkolf passen!

Breng de ionenwisselaar over op het glasfilter, en zuig d.m.v. het büchnersysteem overtollig water af.

Voeg ongeveer 10 mL sulfaatoplossing toe, zodat de ionenwisselaar net onder het vloeistofniveau staat (4% Na_2SO_4 oplossing). Roeren met een roerstaafje is goed voor de uitwisseling, en noodzakelijk om alle Cl^- uit te wisselen. Neem hiervoor de tijd en roer een aantal keren gedurende het wachten.

Na 7 minuten via vacuüm afzuigen. Dan vacuüm weer uit, en even wachten met het toevoegen van de volgende portie.

Na 8 keer wassen/roeren is alle chloride uitgewisseld. Nog nawassen met demiwater. Breng het waswater met chloride kwantitatief over in een maatkolf van 250 mL en vul aan. (Mengen)

Onderdeel 2: het bepalen van chloride

Van deze oplossing wordt met behulp van een pipetteerballon 25 mL gepipetteerd in een erlenmeyer.

Voeg nog ongeveer 25 mL demiwater toe.

Voeg 2 mL 5% kaliumchromaatoplossing toe.

Titreer de oplossing met een 0,1 M AgNO_3 oplossing.

Denk aan je blanco.

Vraag 3) Bereken de capaciteit van de ionenwisselaar uitgedrukt in $\text{meq Cl}^- / \text{mL natte resin}$.

Onderdeel 3: het stellen van de titer

De titervloeistof is een 0,1 M zilvernitraatoplossing. Om de titer te stellen maken we gebruik van een oertiterstof; in dit geval NaCl. De titerstelling wordt **drie** keer gedaan en de standaarddeviatie moet worden bepaald. Voer ook een blanco uit.

Weeg ongeveer 100 mg NaCl nauwkeurig af met een horlogeglas.

Breng het over in de erlenmeyer.

Verdun met demiwater tot 50 mL.

Voeg 2 mL 5% kaliumchromaatoplossing toe.

Titreer met 0,1 M zilvernitraat.

Vraag 4) Waarom moet de oertiterstof NaCl gedroogd worden?

Vraag 5) Bereken de titer van de AgNO_3 titervloeistof en de standaarddeviatie van je metingen. Is er ook een uitschieter bij je metingen?

Chemicaliën

PA gedroogd NaCl in exsiccator

4% Na_2SO_4 oplossing

0,1 M zilvernitraatoplossing

5% kaliumchromaatoplossing

ionenwisselaar in Cl^- vorm

Materialen

10 mL maatscilinder

statiefmateriaal

kun(st)₂of pipet₂en

exsiccator

25/50 mL buretten

G4 filter + systeem voor vacuüm inclusief slang, stop en kolf

spuitfles met demiwater

erlenmeyers van 300 mL

100 mL bekersglasjes

trechter

roerstaafje

horlogeglazen

afvalvat voor Ag⁺ en chromaat

analytische balans

Bijlagen

Zie Taakrisicoanalyse en Chemiekaarten

Antwoordblad

naam:

Vragen :

- 1) Welke R&S zinnen zijn van toepassing op kaliumchromaat? Minstens twee van beiden, dus twee R zinnen en twee S zinnen.
- 2) Waarom slaat het complex van zilverchromaat niet meteen neer als je zilverionen toevoegt aan de oplossing?
- 3) Wat is de capaciteit van de ionenwisselaar uitgedrukt in meq Cl^- / mL natte resin.
- 4) Waarom moet de oertiterstof NaCl gedroogd worden?
- 5) Bereken de titer van de AgNO_3 titervloeistof en de standaarddeviatie van je metingen?

Beoordelingstemplate voor resultaten practicum examen

NAAM

Blanco titratie

ml

Gegevens van titerstelling

	Titratie 1	Titratie 2	Titratie 3
Inweeg NaCl			
beginstand buret			
eindstand buret			
Verbruik AgNO ₃			
Titer AgNO ₃			

Gemiddelde	
Standaard deviatie	

Capaciteit ionenwisselaar

	Titratie 1	Titratie 2 ????
beginstand buret		
eindstand buret		
Verbruik AgNO ₃		
Capaciteit (meq/ ml)		

Taakrisicoanalyse

NOTITIE

DATE 10 december, 2008

FROM W. Derks GSTLO/1 GW 01-24 Ext 3377

TO Gerard Hoekstein

COPY Leonie Deij GSA
Betrokkenen practicumtoets Scheikundeolympiade

REG.Nr.

SUBJECT TAAKRISICOANALYSE VOOR EXAMENONDERDEEL VAN
DE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2009; BEPALING VAN DE
CAPACITEIT VAN EEN IONENWISSELAAR MET
ARGENTOMETRIE

Inleiding

Deze Taakrisicoanalyse (TRA) geldt voor kleinschalig laboratoriumwerk zoals dat tijdens de scheikundeolympiade wordt uitgevoerd. Deze TRA is specifiek voor het examen. Deze kan dus niet al worden toegevoegd aan de binder. Tijdens het examen wordt er verwacht dat de leerlingen zelfstandig moeten werken. Dus kan er minimale hulp van de begeleiders worden gevraagd. In dit experiment wordt de chloride op een ionenwisselaar uitgewisseld tegen sulfaat. Dit wordt uitgevoerd op een glasfilter, welke na diverse keren spoelen wordt vacuüm gezogen, om de vloeistof af te scheiden. De vrijgekomen chloride wordt getitreerd met zilvernitraat. Als indicator wordt kaliumchromaat toegevoegd.

Algemene maatregelen

Het doel van de taakrisicoanalyse is het herkennen van risico's bij de uitvoering van taken en het nemen van maatregelen voordat met het werk wordt begonnen.

Bij het uitvoeren van chemische reacties doen zich mogelijk risico's voor m.b.t. giftigheid, brandgevaar, stank, vrij komende dampen / gassen. Om de nadelige effecten hiervan te voorkomen, en daarmee de risico's te minimaliseren, zijn er een aantal algemeen geldende maatregelen noodzakelijk:

1. De relevante werkwijzen en veiligheidsaspecten zijn tijdens de introductie en de 4 oefenpractica toegelicht. De werkzaamheden in dit experiment zijn niet anders dan die in de voorgaande practica van de scheikundeolympiade.
2. Een specifieke taakrisicoanalyse is altijd vereist voor experimenteel werk dat wordt uitgevoerd door stagiaires/studenten. Deze analyse moet bovendien ingaan op de praktische ervaring van de student op het gebied van de te verrichten werkzaamheden. Dus intensieve begeleiding op de practicumdagen. Een minimum van 5 begeleiders per 20 leerlingen.
3. In de eerste plaats dient men zich op de hoogte te stellen van de gevarenspecten van chemicaliën / reacties d.m.v. veiligheidsliteratuuronderzoek. Dit kan variëren van het raadplegen van bv. (Material) Safety Data Sheets, en het Chemiekaartenboek. Deze zijn reeds toegevoegd op het eind.
4. Alle reacties worden uitgevoerd met standaard veiligheidsvoorzieningen (labjas, veiligheidsbril, geschikte handschoenen, brandbestrijdingmiddelen, goed werkende zuurkast)
5. Werk op zo mogelijke kleine schaal, en denk ook aan alternatieven.

Werken in glas

Bij werken met glazen opstellingen dienen, uiteraard, de bovenstaande, algemene maatregelen in acht genomen te worden. Bij relatief simpele opstellingen, bv. een simpele syntheseopstelling of een refluxopstelling van glas is geen specifieke apparatuurbeoordeling nodig, maar voor gebruik altijd even laten zien aan begeleider.

Specifieke aandachtspunten bij het werken met glazen opstellingen:

- Gebruik alleen onbeschadigd glaswerk.
- Stel glazen opstellingen altijd spanningsvrij op
- Ga na wat er kan gebeuren als het glaswerk zou breken; neem passende maatregelen om consequenties te minimaliseren, bv. via afscherming / lekbakken.
- Besteed speciale aandacht bij gebruik van glas onder vacuüm of overdruk:
 - Gebruik alleen glazen elementen die geschikt zijn voor de betreffende druk
 - Gebruik bij werken onder overdruk altijd een veiligheidsscherm
- Aan glaswerk onder vacuüm wordt geen officiële voorwaarde gesteld, maar niet alle glaswerk is bestand tegen vacuüm. Overleg bij twijfel.

Analytische werkzaamheden (IR, NMR, etc)

Hoewel deze werkzaamheden meestal worden uitgevoerd met zeer kleine hoeveelheden blijven de algemene richtlijnen van kracht. Aandachtspunten bij analytisch werk:

- Voer monstervoorbereiding in geval van giftige materialen of bij mogelijke stank uit in de zuurkast. Gebruik labjas, veiligheidsbril en handschoenen.
- De eigenlijke analyse wordt vaak via toetsenbord van analyseapparaat of PC uitgevoerd. Hierbij zijn de in de ruimte geldende voorschriften (bijv. veiligheidsbril) van kracht.
- Let bij het gebruik van handschoenen op mogelijke contaminatie. Trek ze uit voor je met een toetsenbord gaat werken.

Werken met Chemische stoffen

Wanneer gewerkt wordt met carcinogene (C), mutagene (M) of teratogene (T) stoffen, is het verplicht om de zogeheten 'arbeidshygiënische strategie' te volgen. Dit betekent dat onderstaande maatregelen in de aangegeven volgorde genomen moeten worden:

1. Pak de bron aan (gebruik een andere stof indien mogelijk)
2. Scherm de bron af (werk met gesloten systemen)
3. Beperk blootstelling (beperk de gebruikte hoeveelheid en/of voorraad van de stof)
4. Gebruik Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM's)

Conclusie

De bovengenoemde maatregelen moeten het risico bij het doen van kleinschalige chemische experimenten afdoende verlagen.




GEVAAR	RISICO	MAATREGEL (Bron / Controle / Bescherm (PBM) / Alleen werken)
Blootstelling:		
- fysische	Vacuum, onderdruk	Geschikt buchnersysteem, veiligheidsbril, labjas, onder begeleiding van Shell mensen
- chemische	Zie Chemiekaarten	Bij allen labjas, bril en handschoenen, en chemiekaart of msds sheet bestuderen Ionenwisselaar Zilvernitraat : bijvullen met trechter en bekerglas, buret zo laag mogelijk bij bijvullen Kaliumchromaat : Hoeveelheid beperken.
- mechanische	Werken met glaswerk	breuk; niet zelf opruimen.
Letsel:		
	inademen en inslikken, contact met huid en ogen	Minimale hoeveelheden, pipetteerballon gebruiken, Verder persoonlijke beschermingsmiddelen
Milieuschade:	Chemicaliën	Let op ; geen chemicalien door de gootsteen, giet ze in de daarvoor bestemde vaten in de zuurkasten. Vraag begeleiding bij twijfel
Materiële schade:	nvt	
Storingen:	nvt	

Chemiekaarten

CAS-nummer: [7761-88-8]
heise steen

AgNO₃

ZILVERNITRAAT

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Ontleedt beneden het kookpunt, °C	444	KLEURLOZE TOT GRIJZE KRISTALLEN De stof ontleedt bij contact met organische verontreinigingen onder invloed van licht. De stof ontleedt bij verhitting onder vorming van <i>stikstofdioxide</i> (zie aldaar). Vormt met ammoniak slaggevoelige verbindingen. De stof is een oxidatiemiddel, reageert met brandbare stoffen en is corrosief. MAC-waarde (als Ag) 0,01 mg/m ³ Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van stofdeeltjes en door inslikken. Blootstelling aan deze stof kan vastgesteld worden door een bepaling van deze stof en/of zijn afbraakproduct in bloed en urine. Deze stof verdampst bij 20°C praktisch niet; als poeder kan bij verstuiven echter snel een bijtende concentratie in de lucht ontstaan. Directe gevolgen: De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de ademhalingsorganen. In ernstige gevallen kans op loevallen. Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: Bij inslikken kan de stof aanleiding geven tot bloedveranderingen. Methaemoglobinevorming. Gevolgen voor het milieu: Deze stof is giftig voor het watermilieu.	
Smeltpunt, °C	212		
Relatieve dichtheid (water = 1)	4,3		
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	219		
Brutoformule:	AgNO ₃		
Relatieve molecuulmassa	169,9		
DIRECTE GEVAREN	PREVENTIE	BLUSSTOFFEN	
Brand: niet brandbaar, doch bevordert brand van andere stoffen.		bij brand in directe omgeving: alle blusstoffen toegestaan.	
Explosie: kans op explosie door verouderde ammoniakale zilveroplossingen.		bij brand: tanks/vaten koel houden door sproeien met water.	
SYMPTOMEN	PREVENTIE	EERSTE HULP	
	VERSPREIDEN VAN STOF VOORKOMEN!		
Inademen: keelpijn, hoesten, kortademigheid.	ventilatie (indien niet in poedervorm), plaatselijke afzuiging of ademhalingsbescherming (filtertype P3).	frisse lucht, rust en arts raadplegen.	
Huid: roodheid, pijn.	handschoenen (butylrubber, PVC).	verontreinigde kleding uittrekken en huid spoelen met veel water of douchen.	
Ogen: roodheid, pijn.	gelaatsscherm.	minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen.	
Inslikken: buikpijn, zwaktegevoel, blauwe huid, krampen.	niet eten, drinken of roken tijdens het werk.	mond laten spoelen, arts raadplegen en direct spoedeisende medische hulp inzetten.	
NOODSITUATIE EN OPRUIMING		ETIKETTERING EN OPSLAG	
NOODSITUATIE: Acut gezondheidsgevaar! Bij grotere hoeveelheden: gevarenszone ONMIDDELIJK ontruimen en (laten) afzeten. Deskundige waarschuwen! Opruimen gemorst product: Draag handschoenen, laarzen en verse luchtkap/persluchtmasker. <i>Gemorst product</i> afdekken, vervolgens zorgvuldig opzuigen/opscheppen (explosiegevoelige stofzuiger) en eventueel hergebruiken. <i>Restant</i> opnemen in inert absorptiemiddel en dit zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten. (hermetisch afsluiten). <i>Eventuele laatste resten</i> verwijderen met water. <i>Spoelwater</i> opvangen. Vaten etiketteren en afvoeren volgens regionale regels. Interventiewaarden: niet vastgesteld		Afleveringsetiket:   Bijtend Milieugevaarlijk R: 34-50/53 S: (1/2)-26-45-60-61 NFPA:  Opslag: Geschieden van brandbare stoffen, geen contact met vocht, donker.	
OPMERKINGEN			
Bij vergiftiging door deze stof is specifieke eerste hulp noodzakelijk; de benodigde middelen (zuurstof 100%, specifieke antidota zoals o.a. methyleenblauw) moeten met gebruiksaanwijzing beschikbaar zijn.			
TREM-stofkaart: geen; TREM-groepskaart: 51GO2-I-II+III; ERIC-kaart: 5-07		GEVI: 50; UN-nummer: 1493	

Kaartnummer C-0240

1335

Chemiekaarten® 20^e editie 2005

CAS-nummer: [7647-14-5]
keukenzout
steenzout

NaCl

NATRIUMCHLORIDE



FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C	1413	WITTE HYGROSCOPISCHE KRISTALLEN of POEDER Bij sterke verhitting ontstaan irriterende dampen. Tast vele metalen en bouwmaterialen aan. MAC-waarde niet vastgesteld Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inslikken. Directe gevolgen: De stof werkt irriterend op de ogen. Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: Contact met de huid kan een eczeemachtige huidaandoening veroorzaken op basis van een overgevoelheidsreactie (zweren). ¹⁾	
Smeltpunt, °C	801		
Relatieve dichtheid (water = 1)	2,2		
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	37		
Log P octanol/water (ber.)	-3,0		
Brutoformule:	ClNa		
Relatieve molecuulmassa	58,5		
DIRECTE GEVAREN	PREVENTIE	BLUSSTOFFEN	
Brand:		bij brand in directe omgeving: alle blusstoffen toegestaan.	
SYMPTOMEN	PREVENTIE	EERSTE HULP	
Inademen:	ventilatie (indien niet in poedervorm), plaatselijke afzuiging of ademhalingsbescherming (filtertype P2).		
Huid:	handschoenen (butylrubber, PVC).		
Ogen: roodheid, pijn.	veiligheidsbril.	minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen.	
NOODSITUATIE EN OPRUIMING		ETIKETTERING EN OPSLAG	
NOODSITUATIE: Is niet te verwachten, ook niet bij ongecontroleerd vrijkomen van deze stof. Opruimen gemorst product: Draag handschoenen, laarzen, filtermasker met filtertype P2 en stofbril. <i>Gemorst product</i> zorgvuldig opzuigen/opscheppen en eventueel hergebruiken. <i>Resant</i> verwijderen met water. <i>Spoelwater</i> afvoeren naar riool. Eventuele vaten etiketteren en afvoeren volgens regionale regels.		Afleveringsetiket: vraag leverancier Opslag: Droog.	
Interventiewaarden: niet vastgesteld			
OPMERKINGEN			
1) Iemand die overgevoelheidsverschijnselen heeft gekregen door blootstelling aan natriumchloride dient in de toekomst elke blootstelling aan deze stof te vermijden. De oplossing in water wordt ook wel pekkel genoemd. De maatregelen op deze kaart gelden ook voor kaliumchloride.			

978

Kaartnummer C-0558

Chemiekaarten® 20^e editie 2005

KALIUMCHROMAAT

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C Smeltpunt, °C Relatieve dichtheid (water = 1) Oplosbaarheid in water, g/100 ml	n.b. 975 2,7 64	GELE KRISTALLEN De stof ontleedt bij verhitting onder vorming van zuurstof dat brandbevorderend werkt. De stof is een sterk oxidatiemiddel en reageert heftig met brandbare en reducerende stoffen <i>met kans op brand en explosie.</i> ¹⁾	
		MAC-waarde ²⁾ (als Cr) MAC TGG-15 min. (als Cr)	0,025 mg/m ³ 0,05 mg/m ³ H H
		Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van stofdeeltjes en door inslikken. ³⁾ Deze stof verdampt bij 20°C praktisch niet; als poeder kan bij verstuiven echter snel een zeer vergiftige concentratie in de lucht ontstaan. Directe gevolgen: De stof werkt bijtend op de ogen, de huid en de ademhalingsorganen. Inademing van de nevel kan ademnood veroorzaken (longoedeem). ⁴⁾ Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: Bij intermitterend huidcontact met niet al te grote hoeveelheden, kans op huidaanandoeningen (overgevoelghedsseczeem). Bij intensief huidcontact kans op ernstige huidbeschadigingen en vorming van typische chroomzweren. De stof wordt beschouwd als kankerverwekkend. ⁵⁾ Kan schade toebrengen aan de erfelijke eigenschappen. Mogelijk gevaar voor verminderde vruchtbaarheid. Kan het ongeboren kind schaden. Gevolgen voor het milieu: Deze stof is giftig voor het watermilieu. Gevaar voor opeenhoping in de voedselketen.	
Brutoformule: Relatieve molecuulmassa	CrK ₂ O ₄ 194,2		
DIRECTE GEVAREN		PREVENTIE	BLUSSTOFFEN
Brand: niet brandbaar, doch bevordert brand van andere stoffen.			bij brand in directe omgeving: alle blusstoffen toegestaan.
SYMPTOMEN		PREVENTIE	EERSTE HULP
WORDT DOOR DE HUID OPGENOMEN		ALLE CONTACT VERMIJDEN!	
Inademen: <i>bijtend</i> , keelpijn, hoesten, ademnood.	gesloten systeem en ruimtelijke afzuiging (geen recirculatie!), ademhalingsbescherming (filtertype P3).	frisse lucht, rust en arts raadplegen.	
Huid: <i>bijtend</i> , roodheid, pijn, ernstige brandwonden.	handschoenen (butylrubber, PVC), gerichte beschermende kleding.	verontreinigde kleding uittrekken, huid spoelen met veel water of douchen en arts raadplegen.	
Ogen: <i>bijtend</i> , roodheid, pijn, slecht zien.	veiligheidsbril, gelaatsscherm.	minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen, blijven spoelen tijdens vervoer.	
Inslikken: <i>bijtend</i> , keelpijn, buikpijn, diarree, braken.		mond laten spoelen en direct spoedeisende medische hulp inzetten.	
NOODSITUATIE EN OPRUIMING		ETIKETTERING EN OPSLAG	
NOODSITUATIE: Acuuu gezondheidsgevaar! Gevarezone ONMIDDELIJK ontruimen en (laten) afzetten. Deskundige waarschuwen! Opruimen gemorst product: Draag chemicaliënpak-uitrusting en verse luchtkap/persluchtmasker. <i>Gemorst product</i> afdekken, vervolgens zorgvuldig opzuigen/opscheppen en eventueel hergebruiken. <i>Restant</i> opnemen in inert absorptiemiddel (geen zaagsel) en dit zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten (hermetisch afsluiten). <i>Eventuele laatste resten</i> verwijderen met water. <i>Spoelwater</i> opvangen. Vaten etiketteren en afvoeren volgens regionale regels.		Afleveringsetiket: ⁶⁾   Zeer giftig Milieugevaarlijk R: 49-46-36/37/38-43-50/53 S: 53-45-60-61 Nota E Opslag: Gescheiden van brandbare stoffen en reductiemiddelen.	
Interventiewaarden: niet vastgesteld			
OPMERKINGEN			
¹⁾ Vanwege brandgevaar verontreinigde kleding uitspoelen met veel water. ²⁾ De MAC-waarde is een wettelijke grenswaarde. Invoering van een nieuwe, wettelijke grenswaarde wordt voorbereid. ³⁾ Bij inademing gedurende lange tijd kans op perforatie van het neustussenschot. Dit effect berust op zweervorming van het neustussenschotslijmvlies, conform effect op de huid. ⁴⁾ De verschijnselen van longoedeem openbaren zich veelal pas na enkele uren en worden versterkt door lichamelijke inspanning; rust en opname in een ziekenhuis is daarom noodzakelijk. ⁵⁾ Uitgebreide registratie verplicht volgens Arbeidsomstandighedenbesluit, art. 4.13 (Stb. 60, 1997). ⁶⁾ De gezondheidsrisico's op de kaart en die op het afleveringsetiket kunnen uiteenlopen omdat de kaart op basis van recentere gegevens en/of andere criteria is opgesteld dan het afleveringsetiket. Bij vergiftiging door deze stof is specifieke eerste hulp noodzakelijk; de benodigde middelen (zuurstof 100%) moeten met gebruiksaanwijzing beschikbaar zijn. In zure oplossing ontstaat <i>kaliumdichromaat</i> (zie aldaar).			
		UN-nummer: VRIJ (RC)	