# 36e IChO Theorieopgaven

* **gebruik alleen de pen en rekenmachine, die je gekregen hebt**
* **tijdsduur** 5 uur
* **opgavenboekje** 17 pagina's
* **antwoordbladen:** 21 pagina's (op verzoek extra verkrijgbaar)
* **kladpapier (niet nagekeken)** 3 pagina's (op verzoek extra verkrijgbaar)
* **totaal aantal punten** 169
* **je naam en studentcode** noteer deze op **elk** antwoordblad
* **relevante berekeningen** geef deze in de daarvoor bestemde kaders,

anders krijg je geen punten

- **atoommassa's** gebruik alleen het gegeven periodiek systeem

- **constanten** gebruik alleen in de tabel gegeven waarden

* **antwoorden** alleen in de daarvoor bestemde kaders

op de antwoordbladen

**Anders wordt het niet beoordeeld!**

* **toiletstop** vraag aan de zaalassistent
* **officiële Engelstalige versie** **uitsluitend ter verduidelijking** verkrijgbaar op verzoek
* **na het stopsein** stop je antwoordbladen in de juiste volgorde

in de antwoordenvelop (niet sluiten)

geef deze af aan de uitgang

- **opgaveboekje** mag je houden, evenals pen en rekenmachine

# Veel succes!

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** H 1.01 |  | **Periodiek systeem van de elementen** met atoommassa's / u | | | | | | | | | |  | | | | | **2** He 4.00 |
| **3** Li 6.94 | **4** Be 9.01 | **5** B 10.81 | **6** C 12.01 | **7** N 14.01 | **8** O 16.00 | **9** F 19.00 | **10** Ne 20.18 |
| **11** Na 22.99 | **12** Mg 24.31 | **13** Al 26.98 | **14** Si 28.09 | **15** P 30.97 | **16** S 32.07 | **17** Cl 35.45 | **18**  **Ar**  39.95 |
| **19** K 39.10 | **20** Ca 40.08 | **21** Sc 44.96 | **22** Ti 47.88 | **23** V 50.94 | **24** Cr 52.00 | **25** Mn 54.94 | **26** Fe 55.85 | **27** Co 58.93 | **28** Ni 58.69 | **29** Cu 63.55 | **30** Zn 65.39 | **31** Ga 69.72 | **32** Ge 72.61 | **33** As 74.92 | **34** Se 78.96 | **35** Br 79.90 | **36** Kr 83.80 |
| **37** Rb 85.47 | **38** Sr 87.62 | **39** Y 88.91 | **40** Zr 91.22 | **41** Nb 92.91 | **42** Mo 95.94 | **43** Tc 98.91 | **44** Ru 101.07 | **45** Rh 102.91 | **46** Pd 106.42 | **47** Ag 107.87 | **48** Cd 112.41 | **49** In 114.82 | **50** Sn 118.71 | **51** Sb 121.76 | **52** Te 127.60 | **53** I 126.90 | **54** Xe 131.29 |
| **55** Cs 132.91 | **56** Ba 137.3 | 57-71 | **72** Hf 178.49 | **73** Ta 180.95 | **74** W 183.84 | **75** Re 186.21 | **76** Os 190.23 | **77** Ir 192.22 | **78** Pt 195.08 | **79** Au 196.97 | **80** Hg 200.59 | **81** Tl 204.38 | **82** Pb 207.19 | **83** Bi 208.98 | **84** Po 208.98 | **85** At 209.99 | **86** Rn 222.02 |
| **87** Fr 223 | **88**  **Ra**  226 | **89-103** | **104**  **Rf**  261 | **105**  **Db**  262 | **106**  **Sg**  263 | **107**  **Bh**  264 | **108**  **Hs**  265 | **109**  **Mt**  268 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **57**  **La**  138.91 | **58**  **Ce**  140.12 | **59**  **Pr**  140.91 | **60**  **Nd**  144.24 | **61**  **Pm**  144.92 | **62**  **Sm**  150.36 | **63**  **Eu**  151.96 | **64**  **Gd**  157.25 | **65**  **Tb**  158.93 | **66**  **Dy**  162.50 | **67**  **Ho**  164.93 | **68**  **Er**  167.26 | **69**  **Tm**  168.93 | **70**  **Yb**  173.04 | **71**  **Lu**  174.97 |
|  |  |  | **89** Ac 227 | **90** Th 232 | **91** Pa 231 | **92** U 238 | **93** Np 237 | **94** Pu 244 | **95** Am 243 | **96** Cm 247 | **97** Bk 247 | **98** Cf 251 | **99** Es 252 | **100** Fm 257 | **101** Md 258 | **102** No 259 | **103** Lr 262 |

Constanten en nuttige formules

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | p | n | μ | m | k | M | G | T |
| femto | pico | nano | micro | milli | kilo | mega | giga | tera |
| 1015 | 1012 | 109 | 106 | 103 | 103 | 106 | 109 | 1012 |

gasconstante *R* = 8,314 J K1 mol1 constante van Faraday *F* = 96485 C mol1

gebruik als standaarddruk: *p* = 1,013∙105 Pa

gebruik als standaardtemperatuur: *T* = 25°C = 298,15 K

getal van Avogadro *N*A = 6,022∙1023 mol1 constante van Planck *h* = 6,626∙1034 J s

lichtsnelheid *c* = 3,00∙108 m s1

*ΔG = ΔH − TΔS ΔG = −nEF*

*ΔG0 = − RT∙lnK ΔG = ΔG0 + RT∙lnQ met Q = *

Δ*H(T*1*)* = Δ*H*0 + (*T*1 − 298,15 K)∙*Cp* (*Cp* = constant)

Arrheniusvergelijking *k* = *A* ∙

ideale gaswet *pV = nRT*

Nernstvergelijking *E = E*0 *+ *

wet van Bragg *nλ* = 2*d*∙sin*θ*

wet van Lambert-Beer *A* = log= *ε∙c∙d*

*p* =  *F = ma*

*V*(cilinder) = π*r*2*h* *A*(bol) = 4π*r*2  *V*(bol) = π*r*3

1 J = 1 N m 1 N = 1 kg m s2 1 Pa = 1 N m2 1 W = 1 J s1

1 C = 1 A s

# Opgave 1: Thermodynamica (24 punten)

Peter is van plan om voor zijn verjaardagsfeest (18 jaar) in februari het tuinhuisje van zijn ouders om te bouwen tot een zwembad met een kunstmatig strand. Om een kostenschatting te maken voor de verwarming van het water en het huis zoekt Peter de gegevens op over de samenstelling en de prijs van aardgas.

1.1 Geef de reactievergelijkingen voor de volledige verbranding van de hoofdcomponenten van aardgas (methaan en ethaan), gegeven in tabel 1 op pagina 5. Neem aan dat stikstof in de gegeven omstandigheden een inert gas is.

Bereken de reactie-enthalpie, the reactie-entropie, en de gibbsenergie onder standaardomstandigheden (1,013⋅105 Pa, 25,0 °C) voor de verbranding van methaan en ethaan volgens de opgestelde reactievergelijkingen onder aanname dat alle producten gasvormig zijn.

De thermodynamische eigenschappen en de samenstelling van aardgas vind je in tabel 1.

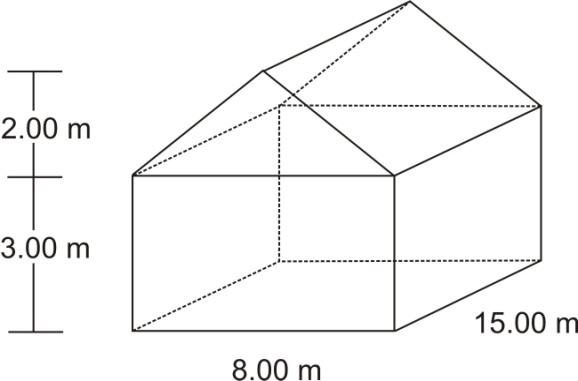
1.2 Volgens PUC, de 'Public Utility Company' is de dichtheid van aardgas 0,740 g L1 (1,013∙105 Pa, 25,0 °C).

a) Bereken de hoeveelheden methaan en ethaan (in mol) in 1,00 m3 aardgas (aardgas, methaan, en ethaan zijn niet-ideale gassen!).

b) Bereken de verbrandingsenergie die als warmte vrijkomt bij de verbranding van 1,00 m3 aardgas onder standaardomstandigheden. Neem aan dat alle producten gasvormig zijn. (Als je de hoeveelheden in mol niet berekend hebt in vraag 1.2a, neem dan aan dat 1,00 m3 aardgas overeenkomt met 40,00 mol aardgas.)

Volgens de PUC is, als alle producten gasvormig zijn, de verbrandingsenergie 9,981 kWh per m3 aardgas. Hoe groot is de procentuele afwijking met de waarde die je in b) berekend hebt?

Het zwembad in het huis is 3,00 m breed, 5,00 m lang en 1,50 m diep (vanaf het wateroppervlak). De temperatuur van het kraanwater is 8,00 °C en de luchttemperatuur in het huis 10,0 °C. De afmetingen van het huis zijn gegeven in de figuur hieronder. Neem aan dat de dichtheid van water ρ = 1,00 kg L1 en dat lucht zich gedraagt als een ideaal gas.



1.3 Bereken de energie (in MJ) die nodig is om het water in het zwembad te verwarmen tot 22,0 °C. Bereken ook de energie die nodig is om de beginhoeveelheid lucht (21,0% O2, 79,0% N2) te verwarmen tot 30,0 °C bij een druk van 1,013⋅105 Pa.

In Noord-Duitsland is de buitentemperatuur in februari ongeveer 5 °C. Er is warmteverlies omdat de betonmuren en het dak van het huis relatief dun zijn (20,0 cm). Deze energie wordt afgestaan aan de omgeving (warmteverlies naar water en grond wordt verwaarloosd). De warmtegeleidbaarheid van de muur en het dak bedraagt 1,00 W K1 m1.

1.4 Bereken de energie (in MJ) die nodig is om de binnentemperatuur van het huis tijdens een feestje (met een duur van 12 uur) op 30,0 °C te houden.

1,00 m3 aardgas geleverd door PUC kost 0,40 € en 1,00 kWh elektriciteit kost 0,137 €. De huur voor de gasverwarmingsinstallatie bedraagt 150,00 €; de huur voor de elektrische verwarmingsinstallatie bedraagt slechts 100,00 €.

1.5 Bereken met behulp van de uitkomsten in 1.3 en 1.4 de totale energie (in MJ) benodigd voor Peters “winterzwembad”. Hoeveel aardgas is hiervoor nodig, indien het rendement van de gasinstallatie 90,0% is?  
Bereken de verschillende kosten bij het gebruik van ofwel aardgas dan wel elektriciteit? Gebruik bij je berekeningen de door PUC opgegeven waarden en neem aan dat de elektrische verwarming een rendement van 100% heeft.

Tabel 1: Samenstelling aardgas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| stof | molfractie *x* | *ΔfH0*∙(kJ mol1)1 | *S*0∙(J mol1 K1)1 | *Cp*0∙(J mol1 K1)1 |
| CO2(g) | 0,0024 | −393,5 | 213,8 | 37,1 |
| N2(g) | 0,0134 | 0,0 | 191,6 | 29,1 |
| CH4(g) | 0,9732 | −74,6 | 186,3 | 35,7 |
| C2H6(g) | 0,0110 | −84,0 | 229,2 | 52,5 |
| H2O(l) | - | −285,8 | 70,0 | 75,3 |
| H2O(g) | - | −241,8 | 188,8 | 33,6 |
| O2(g) | - | 0,0 | 205,2 | 29,4 |

Vergelijking:

*J* = *E* ∙ (*A* · *Δt*)1 = *λ*muur · *ΔT* ∙ *d*1

*J* energiestroom *E* over een temperatuurgradiënt (muurrichting *z*-as) per oppervlakte *A* en per tijd *Δt*

*d* muurdikte

*λ*muur warmtegeleidbaarheid

*ΔT* temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenkant van het huis

# Opgave 2: Kinetiek aan katalysatoroppervlakken (23 punten)

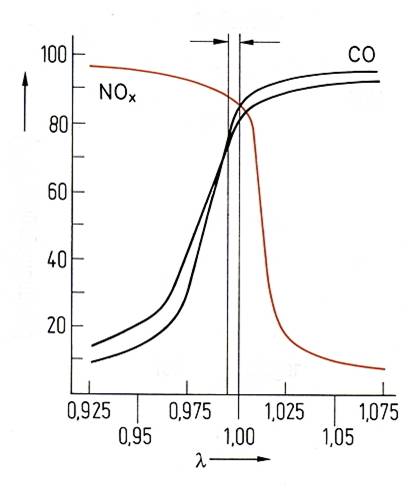
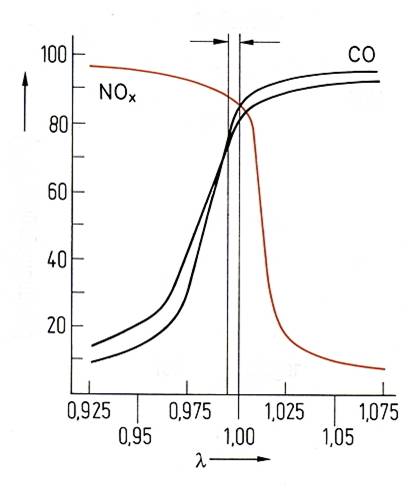
De uitlaatgassen van een dieselmotor bevatten naast andere verbindingen de stoffen koolstofmonooxide, stikstofmonooxide en onverbrande koolwaterstoffen (bijvoorbeeld octaan) als belangrijkste verontreinigingen. Om deze verontreinigingen zoveel mogelijk te reduceren worden ze in een geregelde (gestuurde) driewegkatalysator omgezet tot koolstofdioxide, stikstof en water.

2.1 Maak op het antwoordblad de reactievergelijkingen voor de reacties van de hoofdverontreinigingen in de katalysator kloppend.

Om het wegreageren van de hoofdverontreinigingen in de uitlaatgassen van een dieselmotor te optimaliseren, wordt de **-waarde bepaald met behulp van een elektrochemisch element, lambdasonde genaamd. Deze bevindt zich in het uitlaatsysteem tussen motor en driewegkatalysator.

De lambdawaarde is gedefinieerd als .



w: **-venster

y: rendement van de omzetting (%)

z: koolwaterstoffen

2.2 Beantwoord de vragen over de -sonde; kruis op het antwoordblad het juiste antwoord aan.

De adsorptie van gasmoleculen aan een vast oppervlak kan in een eenvoudig model beschreven worden met behulp van de Langmuirisotherm:



waarin ** de fractie van het katalysatoroppervlak is dat bezet wordt door de gasmoleculen, *p* is de gasdruk en *K* is een constante.

De adsorptie van een gas bij 25 °C kan met de Langmuirisotherm beschreven worden met *K* = 0,85 kPa1.

2.3 a) Bereken de bedekkingsgraad (van het oppervlak)  bij een druk van 0,65 kPa.

  b) Bereken de druk p waarbij 15% van het oppervlak bedekt is.

De snelheid *r* van de desorptie (ontkoppeling) van de gasmoleculen vanaf een vast oppervlak hangt af van de bedekkingsgraad (van het oppervlak) **(verwaarloos de terugreactie): *r* = *k∙*

2.3 c) Geef de orde van de desorptiereactie bij lage en bij hoge gasdrukken. Neem daarbij aan dat de boven gegeven Langmuirisotherm geldig is (producten kun je verwaarlozen).

Gegevens voor de adsorptie van een ander gas aan een metaaloppervlak (bij 25°C)



x-as: *p* ∙ (Pa)1

y-as: *p*∙*V*a1 ∙ (Pa cm3)1

*V*a is het gasvolume dat geadsorbeerd is.

2.3 d) Bereken het gasvolume Va,max benodigd voor een volledige bedekking van het metaaloppervlak. Bereken ook het product K∙Va,max. Je kunt de Langmuirisotherm toepassen.

Hint: Stel  = Va / Va,max.

Neem aan dat de katalytische oxidatie van CO op een Pd-oppervlak met evenveel oppervlakteplaatsen als volgt verloopt:

In een eerste stap vormen geadsorbeerd CO en geadsorbeerd O2 in een snel evenwicht geadsorbeerd CO2:



In een langzame tweede stap wordt CO2 vervolgens gedesorbeerd van het oppervlak:

CO2(ads.)  CO2(g)

2.4 Leid de formule af voor de reactiesnelheid r van de vorming van CO2(g) als functie van de partiële drukken van de reactiecomponenten.  
Hint: Gebruik de Langmuirisotherm met het juiste aantal gascomponenten:

θ(i) =  j: relevante gascomponenten

# Opgave 3: Eenwaardige aardalkaliverbindingen? (21 punten)

In het verleden zijn er verscheidene rapporten geweest over verbindingen van eenwaardig calcium. Zeer onlangs was de aard van deze “verbindingen” niet bekend maar ze waren desondanks van groot belang voor vaste-stofchemici.

Er zijn pogingen ondernomen om CaCl2 te reduceren tot CaCl met:

(a) calcium (b) waterstof (c) koolstof

3.1 Geef de respectievelijke reactievergelijkingen die kunnen resulteren in de vorming van CaCl.

Na een poging CaCl2 te reduceren met de stoichiometrische (1 : 1) hoeveelheid Ca (in mol) verkrijgt men een niet-homogene grijze substantie. Een nauwkeuriger kijk onder de microscoop laat zilverachtige metaaldeeltjes en witte kristallen zien.

3.2 Geef de formules van de stof die hoort bij de metaaldeeltjes en die van de witte kristallen.

Als men probeert CaCl2 te reduceren met elementair waterstof, ontstaat een wit product. Elementanalyse laat zien dat het monster 52,36 massa-% calcium en 46,32 massa-% chloor bevat.

3.3 Bepaal de verhoudingsformule van de gevormde verbinding.

Als men probeert CaCl2 te reduceren met elementair koolstof, ontstaat een rood kristallijn product. Elementanalyse levert een molverhouding van calcium en chloor:

*n*(Ca) : *n*(Cl) = 1,5 : 1.

Tijdens de hydrolyse van de rode kristallijne stof komt hetzelfde gas vrij als bij de hydrolyse van Mg2C3.

3.4 a Geef de structuurformules van de twee niet-cyclische isomeren van het gas dat bij de hydrolyse wordt gevormd.

  b) Geef de verhoudingsformule van de verbinding die wordt gevormd bij de reactie van CaCl2 met koolstof.

(Neem bij deze vraag aan dat eenwaardig calcium niet bestaat.)

Als geen van deze pogingen leidt tot vorming van CaCl dient meer aandacht gegeven te worden aan de hypothetische structuur van CaCl. We kunnen aannemen dat CaCl waarschijnlijk in een eenvoudige kristalstructuur kristalliseert.

De straalverhouding kation *r*(Mm+) en anion *r*(Xx) van zouten bepaalt vaak de kristalstructuur van een bepaalde verbinding, zoals je voor MX-verbindingen kunt zien in de hierna weergegeven tabel.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Coördinatiegetal van M | Omringing van X | Straalverhouding  *r*M//*r*X | Structuurtype | geschatte  *Δ*L*H*0 voor CaCl |
| 3 | Driehoekig | 0,155-0,225 | BN | −663,8 kJ mol1 |
| 4 | Tetraëdrisch | 0,225-0,414 | ZnS | −704,8 kJ mol1 |
| 6 | Octaëdrisch | 0,414-0,732 | NaCl | −751,9 kJ mol1 |
| 8 | Kubisch | 0,732-1,000 | CsCl | −758,4 kJ mol1 |

tH°(CaCl) is gedefinieerd voor de reactie Ca+(g) + Cl−(g) → CaCl(s)

3.5a) Welk structuurtype zal CaCl waarschijnlijk hebben?

[*r*(Ca+) ≈ 120 pm (geschat), *r*(Cl) ≈167 pm)]

Niet alleen de roosterenergie ΔLH0 van CaCl is belangrijk voor de vraag of CaCl thermodynamisch stabiel is of niet. Ten einde na te gaan of het stabiel is met betrekking tot ontleding in zijn elementen, moet de standaardvormingsenthalpie ∆f*H*0 van CaCl bekend zijn.

3.5b) Bereken de waarde van ∆fH0(CaCl) met behulp van een Born-Haber-cyclus.

Om na te gaan of CaCl thermodynamisch stabiel is met betrekking tot de disproportionering in Ca en CaCl2 dient de standaardenthalpie van dit proces berekend te worden. (Deentropieverandering *∆S* is in dit geval zeer klein, zodat zijn invloed verwaarloosbaar is.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| smeltwarmte | ∆smelt*H*0(Ca) |  | 9,3 kJ mol1 |
| ionisatie-enthalpie | ∆1, IE*H*(Ca) | Ca ⎯→ Ca+ | 589,7 kJ mol1 |
| ionisatie-enthalpie | ∆2, IE *H*(Ca) | Ca+ ⎯→ Ca2+ | 1145,0 kJ mol1 |
| verdampingswarmte | ∆damp *H*0(Ca) |  | 150,0 kJ mol1 |
| dissociatie-energie | ∆diss*H*(Cl2) | Cl2 ⎯→ 2 Cl | 240,0 kJ mol1 |
| vormingsenthalpie | ∆f*H*0(CaCl2) |  | −796,0 kJ mol1 |
| elektronenaffiniteit | ∆EA*H*(Cl) | Cl + e ⎯→ Cl | −349,0 kJ mol1 |

3.6 Vindt disproportionering van CaCl plaats gezien vanuit thermodynamisch oogpunt? Verklaar je antwoord met een berekening.

# Opgave 4: Atoommassa's bepalen (20 punten)

De reactie van element X met waterstof leidt tot een klasse van verbindingen analoog aan de koolwaterstoffen (waarbij C vervangen is door X). 5,000 g X vormt 5,628 g mengsel van de stoichiometrische X-analoga van respectievelijk methaan en ethaan met een molverhouding van 2 : 1.

4.1 Bereken uit deze informatie de molaire massa van X. Geef het chemische symbool van X en de 3D-structuur van de twee producten.

Het volgende ingewikkelder geval is van groot historisch belang.

Het mineraal argyrodiet is een stoichiometrische verbinding die zilver (oxidatiegetal, OG = +1), zwavel (OG = −2) en een onbekend element Y (OG = +4) bevat. De massaverhouding tussen zilver en Y in argyrodiet is *m*(Ag) : *m*(Y) = 11,88 : 1. Y vormt een roodachtig bruin sulfide met een lager oxidatiegetal (OG van Y is +2) en een wit sulfide met een hoger oxidatiegetal (OG van Y is +4). Het gekleurde lagere sulfide is het sublimaat dat bij verhitting van argyrodiet in een waterstofstroom verkregen wordt. De residuen zijn Ag2S en H2S. Om 10,0 g argyrodiet volledig om te zetten, is bij 400 K en 100 kPa 0,295 L waterstof nodig.

4.2 Bereken uit deze informatie de molaire massa van Y. Geef het symbool van het element Y en de verhoudingsformule van argyrodiet.

De atoommassa's zijn gerelateerd aan spectroscopische eigenschappen.

Om de trillingsfrequentie  (uitgedrukt in golfgetal) van chemische bindingen in IR-spectra te bepalen, gebruiken chemici de wet van Hooke die zich richt op trillingsfrequenties (let op de eenheden):

= 

 trillingsfrequentie van de binding, in golfgetal (cm1)

*c* lichtsnelheid

*k* veerconstante van de binding: deze geeft de bindingsterkte aan (N m1= kg s2)

*μ*  gereduceerde massa in AB4, die gegeven wordt door *μ* = 

*m*(A), *m*(B) de massa's van de twee gebonden atomen

De trillingsfrequentie van de C−H-binding van methaan is 3030,00 cm1. De trillingsfrequentie van het Z-analogon van methaan is 2938,45 cm1. De bindingsenthalpie van een C−H-binding in methaan is 438,4 kJ mol1. De bindingsenthalpie van een Z−H-binding in het Z-analogon van methaan is 450,2 kJ mol1.

* 1. Bereken de veerconstante k van een C−H-binding met behulp van de wet van Hooke.

Maak een schatting van de veerconstante k van een Z−H-binding. Neem hierbij aan dat er een rechtevenredigheid is tussen de veerconstante en de bindingsenthalpie.

Bereken uit deze informatie de atoommassa van Z.

Geef het - symbool van het element Z.

# Opgave 5: Biochemie met Thermodynamica (18 punten)

**Structuur van ATP4–**



**Chemische evenwichten verschuiven met ATP**

Dieren gebruiken vrije energie uit de oxidatie van hun voedsel om de concentraties van ATP, ADP en fosfaat ver van de evenwichtstoestand te houden. In rode bloedcellen zijn de volgende concentraties gemeten:

*c*(ATP4) = 2,25 mmol L1

*c*(ADP3) = 0,25 mmol L1

*c*(HPO42) = 1,65 mmol L1

Vrije energie, opgeslagen in ATP, kan volgens de onderstaande reactie vrijkomen:

ATP4 + H2O  ADP3 + HPO42 + H+*G*°’= −30,5 kJ mol1 (1)

Omdat de pH in de meeste levende cellen dicht bij 7 ligt, gebruiken biochemici *G*°’ in plaats van *G*°. De standaardtoestand van *G*°’ is gedefinieerd bij een constante pH van 7. In vergelijkingen met *G*°’ en *K*’ wordt voor reacties bij pH = 7 de concentratie van H+ daarom weggelaten. Standaardconcentratie is 1 mol L−1.

5.1 Bereken de feitelijke G’ van reactie (1) in de rode bloedcel bij 25°C en pH = 7.

In levende cellen vinden vele zogenaamde “anabolische” reacties plaats, die op het eerste gezicht thermodynamisch ongunstig zijn vanwege een positieve *G*. Een voorbeeld hiervan is de fosforylering van glucose:

glucose + HPO42  glucose-6-fosfaat2 + H2O ∆*G*°’= +13,8 kJ mol1 (2)

5.2 Bereken eerst de evenwichtsconstante K' van reactie (2) en dan de verhouding c(glucose-6-fosfaat) / c(glucose) in de rode bloedcel in chemisch evenwicht bij 25°C en pH = 7.

Om het evenwicht te verschuiven naar een hogere concentratie van glucose-6-fosfaat, wordt reactie (2) gekoppeld aan de hydrolyse van ATP:

hexokinase

glucose + ATP4  glucose-6-fosfaat 2 + ADP3 + H+ (3)

5.3 Bereken ΔG°’ en K’ van reactie (3). Bereken nu opnieuw de verhouding   
c(glucose-6-fosfaat) / c(glucose) in de rode bloedcel in chemisch evenwicht bij 25°C en pH = 7.

**ATP synthesis**

Een volwassen persoon verteert aan voedsel ongeveer 8000 kJ energie (*G*') per dag.

5.4 a) Hoeveel kg ATP wordt per dag geproduceerd indien de helft van deze energie gebruikt wordt voor ATP-synthese? Neem aan dat voor reactie (1) ΔG’ = −52 kJ mol 1 en dat ATP een molaire massa heeft van 503 g mol1.

  b) Hoeveel g ATP bevat het menselijk lichaam gemiddeld als de gemiddelde levensduur van een ATP-molecuul van zijn ontstaan tot zijn hydrolyse 1 min is?

  c) Wat gebeurt er met de rest van de vrije energie, die niet gebruikt wordt voor ATP-synthese? Kruis op het antwoordblad het juiste antwoord aan.

Bij dieren wordt de energie, verkregen uit de oxidatie van voedsel, gebruikt om protonen uit gespecialiseerde membraanblaasjes (mitochondria) te pompen. ATP-synthase, een enzym, laat protonen weer terugkeren naar de mitochondria met gelijktijdige synthese van ATP uit ADP en fosfaat.

5.5 a) Hoeveel protonen (H+) bevinden zich bij pH = 7 in een bolvormig mitochondrium met een diameter van 1 μm?

  b) Hoeveel protonen moeten er binnengaan in één van de 1000 mitochondria van een levercel via ATP-synthase voor de productie van een massa van 0,2 fg ATP per cel? Neem aan dat er 3 protonen moeten binnengaan voor de synthese van 1 molecuul ATP.

# Opgave 6: Diels-Alder-reacties (20 punten)

De Diels-Alder-reactie, een zg. één-staps [4+2]-cycloadditie tussen een dieen en een olefine (d.i. een verbinding met dubbele band) waarbij een cyclohexeenring wordt gevormd, was ontdekt in 1928 hier in Kiel. Prof. Otto Diels en zijn medewerker Kurt Alder mengden *p*‑benzochinon met een overmaat cyclopentadieen en verkregen het volgende resultaat:



20°C

6.1 Teken de structuur van A (zonder stereochemische informatie).

De Diels-Alder-reactie is een één-stapsreactie die plaatsvindt met hoge stereospecificiteit. Bijvoorbeeld, slechts een enkele stereoisomeer **C** wordt gevormd bij de volgende reactie



niet gevormd

Als je in plaats van het aangegeven olefine het *E*-isomeer hiervan laat reageren, zul je twee andere stereoisomeren **D1** en **D2** verkrijgen.

6.2 Geef de structuren van D1 en D2.

In overeenstemming hiermee vonden Diels en Alder bij de oorspronkelijke reactie (de vorming van **B** uit cyclopentadieen en benzochinon) slechts één van de volgende zes denkbare stereoïsomeren van **B**:



6.3 Slechts één van de hiervoor weergegeven zes stereoisomeren 1 - 6 van B werd door hen geϊsoleerd. Omcirkel deze op het antwoordblad.

|  |  |
| --- | --- |
| Hints: houd in gedachten   * de stereospecifiieke vorming van **C**   en   * dat het sterisch minder gehinderde alternatief wordt gevormd. |  |

Na langer verwarmen (15 uur, 120 °C) van het oorspronkelijk geïsoleerde stereoisomeer **B** (smpt (smeltpunt): 157 °C), verkregen Diels en Alder twee nieuwe stereoïsomeren **E** (smpt: 153 °C) en **F** (smpt: 163 °C). Een evenwichtsreactie van **B** met een katalytische hoeveelheid van een sterke base gaf bij 25 °C nog een ander stereoisomeer **G** (smpt: 184 °C).



10% 20% 70%



60% 40%

6.4 Beantwoord de vragen op het antwoordblad met betrekking tot de Diels-Alder-reactie.

Hint: Om deze vraag te beantwoorden hoef je niet te weten welke van de zes stereoisomeren 1 - 6 (boven weergegeven) corresponderen met **E**, **F** of **G**.

De Diels-Alder-reactie speelt ook een belangrijke rol in de volgende reactieserie:



sterke base

sterke base

6.5 Teken de structuren van I, K en L.

Hints:

- **K** heeft slechts één methylgroep.

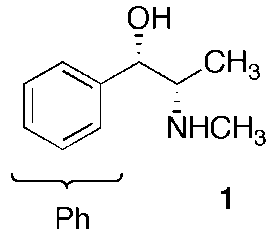
- **L** is het Diels-Alderadduct van **K** en het weergegeven olefine.

# Opgave 7: Stereochemie in geneesmiddelen (21 punten)

De Cahn-Ingold-Prelogregels worden gebruikt bij het benoemen van de stereochemie van een molecuul (*R/S* en *E/Z* notatie).

***7.1 Rangschik de atoomgroepen op het antwoordblad volgens prioriteitregels bij de R/S-notatie.***

Pseudo-efedrine **1** is een bestanddeel van veel voorkomende medicijnen tegen verkoudheid zoals bv. in neusspray's.



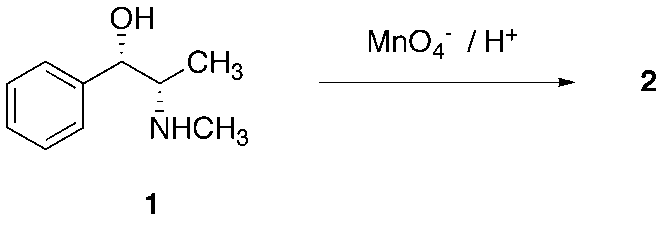
7.2 Markeer de stereocentra in 1 op het antwoordblad met een \*.

Rangschik de groepen aan elk stereocentrum volgens hun prioriteit en bepaal telkens de absolute configuratie (R of S).

7.3 Teken ofwel de newmanprojectie ofwel de zaagbokprojectie van 1.

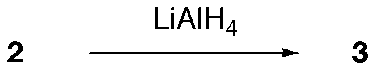
Teken de fischerprojectie van 1.

Als verbinding **1** behandeld wordt met een aangezuurde permanganaatoplossing onder milde omstandigheden onstaat het stimulerend middel Methcathinon **2**:



7.4 Teken de correcte stereochemische structuurformule van stof 2. Maak de redoxreactie op het antwoordblad verder af en kloppend. Schrijf bij de reactie-vergelijking ook de oxidatiegetallen van alle atomen waarvan het oxidatiegetal tijdens de reactie veranderd.

De behandeling van **2** met LiAlH4 geeft als reactieproduct uitsluitend verbinding **3**. Deze stof verschilt in smeltpunt van verbinding **1**.



7.5 a) Teken de stereochemisch correcte structuurformule van verbinding 3.

7.5 b) Geef op het antwoordblad aan of de stellingen betreffende isomeren juist of fout zijn.

7.5 c) Teken met behulp van een stereochemisch model waarom er uit stof 2 uitsluitend stof 3 gevormd wordt.

# Opgave 8: Colloïden (22 punten)

De reactie tussen een anorganische en een organische stof op nanometerschaal levert materialen op met excellente eigenschappen. Dus is de synthese van deze hybride nanodeeltjes belangrijk.

(*T* = 298,15 K voor de gehele opgave)

Oplossing **A** is een oplossing van CaCl2 in water met een concentratie van 1,780 g L1.

Oplossing **B** is een oplossing van Na2CO3 in water met een concentratie van 1,700 g L1.

p*K*z1(H2CO3) = 6,37 p*K*z2(HCO3) = 10,33

8.1 Bereken de pH van oplossing B waarbij je gebruik mag maken van redelijke veronderstellingen en/of vereenvoudigingen.

100 mL oplossing **A** en 100 mL oplossing **B** worden samengevoegd tot oplossing **C**. De pH van oplossing **C** wordt op 10 gebracht zonder dat het volume verandert. Er ontstaat een neerslag.

*K*s(Ca(OH)2) = 6,46∙106mol3 L3 *K*s(CaCO3) = 3,31∙109mol2 L2

8.2 Toon aan door een berekening of het neerslag de verbinding Ca(OH)2 en/of CaCO3 kan bevatten.

In een vergelijkbaar experiment bevat 100 mL oplossing **A** ook nog 2 g van een copolymeer dat twee in water oplosbare blokken bevat: een polyetheenoxide-blok en een polyacrylzuur-blok.



Het polymeer ondergaat geen enkele chemische reactie (behalve protonoverdracht van het zuur) en toch heeft het een sterk effect: na menging van de twee oplossingen (**A** + **B**) wordt geen neerslag waargenomen. Er zijn zg. 'hybride deeltjes' gevormd. Dat zijn kleine calciumcarbonaatdeeltjes met aan het oppervlak polymeerketens gehecht. De aangehechte polymeren voorkomen verdere kristalgroei en de hybride deeltjes blijven in oplossing.

8.3. Omcirkel op het antwoordblad het blok van het polymeer dat zich hecht aan het oppervlak van het groeiende calciumcarbonaatkristal.

Om de hybride deeltjes te karakteriseren worden ze gescheiden van de bereide oplossing en overgebracht in 50 mL van een NaOH-oplossing in water (c(NaOH) = 0,19 mol L1). De oplossing wordt verdund door toevoeging van 200 mL water. Neem aan dat de oplossing slechts de hybride deeltjes bevat en geen verdere calcium- of carbonaationen. Alle zuurgroepen nemen deel aan het zuur-base-evenwicht.

* Bij de nieuwe oplossing wordt een pH van 12,30 gemeten.
* Met elektronenmicroscopie kunnen alleen de anorganische deeltjes worden waargenomen (niet het polymeer); er worden daarbij bolvormige deeltjes met een diameter van 100 nm waargenomen.
* De molaire massa van de hybride deeltjes (het anorganische samen met het organische deel) wordt bepaald op *M* = 8,01108 g moL1
* De lading van de deeltjes wordt bepaald op *Z* = −800 (= aantal eenheidsladingen).

(p*K*z(COOH, copolymeer) = 4,88 )

8.4 Hoeveel van de beginhoeveelheid van het polymeer (2 g) wordt teruggevonden in de hybride deeltjes?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8.5. | Bereken welke modificatie van  calciumcarbonaat is gevormd. | Modificatie | dichtheid |
| calciet | 2,71 g cm3 |
| vateriet | 2,54 g cm3 |
| aragoniet | 2,95 g cm3 |

|  |
| --- |
| **1.1 Reactievergelijkingen:** (2)  a) methaan: CH4 + 2 O2 → CO2 + 2 H2O  b) ethaan: 2 C2H6 + 7 O2 → 4 CO2 + 6 H2O  Thermodynamische waarden bij deze reactievergelijkingen: (4)  berekeningen*…*(methaan)  *H*° = [2 × (−241,8) − 393,5 − (−74,6)] kJ mol−1 = −802,5 kJ mol−1  *S*° = [2 × (−188,8) − 213,8 − 186,3 −2 × 205,2] J mol−1 K−1 = −5,3 J mol−1 K−1  *G*° = −802,5 kJ mol−1 − 298,15 K × (−5,3 J mol−1 K−1) = −800,9 kJ mol−1  methaan:Δ*H*°= −802,5 kJ mol−1 Δ*S*°= −5,3 J mol−1 K−1 Δ*G*° =−800,9 kJ mol−1  berekeningen…(ethaan)  *H*° = [6 × (−241,8) −4 × 393,5 − 2 × (−84,0)] kJ mol−1 = −2856,8 kJ mol−1  *S*° = [6 × (188,8) − 4 × 213,8 − 2 × 229,2 −7 × 205,2] J mol−1 K−1 = +93,2 J mol−1 K−1  *G*° = −2856,8 kJ mol−1 − 298,15 K × (93,2J mol−1 K−1) = −2884,6 kJ mol−1  ethaan:Δ*H*°= −2856,8 kJ mol−1 Δ*S*°= +93,2 J mol−1 K−1 Δ*G*° =−2884,6 kJ mol−1 |
| 1.2 a) Hoeveelheid methaan en ethaan in 1,00 m3 aardgas: (7)  berekeningen (notie 2 punten)  *m* =  ⋅ *V* = 0,740 g L−1 × 1000 L = 740 g (1 punt)  *M*gem = = (0,0024 × 44,01 + 0,0134 × 28,02 + 0,9732 × 16,05 + 0,011 × 30,08) g mol−1 =  16,43 g mol−1 (2 punten)  *n*tot =  = 45,04 mol (1 punt)  *n*i = *x*i ⋅ *n*tot  *n*(CH4) = *x*(CH4) × *n*tot = 0,9732 × 45,04 mol = 43,83 mol  *n*(C2H6) = *x*(C2H6) × *n*tot = 0,0110× 45,04 mol = 0,495 mol (1 punt) |

|  |
| --- |
| 1.2 b) Bepaling van de verbrandingsenergie: (2)  berekeningen  *E*verbr(H2O(g)) =  = 43,83 mol × (−802,5 kJ mol−1) + 0,495 mol × 0,5 × (−2856,8 kJ mol−1)  = −35881 kJ  *E*verbr(H2O(g)) = −35881 kJ (1 punt)  **Bepaling volgens de PUC-gegevens**  *E*PUC(H2O(g)) = 9,981 kWh m−3 ⋅ 1 m3 ⋅ 3600 kJ (kWh)−1 = 35932 kJ  **Afwijking** ***E* = (***E*verbr(H2O(g)) − *E*PUC(H2O(g)) ⋅ 100% ⋅ [**(***E*verbr(H2O(g))]−1 =  (35881 − 35932) kJ × 100% × (35881 kJ)−1 = −0,14% (1 punt) |
| 1.3 Energie nodig voor de verwarming van het water: (4)  berekening  volume water: *V*water = 22,5 m3 (0,5 punt)  = 1,249⋅106 mol (0,5 punt)  *E*water = *n*water⋅*Cp⋅**T* = 1,249⋅106 mol ⋅ 75,30 J K−1 mol−1 ⋅ 14 K = 1316 MJ (0,5 punt)  *E*water = 1316 MJ  **Energie nodig voor de verwarming van de lucht:**  berekening  volume huis: *V*lucht = 15 m ⋅ 8 m ⋅ 3 m + 0,5 ⋅ 15 m ⋅ 8 m ⋅ 2 m = 480 m3 (1 punt)  = 2,065⋅104 mol (0,5 punt)  *Cp*(lucht) = 0,21⋅29,4  + 0,79⋅29,1  = 29,16  (0,5 punt)  *E*lucht = *n*lucht⋅*Cp⋅**T* = 2,065⋅104 mol × 29,16  × 20 K = 12,05 MJ (0,5 punt)  *E*lucht = 12,05 MJ |
| 1.4 Energie nodig voor het temperatuursbehoud: (2)  berekeningen  oppervlak van het huis:  *A*huis = 3 m × 46 m + 8 m × 2 m + ((2 m)2 + (4 m)2)½ × 2 × 15 m = 288,16 m2 (1 punt)  warmtegeleidbaarheid: muur = 1  energiestroom over temperatuurgradiënt (muurdikte *d* = 0,2 m)  *J* =  *E*verlies = 288,16 m2 × (12⋅60⋅60 s) × 1 J (s K m)−1 × 25 K × (0,2 m)−1 = 1556 MJ (1 punt)  *E*nodig= 1556 MJ |

|  |
| --- |
| 1.5 Totale benodigde energie en kosten: (3)  berekeningen (totale energie)  totale energie: *E*tot = *E*water + *E*lucht + *E*verlies = 1316 MJ + 12 MJ + 1156 MJ = 2884 MJ (0,5 punt)  totale energie *E*tot = 2884 MJ  berekening (volume gas)  2884 MJ komt overeen met 2,884⋅106 kJ × (3600 s h−1 × 9,981 kJ s−1 m−3 × 0,9)−1 = 89,18 m3 (1 punt)  volume gas *V =* 89,18 m3  berekening (totale kostprijs gasverwarmimg)  2884 MJ komt overeen met een kostprijs van:  0,40 € m−3 × 89,18 m3 = 35,67 €  huur uitrusting: 150,00 €  totaal verwarmingskosten: 185,67 € (0,5 punt)  totale kostprijs gasverwarming = 185,67 €  berekening (totale kostprijs elektrische verwarming)  2884 MJ komt overeen met een kostprijs van:  2,884⋅106 kJ × 0,137 € × (3600 s h−1 × 1 kJ s−1 h)−1 = 109,75 €  huur uitrusting: 100,00 €  totale kosten elektrische verwarming = 209,75 € (1 punt)  totale kostprijs elektrische verwarming = 209,75 € |

|  |
| --- |
| 2.1 Reactievergelijkingen: (3)  2 CO + \_\_\_ O2 ⎯→ 2 CO2  \_2\_ NO + \_2\_ CO ⎯→ N2 + 2 CO2  \_2\_ C8H18 \_25\_ O2 ⎯→ 16 CO2 + 18 H2O |
| 2.2 (3)  juist fout geen beslis-  sing mogelijk  Als de -waarde binnen het -venstergebied ligt, kunnen koolstofmono-  oxide en koolwaterstoffen geoxideerd worden m.b.v. de driewegkatalysator. ◼ 🞏 🞏  Als  > 1, dan kunnnen koolstofmonooxide en koolwaterstoffen  geoxideerd worden m.b.v. de driewegkatalysator. ◼ 🞏 🞏  Als  < 0,975, dan kunnen stikstofoxiden nauwelijks gereduceerd worden. 🞏 ◼ 🞏 |
| 2.3 a) Bedekkingsgraad van het oppervlak: (1)  berekening    ** = 0,356 of 35,6% |
| 2.3 b) Druk waarbij 15% van het oppervlak bedekt is: (2)  berekening  (1punt)  **  *p*= 0,21 kPa (1 punt)  *p*= 0,21 kPa |
| 2.3 c) Orde van desorptiereactie: (3)  orde van desorptiereactie bij lage gasdruk 1 (1,5 punt)  orde van desorptiereactie bij hoge gasdruk 0 (1,5 punt)  opmerkingen: |

|  |
| --- |
| 2.3 d) Gasvolume *V*a,max en product *K∙V*a,max (4)  berekeningen  ⇒ (2 punt)  helling:  = 1,9 cm−3 ⇒ *V*a,max = 0,53 cm3 (1 punt)  asafsnede:  = 6⋅102 Pa cm−3 ⇒ *K* ⋅ Va,max = 1,7⋅10−3 Pa−1 cm3 (1 punt)  ***V*a,max =** 0,53 cm3 ***K∙V*a,max =** 1,7⋅10−3 Pa−1 cm3 |
| 2.4 Formule voor de reactiesnelheid: 7)  berekeningen  De informatie gegeven in de tekst geeft rechtstreeks  (2 punt)  De wet van de massawerking wordt voor de eerste stap in het mechanisme gegeven door  ⇒  (1 punt)  De Langmuirisotherm geeft:  en  (1,5)  *r* =  (0,5 punt) |

|  |
| --- |
| 3.1 Reactievergelijkingen: (3)  (a) CaCl2 + Ca ⎯→ 2 CaCl  (b) 2 CaCl2 + H2 ⎯→ 2 CaCl + 2 HCl  (c) 4 CaCl2 + C ⎯→ 4 CaCl + CCl4 |
| 3.2 2)  zilverachtige metaaldeeltjes: Ca  witte kristallen: CaCl2  opm.: CaCl kan niet verkregen worden uit een conventionele vaste-stofreactie tussen Ca en CaCl2 |
| 3.3 Verhoudingsformule: (4)  berekeningen  100% − (massa% Ca + massa% Cl) = massa% X  100% − (52,36% + 46,32%) = 1,32% X (1 punt)  mol% Ca = 52,36 massa% / *M*(Ca) = 52,36 massa% / 40,08 g mol−1 = 1,31 mol% (0,5 punt)  mol% Cl = 46,32 massa% / *M*(Cl) = 46,32 massa% / 35,45 g mol−1 = 1,31 mol% (0,5 punt)  mol% X = 1,32 massa% / *M*(H) = 1,32 massa% / 1,01 g mol−1 = 1,31 mol% (1 punt)  *n*(Ca) : *n*(Cl) : *n*(H) = 1 : 1 : 1 (1 punt)  **verhoudingsformule:** CaClH (1 punt)  Opm.: De reactie van CaCl2 met waterstof geeft geen CaCl. In plaats daarvan ontstaat het hydride CaClH. De structuur van deze verbinding is opgehelderd met röntgenanalyse. Dit is geen geschikte methode ter bepaling van de positie van lichte elementen zoals waterstof. De aanwezigheid van waterstof werd dus niet vastgesteld, waardoor men lange tijd gedacht heeft dat CaClH CaCl was. |
| 3.4 a) Uitsluitend de structuurformules (2) |

|  |
| --- |
| 3.4 b) Verhoudingsformule van de gevormde verbinding: (2)  Ca3C3Cl2  Opm. Als de verhouding *n*(Ca) : *n*(Cl) = 1,5 : 1 [of beter = 3 : 2 dat herschreven kan worden als CaCl2⋅2 Ca2+ = Ca3Cl24+] wordt gegeven en het reductieproduct het anion C34− moet bevatten dat twee kationen Ca2+ nodig heeft voor elektrische neutraliteit, volgt de formule Ca3C3Cl2. |
| 3.5 a) Waarschijnlijk structuurtype van CaCl: (1)  berekeningen  *r*(Ca+)/*r*(Cl−) = 120 pm/167 pm = 0,719  **NaCl CsCl ZnS BN geen beslissing mogelijk**  **◼**  **🞏** **🞏** **🞏 🞏** |
| 3.5 b) Δf*H*0(CaCl) met behulp van een Born-Haber-cyclus: (5)  berekening    v(f) = vorming; s= sublimatie; i = ionisatie; d= dissociatie e = elektronenaffiniteit; r = rooster  Alle afzonderlijke stappen van de Born-Habercyclus bij elkaar opgeteld:  v*H*°(CaCl) = s*H*°(Ca) + i*H*°(Ca)½s*H*°(Cl2) + e*H*°(Cl) + r*H*°(CaCl) =  (159,3 + 589,7 + 120 −349,0 −751,9) kJ mol−1   (1)  (0,5)  (1)  (0,5)  (1)  juiste optelling (1)  **Δ f*H*0(CaCl)** **= −**231,9kJ mol−1 |
| 3.6 Stabiliteit t.o.v. disproportionering: (2)  berekening  2 CaCl → CaCl2 + Ca  *H* = f*H*°(CaCl2) − 2f*H*°(CaCl)−kJ mol−1 = −332,2 kJ mol−1 (1)  **disproportionering ja neen geen beslissing mogelijk; er is meer informatie nodig**  🞏 ◼🞏 (1) |

|  |
| --- |
| 4.1 Molaire massa van X, symbool X, structuren: (7)  berekeningen  1) X + 2 H2 → XH4 (1)  2) 2 X + 3 H2 → X2H6 (1)  I) 5,0 g = [*n*1(X) + *n*2(X)] ⋅ *M*(X)  II) 5,628 g = *n*1(XH4) ⋅ [*M*(X) + 4 × 1,01] + *n*2(X2H6)] ⋅ [2 *M*(X) + 6 × 1,01]  III) *n*1(XH4) = 2 *n*2(X2H6) (2)  III,I) → I') 2 *n*1(X)] ⋅ *M*(X) = 5,0 g  III,II) → II') *n*1(X)] ⋅ [2 *M*(X) + 7,07] = 5,628 g  I',II') → VI) (5,0 g) ⋅ [2 *M*(X)]−1 = (5,628 g) ⋅ [2 *M*(X) + 7,07 g mol−1]−1 (1)  *M*(X) = 3,535 g mol−1 ⋅ (5,628 g)−1 ⋅ [(5,0 g)−1 − (5,628 g)−1]−1  *M*(X) = 28,14 g mol−1  **molaire massa van X *M*(X) =** 28,14g mol−1 **chemisch symbool X:** Si (1)  **3D-structuren van de twee producten**      (1) |

|  |
| --- |
| 4.2 Molaire massa van Y en verhoudingsformule van argyrodiet: (9)  berekeningen  Ag*a*Y*b*S0,5⋅*a* + 2⋅*b* + *b* H2 → 0,5 *a* Ag2S + *b* YS + *b* H2S  I) 10 g = *n*(Ag*a*Y*b*S0,5⋅*a* + 2⋅*b*) ⋅ [*a* ⋅ 107,87 + *b* ⋅ *M*(Y) + (0,5⋅*a*+ 2⋅*b*)⋅32,07] (3)  II)  *n*(H2) = 8,871⋅10−3 mol *n*(Ag*a*Y*b*S0,5⋅*a* + 2⋅*b*) = *b*−1 ⋅ 8,871⋅10−3 mol (1)  III)11,88 =  *a* ⋅ 107,87 g mol−1 = 11,88 ⋅ *b* ⋅ *M*(Y) (1)  II,I) → II') *b* ⋅ 10 g ⋅ (8,871⋅10−3 mol)−1 = *a* ⋅ 107,87 g mol−1 + *b* ⋅ *M*(Y) + (0,5*a* + 2*b*)⋅32,07 g mol−1  *b* ⋅ 1127 g mol−1= *a* ⋅ 107,87 g mol−1 + *b* ⋅ *M*(Y) + (0,5*a* + 2*b*)⋅32,07 g mol−1  III,II') → IV) *b* ⋅ 1127 g mol−1= 11,88*b* ⋅ *M*(Y) + *b* ⋅ *M*(Y) + (0,5*a* + 2*b*) ⋅ 32,07 g mol−1  *b* ⋅ 1127 g mol−1= 11,88*b* ⋅ *M*(Y) + *b* ⋅ *M*(Y) + (0,5 ⋅  + 2*b*) ⋅ 32,07 g mol−1  *M*(Y) = 72,57 g mol−1 (2)  **molaire massa van Y *M*(Y) =** 72,57 g mol−1 **chemisch symbool Y:** Ge (1)  ***M*(Y) =** 72,57 g mol−1→ III *a* : *b* = 8 : 1 (1)  **verhoudingsformule argyrodiet: Ag8GeS6** |

|  |
| --- |
| 4.3 De veerconstante van een C−H-binding: (1)  berekening      ***k*(C−H) = 491,94 N m−1** |
| De veerconstante van een Z−H-binding: (1)  berekening  = 491,94 N m−1 ⋅ 450,2 kJ mol−1 ⋅ [438,4 kJ mol−1]−1  ***k*(Z−H) =** 505,18 N m−1 |
| Atoommassa en symbool van Z: (2)  berekening      g mol−1  **atoommassa van Z *A*r(Z) = 72,68** g mol−1  **chemisch symbool Z: Ge**  Opm.: Zelfs indien de studenten verschillende waarden vinden (± 2) ten gevolge van verschillende manieren van afronden, kunnen ze toch nog vinden dat Z Ge is omdat het een analoog van koolstof moet zijn. |

|  |
| --- |
| 5.1 Feitelijke *G’* van reactie (1): (2)  berekening  *G’* = *G*°*’* +  (0,5)  = −30500 J mol−1 + 8,314 J mol−1 K−1 × 298,15 K × ln(0,00025 ⋅ 0,00165/0,00225) (1)  = −30,5 kJ mol−1 −21,3 kJ mol−1  = −51,8 kJ mol−1 (0,5)  *G’* ***=*** −51,8 kJ mol−1 |
| 5.2 Evenwichtsconstante *K*' van reactie (2), verhouding *c*(glucose-6-fosfaat) / *c*(glucose): (3)  berekeningen  *G*°*’* = −*RT* ln *K'* (0,5)  *K'* =  = 0,0038 (1)  (0,5)  = 0,0038 × 0,00165 = 6,3⋅10−6 (1)  ***K*’**  = 0,0038  = 6,3⋅10−6  ( 1,5 ( 1,5) |

|  |
| --- |
| 5.3 *G*°’ en *K*’ van de reactie (3), verhouding *c*(glucose-6-fosfate) / *c*(glucose): (4)  berekeningen  *G*°*’*(3) = *G*°*’*(1) +*G*°*’*(2) = −30,5 kJ mol−1 + 13,8 kJ mol−1 = −16,7 kJ mol−1 (1)  *G*°*’* = −*RT* ln *K'* (0,5)  *K'* =  = 843 (1)  (0,5)  = 843 × 2,25 mmol L−1 / 0,25 mmol L−1 = 7587 (1)    *c*(glucose-6-fosfaat)  *c*(glucose)  *G*°’ = −16,7 kJ mol−1 ( 1) *K*’ = 843 ( 1,5) = 7587 ( 1,5) |
| 5.4 a) Massa ATP geproduceerd per dag: (2)  berekening  energie beschikbaar voor ATP-synthese: 8000 kJ dag−1 × 0,5 = 4000 kJ dag−1 (0,5)  energie nodig voor ATP-synthese: 52 kJ mol−1  hoeveelheid geproduceerd ATP: 4000 kJ dag−1 / 52 kJ mol−1 = 76,9 mol dag−1 (0,5)  massa geproduceerd ATP: 76,9 mol dag−1 × 503 g mol−1 = 38700 g dag−1 = 38,7 kg dag−1 (1)  *m*dag = 38,7 kg dag−1 |
| 5.4 b) Massa ATP in het menselijk lichaam: (1)  berekening  gemiddelde levensduur: 1 dag = 1440 min 1 min = 1440−1 dag (0,5)  massa ATP in lichaam: 38,7 kg dag−1 / (1440 min  dag−1) ⋅ 1 min = 26,9 g (0,5)  *m*lichaam = 26,9 g |

|  |
| --- |
| 5.4 c) Wat gebeurt er met de rest van de vrije energie? Kruis het enige juiste vakje aan. (2)  Deze wordt gebruikt om de entropie van het lichaam te verlagen. 🞏  Het wordt door het lichaam uitgescheiden in de O-H bindingen van de watermoleculen en  de C=O bindingen van de koolstofdioxidemoleculen. 🞏  Deze wordt gebruikt om de enzymen die als katalysator dienen bij de productie van  ATP te regenereren. 🞏  Hij dient om het lichaam van de persoon te verwarmen. ◼ |
| 5.5 a) Hoeveel protonen (H+) zitten in een bolvormig mitochondrium met een diameter van 1 m bij een pH=7? (2)  berekening      = 5,2⋅10−19 m3 = 5,2⋅10−16 L (0,5)  *c* = 10−7 mol L−1 (0,5)  (0,5)  = 5,2⋅10−16 L ⋅ 10−7 mol L−1 ⋅ 6,022⋅1023 mol−1 = 31 (0,5)  *n* = 31 |
| 5.5 b) Hoeveel protonen moeten in één van de mitochondriën binnenkomen? (2)  berekening  aantal ATP-moleculen:  *n*(ATP) =  = 239400 (1)  aantal H+ per cel: *n*(H+per cel) = *n*(ATP) × 3 = 718300 (0,5)  aantal H+ per mitochondrium: *n*(H+mit) = *n*(H+per cel) / 1000 = 718 (0,5)  *n*(H+mit) **=** 718 |

|  |
| --- |
| 6.1 Uitsluitend de structuur van A: (2)    **A :** |
| 6.2 Uitsluitend de structuren van D1, D2: (2)    **D1:**  (1) of  **D2:**  (1) of  Opm.: De twee verbindingen zijn enantiomeren. |
| 6.3 Omcirkel het nummer dat de juiste structuur van B weergeeft: (4)  Zie structuren pag. 13  **1 2 3 4 5 6**  Opm.: De Diels-Alderreactie levert producten met een endo-stereochemie. Voorkeur voor deze configuratie is gegeven in vraag 6.2, structuur **C**. Zoals te zien is in structuur **C** wordt deze endoconfiguratie gekarakteriseerd doordat de twee H-atomen en de CH2-brug aan dezelfde zijde zitten van het bicyclische systeem. Slechts de structuren **1** en **2** van de zes stereoisomeren hebben een endo,endostereochemie. Alle andere structuren hebben minstens één exoconfiguratie. In structuur **1** vormen de drie ringen een U-vormig molecuul dat sterisch meer gehinderd is dan structuur **2** die een zig-zagstructuur heeft.  2 punten worden gegeven voor antwoord 1. |

|  |
| --- |
| 6.4 Kruis het juiste antwoord aan bij de onderstaande stellingen over de Diels-Alder-reactie: (6)  juist fout geen beslis- sing mogelijk  De Diels-Alder-reaction is omkeerbaar. ◼ 🞏 🞏  De vorming van **B** in de oorspronkelijke reactie wordt  thermodynamisch bepaald. 🞏 ◼ 🞏  **B** is thermodynamisch meer stabiel dan **E.** 🞏 ◼ 🞏  **E** is thermodynamiisch minder stabiel dan **F.** ◼ 🞏 🞏  **G** is een enantiomeer van **B.**  🞏 ◼ 🞏  **G** is thermodynamisch meer stabiel dan **F.**  🞏 🞏 ◼ |
| 6.5 Geef uitsluitend de structuren van I, K, L: (6)  **I**  (2)  **K**  (2)  **L**  (2)  Opm.: |

|  |  |
| --- | --- |
| 7.1 Geef door middel van < of > in het antwoordkader de prioriteitsvolgorde aan (A < B betekent A heeft een lagere prioriteit dan B) : (3)  (*S*)  \*  \*  (*S*)  <  <  >    1 punt elk | |
| **7.2 Markeer het (de) stereocentrum (-centra) aan met een \* .**  Rangschik de groepen aan elk stereocentrum volgens hun prioriteit en bepaal telkens de absolute configuratie, *R* of *S*. (4)  Scheme-1  \* : 0,25 punt elk  *S*: 0,75 punt elk  : 2 punten  hoogste prioriteit laagste prioriteit  ⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯→   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | OH | CH(NHCH3)CH3 | Ph | H | (1) | | NHCH3 | CH(OH)Ph | CH3 | H | (1) |   (Strafpunt: voor ieder foutief aangegeven stereocentrum wordt 0,5 punt afgetrokken) | |
| **7.3 newmanprojectie van 1 of zaagbokprojectie van 1:**    of  0,5 punt voor elk juist stereocentrum(1) | **fischerprojectie van 1:**    (2)  1 punt voor elk juist stereocentrum. Elke projectie die de juiste stereocentra laten zien, wordt geaccepteerd. |

|  |
| --- |
| 7.4 Kloppende reactievergelijking met oxidatiegetallen en correcte stereochemische structuur van stof 2: (4)  + →    1 punt voor structuur **2**, 1 punt voor stoichiometrie, 2 punten voor de oxidatiegetallen (0,5 punt elk) |
| 7.5a) Stereochemische correcte structuurformule van verbinding 3: (2)    1 punt voor juiste formule, 1 punt voor juiste stereochemie | |
| 7.5b) Kruis bij de volgende stellingen het juiste antwoord aan: (2)  juist fout  **1** en **3** zijn stereoisomeren. ◼ 🞏  **1** en **3** zijn enantiomeren. 🞏 ◼  **1** en **3** zijn diastereomeren. ◼ 🞏  **1** en **3** zijn conformatie-isomeren. 🞏 ◼  0,5 punt elk | |
| 7.5c) Teken met behulp van een stereochemisch model waarom er uit stof 2 uitsluitend stof 3 gevormd wordt? (3)    Opm.: Aanval van hydride vanaf de minst gehinderde kant. Een verklaring mbv waterstofbrug levert het volle puntenaantal. 1 punt wordt gegeven voor elke figuur die de aanval van hydride aan de juiste kant van de carbonylgroep weergeeft, bijvoorbeeld: | |

|  |
| --- |
| 8.1 Bereken de pH van oplossing B: (3)  berekening  (1)  *K*b2 = 2,14⋅10−4 *K*b1 = 2,34⋅10−8  *Omdat Kb2 >> Kb1, hoeft slechts één protoneringsstap in aanmerking te worden genomen.*  [HCO3−] = [OH−] = *x* en [CO32−] = [CO32−]o − *x*  *c*o(Na2CO3) = ; *c*o(Na2CO3) = [CO32−]o = 0,016 mol L−1 (0,5)  (1); *x* = [OH−] = 1,75⋅10−3 mol L−1  oplossen van de vergelijking: (0,5)  **pH =** 11,2 |
| 8.2 Berekening of een neerslag gevormd wordt (6)  berekeningen  *M*(CaCl2) = 110,98 g mol−1 pH = 10, [OH−] = 10−4 mol L−1 (0,5)  *c*o(Na2CO3) = ; *c*(CaCl2) = ;  *c*o(Na2CO3) = 8,0⋅10−3 mol L−1 (0,5) *c*(CaCl2) = *c*o(Ca2+) = 8,0⋅10−3 mol L−1 (0,5)  Berekeningen voor Ca(OH)2:  [OH−]2 ⋅ [Ca2+]o = 8,0⋅10−11 < 6,46⋅10−6 = *K*s(Ca(OH)2) geen neerslag (1,5)  Berekeningen voor CaCO3: (rekening houden met protolyse: 1 pt)    [HCO3−] = 2,14 × [CO32−] en [HCO3−] + [CO32−] = *c*o(Na2CO3)  2,14 [CO32−] + [CO32−] = 8,0⋅10−3 mol L−1 (1)  beginconcentratie van [CO32−] in oplossing C: [CO32−] = 2,55⋅10−3 mol L−1 (0,5)  beginconcentratie van [Ca2+] in oplossing C: [Ca2+] = 8,0⋅10−3 mol L−1  dus:  [CO32−] × [Ca2+] = 2,04⋅10−5 > 3,31⋅10−9 = *K*s(CaCO3) neerslag (0,5)  Ca(OH)2 wordt neergeslagen ja 🞏 nee ◼  CaCO3 wordt neergeslagen ja ◼ nee 🞏 |

|  |
| --- |
| 8.3 Omcirkel het blok dat zich hecht aan het CaCO3 kristal: (1)    Opm.: Beide polymeerblokken zijn hydrofyl. Het acrylzuurblok zal voornamelijk aan het kristal binden omdat het meer gepolariseerd is en extra ladingen heeft. Het polymeer bindt aan het oppervlak waar een overmaat calciumionen is. |
| 8.4 Bereken hoeveel van de beginhoeveelheid van het polymeer (2 g) dat wordt teruggevonden in de hybride deeltjes? (7)  berekeningen  RCOOH + OH−  RCOO− + H2O p*K*b = 9,12  pH en p*K*z leiden tot de totale concentratie COOH-groepen in de oplossing: (1)  [COO−] = *x* [COOH] = [COOH]o − *x* *x* = [OH−]o − [OH−] (1)  [OH−]o =  × 0,19 mol L−1 [OH−]o = 0,038 mol L−1  [OH−] = 10−1,7 mol L−1 = 0,02 mol L−1 (0,5) *x* = 0,018 mol L−1 (0,5)    [COOH]o =  (1); [COOH]o =  mol L−1  [COOH]o = 0,018 mol L−1  (of omdat pH >> p*K*z: [COOH]o = [COOH] + *x* ≈ *x*) (berekening polymeermassa uit [COOH]o: 0,5 pt)  totale concentratie polymeerketens *c*(polymeer) =  (0,5)  *M*(polymeer) = *M*(C160O84H308) = 3574,66 g mol−1 (0,5 + 0,5)  *m*(polymeer) = [polymeer] ⋅ *V* ⋅ *M*(polymeer) (0,5)  *m*(polymeer) =  = 2,0 g (0,5) |

|  |
| --- |
| **8.5 Bereken welke modificatie van CaCO3 wordt gevormd.** (5)  berekeningen  De lading van de deeltjes wordt veroorzaakt door het aantal geprotolyseerde COOH-groepen per deeltje.  [COO−] = [COOH]o;  ≈ 1  aantal COOH-groepen per deeltje:  *N*COOH = 800 (1)  aantal polymeerketens per deeltje:  = 100 (1)  Het aantal polymeren per deeltje geeft de massa polymeer per deeltje. Zo kan de massa van het calciumcarbonaatdeeltje berekend worden:  *M*(CaCO3 deeltje) = *M*(totaal deeltje) − *N*polymeer ⋅ *M*(polymeer) (1)  *M*(CaCO3 deeltje) = 8,01⋅108 g mol−1 − 100 ⋅ 3574,66 g mol−1  *M*(CaCO3 deeltje) = 8,01⋅108 g mol−1  Massa van één carbonaatdeeltje: *m*(CaCO3 deeltje) = *M*(CaCO3 deeltje) ⋅ *N*A−1 (0,5)  en met het volume van een bolvormig deeltje (*V* = ) kan de dichtheid berekend worden:  (CaCO3) =  (1)  =  =  = 2,54 g cm−3 (0,5)  **De modificatie van calciumcarbonaat is** **Calciet** 🞏 **Vateriet** ◼ **Aragoniet** 🞏 |

# 36e IChO Practicumtoets

* **veiligheidsregels** volg ze op zoals beschreven in de voorbereidingsopgaven, in het bijzonder de veiligheidsbril moet de hele tijd worden gedragen. Eten en drinken in de labzaal is niet toegestaan.
* **Bij overtreding veiligheidsregels** Je krijgt een waarschuwing. Bij de volgende overtreding word je verwijderd.
* **toetsboekje** 12 pagina's met twee opgaven. Begin met experiment 1 en ga daarmee door tot je een hint krijgt te beginnen met experiment 2.
* **tijdsduur** 5 uur; 30 minuten voor tijd krijg je een melding.
* **antwoordbladen** 3 pagina's
* **je naam en studentcode** Noteer deze op **elk** antwoordblad.
* **antwoorden** alleen in de daarvoor bestemde kaders op de antwoordbladen, daarbuiten genoteerde opmerkingen komen niet voor beoordeling in aanmerking. Ter zake doende berekeningen moeten gegeven worden.
* **Gebruik alleen de beschikbaar gestelde pen en rekenmachine**
* **resultaten** het aantal significante (beduidende) cijfers in de numerieke antwoorden moet in overeenstemming zijn met de regels betreffende de experimentele fout. Fouten hiertegen leveren strafpunten op zelfs indien je experimentele techniek vlekkeloos is.
* **buret** zo nauwkeurig mogelijk aflezen.

**- meer chemicaliën** Heb je meerNa2EDTA, Na2S2O3, supergeleider-oplossing, vaste supergeleider, polycarbonaat of bisfenol A nodig dan voorzien, vraag dit dan aan de zaalassistent. Voor elk van de genoemde extra chemicaliën krijg je 5 strafpunten.

* **vragen** betreffende veiligheid, apparatuur, chemicaliën, uitvoering, toiletstop: **vraag je zaalassistent.**
* **chemisch afval** alleen in de daarvoor bestemde afvalvaten.
* **officiële engelstalige versie** **alleen ter verduidelijking beschikbaar** op verzoek;vraag dit aan de zaalassistent
* **na het stopsein** stop je antwoordbladen in de envelop (niet dichtplakken), geef deze af in de juiste instructiekamer (instructor room). Toetsboekje, pen en rekenmachine mag je houden.

**Je moet onmiddellijk met werken stoppen als het stopsein is gegeven. Een overschrijding van vijf minuten levert 0 punten voor de opdracht waarmee je bezig was.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** H 1,01 |  | periodiek systeem van de elementen met atoommassa's in u | | | | | | | | | |  | | | | | **2** He 4,00 |
| 3Li 6,94 | **4** Be 9,01 | **5** B 10,81 | **6** C 12,01 | **7** N 14,01 | **8** O 16,00 | **9** F 19,00 | **10** Ne 20,18 |
| **11** Na 22,99 | **12** Mg 24,31 | **13** Al 26,98 | **14** Si 28,09 | **15** P 30,97 | **16** S 32,07 | **17** Cl 35,45 | **18** Ar 39,95 |
| **19** K 39,10 | **20** Ca 40,08 | **21** Sc 44,96 | **22** Ti 47,88 | **23** V 50,94 | **24** Cr 52,00 | **25** Mn 54,94 | **26** Fe 55,85 | **27** Co 58,93 | **28** Ni 58,69 | **29** Cu 63,55 | **30** Zn 65,39 | **31** Ga 69,72 | **32** Ge 72,61 | **33** As 74,92 | **34** Se 78,96 | **35** Br 79,90 | **36** Kr 83,80 |
| **37** Rb 85,47 | **38** Sr 87,62 | **39** Y 88,91 | **40** Zr 91,22 | **41** Nb 92,91 | **42** Mo 95,94 | **43** Tc 98,91 | **44** Ru 101,07 | **45** Rh 102,91 | **46** Pd 106,42 | **47** Ag 107,87 | **48** Cd 112,41 | **49** In 114,82 | **50** Sn 118,71 | **51** Sb 121,76 | **52** Te 127,60 | **53** I 126,90 | **54** Xe 131,29 |
| **55** Cs 132,91 | **56** Ba 137,3 | **57-71** | **72** Hf 178,49 | **73** Ta 180,95 | **74** W 183,84 | **75** Re 186,21 | **76** Os 190,23 | **77** Ir 192,22 | **78** Pt 195,08 | **79** Au 196,97 | **80** Hg 200,59 | **81** Tl 204,38 | **82** Pb 207,19 | **83** Bi 208,98 | **84** Po 208,98 | **85** At 209,99 | **86** Rn 222,02 |
| **87** Fr 223 | **88** Ra 226 | **89-**  **103** | **104** Rf 261 | **105** Db 262 | **106** Sg 263 | **107** Bh 264 | **108** Hs 265 | **109** Mt 268 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **57** La 138,91 | **58** Ce 140,12 | **59** Pr 140,91 | **60** Nd 144,24 | **61** Pm 144,92 | **62** Sm 150,36 | **63** Eu 151,96 | **64** Gd 157,25 | **65** Tb 158,93 | **66** Dy 162,50 | **67** Ho 164,93 | **68** Er 167,26 | **69** Tm 168,93 | **70** Yb 173,04 | **71** Lu 174,97 |
|  |  |  | **89** Ac 227 | **90** Th 232 | **91** Pa 231 | **92** U 238 | **93** Np 237 | **94** Pu 244 | **95** Am 243 | **96** Cm 247 | **97** Bk 247 | **98** Cf 251 | **99** Es 252 | **100** Fm 257 | **101** Md 258 | **102** No 259 | **103** Lr 262 |

# Apparatuur

Tijdens de practicumtoets heb je sommig glaswerk meer dan eens nodig. Maak het zorgvuldig schoon.

De zuurkasten en de daarin aanwezige spullen worden door meer studenten gebruikt. Het nummer van je zuurkast (hood) en dat van je instructiekamer staat aangegeven op je labtafel.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Apparatuur** |  | **apparatuur** |
| 2 bekerglazen (100 mL) |  | 1 kookplaat met magneetroerder |
| 1 bekerglas (gewogen; label “beaker A”)  1 bekerglas (gewogen; label “beaker B”) |  | 1 roermagneetje (vlo)  3 smeltpuntbuisjes (capillairen) in een buisje (gelabeld “tube B”) |
| 1 bekerglas (400 mL) |  |  |
| 1 paar “rubbervingers” voor hanteren van hete bekerglazen |  | 1 papiertje met maatverdeling voor de smeltpuntbuisjes  1 pasteurpipet (2 mL, met maatverdeling) |
| 1 spuitfles met demiwater (gedemineraliseerd water) (500 mL) |  | 1 pipetteerballon |
| 2 klemmen voor koeler en erlenmeyer |  | 1 pipet (25 mL) |
| 1 buretklem |  | 1 plastic stop (NS 29) |
| 1 buret (25 mL) |  | 1 keramische glasplaat (Ceran™) |
| 1 afzuigtrechter (büchnertrechter) (90 mm) |  | 1 veiligheidsbril |
| 1 (terugvloei)koeler (= refluxkoeler) (NS 29) |  | 1 rolletje pH-papier |
| 1 erlenmeyer (100 mL, NS 29) |  | 2 shards (2,5 cm x 2,5 cm) (poreuze plaatjes) |
| 4 erlenmeyers (300 mL) |  | 2 klemhouders (mannetjes) |
| 1 g glaswol (fiber glass) |  | 1 spatel |
| 6 filtreerpapiertjes voor 'problem 1' |  | 1 microspatel |
| 6 filtreerpapiertjes voor 'problem 2' |  | 2 statieven |
| 1 filtreerrek |  | 1 afzuigerlenmeyer (500 mL) met ring |
| 2 vouwfilters voor 'problem 1' |  | 1 teflon koppelstuk (NS 29) |
| 1 analysetrechter ∅ = 80 mm |  | 4 reageerbuizen |
| 1 vloeistoftrechter ∅ = 100 mm |  | 1 reageerbuisrek |
| 1 poedertrechter ∅ = 80 mm |  | 1 maatkolf (100 mL) |
| 1 burettrechtertje |  | 1 maatkolf (250 mL) |
| 2 glasstaven 15 cm |  | 75 cm glazen buis |
| 1 glasstaaf 21 cm |  | 1 pincet |
| 1 maatcilinder (10 mL) |  | 1 flessenlikker |
| 1 maatcilinder (100 mL) |  | 1 reageerbuisborstel |

**Chemicaliën voor elke student**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **nr.** | **chemicaliën** | **formule** | **conc,** | **hoeveelh,** | R zinnen | S zinnen |
| 1 | polycarbonaat (Makrolon) | - | vast | 2,54 g | - | - |
| 2 | ethanol | C2H5OH | 96 % | 150 mL | 11 | 7-16 |
| 3 | zoutzuur (hydrochloric acid) | HCl | 25 % | 60 mL | 36/37/38 | 26 |
| 4 | natriumchlooracetaat (sodium chloro acetate) | ClCH2COONa | vast | 5 g | 25-38-50 | 22-37-45-61 |
| 5 | natriumhydroxide (sodium hydroxide) | NaOH | vast | 4 g | 35 | 26-37/39-45 |
| 6 | natronloog (sodium hydroxide solution) | NaOH | 10% | 100 mL | 35 | 26-36/37/39  -45 |
| 7 | dinatrium-EDTA-opl, (disodium EDTA solution) | Na2-EDTA | 0,1000  mol L-1 | 100 mL | 22-36/37/38 | 26-36 |
| 8 | natriumacetaat (sodium acetate) | CH3COONa | vast | 10 g | - | - |
| 9 | natriumjodideoplossing (sodium iodide solution) | NaI | 10 % | 80 mL | - | 22-24/25 \* |
| 10 | natriumthiosulfaatopl, (sodium thiosulfate solution) | Na2S2O3 | 0,01000 mol L-1 | 100 mL | - | - |
| 11 | stijfsel / zetmeeloplossing (starch solution) | - | - | 20 mL | - | - |
| 12 | zwavelzuur (sulfuric acid) | H2SO4 | 2 mol L-1 | 50 mL | 35 | 26-30-45 |
| 13 | supergeleideroplossing (superconductor solution) | LaxM(2-x)CuO4 | - | - | 22 1) | 22-24/25 1) |
| 14 | supergeleider vast | LaxM(2-x)CuO4 | vast | 250 mg | 22 | 22-24/25 |
| 15 | xylenoloranje indicator | - | vast | 500 mg | 8 | 16-41 |
| 27 | bisfenol A 2) | C15H16O2 | vast |  | 36/37/38-43 | 24-26-37 |
| 28 | bisfenol A 3) | C15H16O2 | vast |  | 36/37/38-43 | 24-26-37 |

1) voor de vaste stof

2) wordt op verzoek uitgereikt door de zaalassistent (instructor) tijdens 'problem 1'

3) wordt uitgereikt na de eerste stap van 'problem 1' in de daarvoor bestemde instructiekamer (instructor room)

**Chemicaliën voor gemeenschappelijk gebruik** (in de zuurkast)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **nr.** | **chemicaliën** | **formule** | **conc.** |  | R zinnen | S zinnen |
| 16 | azijnzuur (acetic acid) | CH3COOH | 2 mol L-1 |  | 10-35 | 23.2-26-45 |
| 17 | ammonia (solution) | NH3 (aq) | 25 % |  | 34-50 | 26-36/37/39-45-61 |
| 18 | ammoniumcarbonaatoplossing | (NH4)2CO3 | 2 mol L-1 |  | 36/37/38 \* | 26-37/39 \* |
| 19 | ammoniumoxalaatoplossing | (NH4)2C2O4 | 0,25 mol L-1 |  | 21/22 \* | 24/25 \* |
| 20 | ammoniumsulfaatoplossing | (NH4)2SO4 | 1 mol L-1 |  | - | - |
| 21 | calciumsulfaatoplossing | CaSO4 | verzadigd |  | - | - |
| 22 | perchloorzuur (perchloric acid) | HClO4 | 10 % |  | 34 | 23-26-36-45 |
| 23 | kaliumdichromaatoplossing (potassium dichromate solution) | K2Cr2O7 | 0,05 mol L-1 |  | 43 | 24-37-45-60 |

\* voor de vaste stof

**Chemicaliën benodigd voor de blancotest. Deze zijn verkrijgbaar bij de zaalassistent (instructor)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.** | **chemicaliën** | **formule** | **conc.** |  | R zinnen | S zinnen |
| 24 | bariumchloride dihydraat | BaCl2 ⋅ 2 H2O | vast |  | 20-25 | 45 |
| 25 | calciumchloride hexahydraat | CaCl2 ⋅ 6 H2O | vast |  | 36 | 22-24 |
| 26 | strontiumchloride hexahydraat | SrCl2 ⋅ 6 H2O | vast |  | - | 22-24/25 |

Veiligheidszinnen (R)

**R 8** Bevordert de ontbranding van brandbare stoffen.

**R 10** Ontvlambaar.

**R 11** Licht ontvlambaar.

**R 20** Schadelijk bij inademing.

**R 22** Schadelijk bij opname door de mond.

**R 25** Vergiftig bij opname door de mond.

**R 34** Veroorzaakt brandwonden.

**R 35** Veroorzaakt ernstige brandwonden.

**R 36** Irriterend voor de ogen.

**R 37** Irriterend voor de ademhalingswegen.

**R 38** Irriterend voor de huid.

**R 43** Kan overgevoeligheid veroorzaken bij contact met de huid.

**R 50** Zeer vergiftig voor in water levende organismen.

Combinaties van veiligheidszinnen

**R 21/22** Schadelijk bij aanraking met de huid en bij opname door de mond.

**R 36/37/38** Irriterend voor ogen, ademhalingswegen en huid.

**Veiligheidszinnen (S)**

**S 7** In goed gesloten verpakking bewaren.

**S 16** Verwijderd houden van ontstekingsbronnen - niet roken -.

**S 22** Stof niet inademen.

**S 23** Gas/rook/damp/spuitnevel niet inademen.

**S 23.2** Damp niet inademen.

**S 24** Aanraking met de huid vermijden.

**S 26** Bij aanraking met de ogen ogenblikkelijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.

**S 30** Nooit water op deze stof gieten.

**S 36** Draag geschikte beschermende kleding.

**S 37** Draag geschikte handschoenen.

**S 41** In geval van brand en/of explosie inademen van rook vermijden.

**S 45** In geval van ongeval of indien men zich onwel voelt, onmiddellijk een arts raadplegen (indien mogelijk hem dit etiket tonen).

**S 60** Deze stof en/of de verpakking als gevaarlijk afval afvoeren.

**S 61** Voorkom lozing in het milieu. Vraag om speciale instructies/veiligheidskaart.

**Combinaties van veiligheidszinnen (S)**

**S 24/25** Aanraking met de huid en de ogen vermijden.

**S 36/37/39** Draag geschikte beschermende kleding en handschoenen. Draag bescherming voor de ogen en voor het gezicht

**S 37/39** Draag geschikte handschoenen en bescherming voor ogen en gezicht.

**Experiment 1 (problem 1)**

**Tweestapssynthese (organische) van 2,2-bis(*p*-fenyleen-oxyazijnzuur)propaan  [bisfenol A bis(carboxymethyl)ether]**

**(100 punten)**

## Inleiding

In de eerste stap ontstaat het natriumzout van bisfenol A als intermediair van de basische hydrolyse van een polycarbonaat. Dit zout wordt door toevoeging van een zuur omgezet in het vrije 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propaan (bisfenol A).

In de tweede stap reageert bisfenol A met natriumchlooracetaat tot de fenolether, bisfenol A bis­(carboxymethyl)ether.



* Bij elke stap moet het product worden geϊsoleerd.



(Drogen en wegen wordt gedaan door de zaalassistent)

* Met het product uit stap 2 moet je drie smeltpuntbuisjes vullen.

(Met het product uit stap 1 vult de zaalassistent de smeltpuntbuisjes. Bij stap 2 moet je dat zelf doen. De smeltpuntbepalingen bij de stappen 1 en 2 worden uitgevoerd door de zaalassistent.)

* Als de zaalassistent je bekerglas met label "beaker A" van stap 1 krijgt, ontvang je 2,00 g bisfenol A als startmateriaal voor de tweede stap.
* Beantwoord de extra vragen op antwoordblad **P1**.
* Verwijder de Ceran (keramische) plaat niet van de magneetroerder.

## Werkwijze

**Stap 1 Bereiding van bisfenol A door basische hydrolyse van een polycarbonaat**

**Bereiding:**

* Breng de reeds vooraf gewogen (2,54 g) hoeveelheid polycarbonaat (nr. **1**), 4,0 g natriumhydroxide (nr. **5**) en 3 mL demiwater in een 100 mL erlenmeyer met slijpstuk.
* Sluit de erlenmeyer met een plastic stop en zwenk hem voorzichtig om zodat de oplossing niet in contact komt met het slijpstuk. Verwijder de stop af en toe ter ontluchting. Terwijl het natriumhydroxide gedeeltelijk oplost, kun je een behoorlijke warmteontwikkeling waarnemen.
* Zwenk de erlenmeyer ongeveer 4 minuten om en haal dan de stop eraf. Voeg een roermagneetje (vlo) toe en zet de erlenmeyer op de kookplaat. Zet de terugvloeikoeler op de hals van de erlenmeyer. Gebruik een teflon koppelstuk voor de verbinding tussen de erlenmeyer en de koeler. Zet de apparatuur stevig vast aan het statief.
* Voeg tenslotte 20 mL ethanol (nr. **2**) via de koeler toe terwijl het reactiemengsel geroerd wordt.
* Verwarm het reactiemengsel 60 minuten onder reflux (terugvloeikoeling). Zet de thermostaat van de kookplaat in het begin op maximaal. Als het mengsel begint te koken zet dan zorgvuldig de thermostaat zodanig lager dat het mengsel net blijft refluxen.
* Bij verwarming wordt een wit neerslag gevormd.

**Tijdens het wachten kun je het best beginnen met het analytisch chemisch experiment.**

**Opwerken / isolering:**

* Stop na een uur het verwarmen. Laat het reactiemengsel afkoelen tot kamertemperatuur. Haal de terugvloeikoeler weg. Voeg 25 mL demiwater toe en breng het reactiemengsel over in een 400 mL bekerglas. Spoel de erlenmeyer met 25 mL demiwater en voeg dat toe aan de inhoud van het bekerglas.
* Vul tenslotte het reactiemengsel met demiwater aan tot 150 mL.
* Als het reactiemengsel niet helder is moet het mengsel gefiltreerd worden over glaswol in een erlenmeyer.
* Voeg langzaam 15 mL zoutzuur (waterstofchlorideoplossing) (No. **3**) toe, terwijl tegelijkertijd met een glasstaaf wordt geroerd. Er wordt een nogal olieachtige stof of soms een kristallijn neerslag gevormd.
* Vraag de zaalassistent enkele kleine kristalletjes bisfenol A (No. **27**) als kiemen om het kristallisatieproces te versnellen.
* Roer het reactiemengsel grondig met de glasstaaf. Om een kwantitatieve kristallisatie te verkrijgen blijf je van tijd tot tijd roeren totdat de bovenstaande vloeistof bijna helder is.
* Verzamel het ruwe product door fitratie onder afzuiging met een vacuümpomp. Was het ruwe product tweemaal telkens met 10 mL demiwater en breng het kwantitatief over in het gewogen bekerglas met label "beaker A".
* **Breng het bekerglas met label "beaker A" naar de instructiekamer om het product te laten drogen en wegen.**
* Hierna krijg je een potje gevuld met 2,00 g of bisfenol A (nr. **28**), het uitgangsmateriaal voor de tweede stap.
* Voor inleveren van je product en ontvangst van het uitgangsmateriaal moet je tekenen.
* Als je helemaal geen bisfenol A hebt, breng je het lege bekerglas met label "beaker A" ook naar de instructiekamer om het het uitgangsmateriaal te verkrijgen voor stap 2.

**Stap 2 Vorming van 2,2-bis(*p*-fenyleenoxyazijnzuur)propaan  [bisfenol A bis(carboxymethyl)ether] door reactie van bisfenol A met chloorazijnzuur**

**Bereiding:**

* Breng alle bisfenol A (nr. **28**) die je van de zaalassistent hebt ontvangen toen je stap 1 hebt afgerond, in een 100 mL erlenmeyer met slijpstuk.
* Voeg 10 mL natriumhydroxideoplossing in water (nr. **6**) toe, 1 mL demiwater en een roermagneetje (vlo).
* Zet de erlenmeyer op een kookplaat. Zet een terugvloeikoeler (refluxkoeler) op de hals van de erlenmeyer. Gebruik een teflon koppelstuk als verbinding tussen erlenmeyer en koeler. Zet de appparatuur stevig vast aan een statief.
* Verwarm het reactiemengsel onder zachtjes roeren tot er een heldere oplossing is ontstaan.
* Verwijder kookplaat en terugvloeikoeler en voeg 5,0 g natriumzout van chloorazijnzuur (nr. **4**) toe aan het reactiemengsel.
* Plaats de terugvloeikoeler weer op de erlenmeyer en verwarm het mengsel tot reflux onder stevig roeren gedurende 30 min.
* In het begin ontstaat er bij verwarmen een heldere oplossing. Soms wordt een wit neerslag gevormd. Stop met verwarmen als het hele mengsel vast wordt in de loop van de reactie.
* Voeg daarna via de koeler voorzichtig (wees verdacht op plotseling opkoken door kookvertraging!) 50 mL ethanol (nr. **2**) toe. Het mengsel wordt 5 minuten geroerd en verwarmd onder reflux. Er slaat een witte vaste stof neer, of de reeds op gang gekomen kristallisatie komt tot een einde.

**Opwerking / isolering:**

* Breng het reactiemengsel, nadat het 5 minuten is afgekoeld, met 50 mL ethanol (nr. **2**) kwantitatief over in een bekerglas. Het reactiemengsel moet flink geroerd worden.
* Verwijder het roermagneetje. Filtreer het reactiemengsel door een afzuigtrechter. Negeer de vaste stof die zich eventueel in het filtraat nog afscheidt. Spoel het bekerglas met 10 mL ethanol (nr. **2**). Was het neerslag tweemaal met porties van 10 mL ethanol (nr. **2**). (Gooi het filtraat weg in de afvalpot voor organische oplosmiddelen!)
* Breng het neerslag kwantitatief over in een bekerglas, voeg een roermagneetje toe en los het neerslag op in 150 mL demiwater. Het mengsel moet krachtig geroerd worden. Grotere stukjes vaste stof moeten fijn gewreven worden met een spatel.
* Als de oplossing niet helder is, moet hij worden gefiltreerd in een erlenmeyer m.b.v. een trechter met vouwfilter.
* Voeg al roerend aan het reactiemengsel langzaam 5 mL zoutzuur (nr. **3**) toe. Hierbij ontstaat een wit neerslag.
* Verzamel het ruwe product door afzuiging met de vacuümpomp, was het tweemaal met porties van 10 mL demiwater en breng het kwantitatief over in het gewogen bekerglas met label "beaker B".
* Neem met een microspatel een minimale hoeveelheid van het product, wrijf het fijn en droog het op één van de vierkante poreuze porseleinen plaatjes (shards). Vul drie smeltpuntbuisjes met het gehomogeniseerde, gedroogde monster. Gebruik de 75 cm glasbuis en het maatpapiertje voor het verkrijgen van een dichtgepakte en 5 mm hoge vulling.
* **Verzamel de drie smeltpuntbuisjes in het buisje met label "tube B". Zorg ervoor dat je studentcode op het label vermeld is. Geef het buisje samen met je product in het bekerglas met label "beaker B" aan de zaalassistent. Bij het inleveren moet je daarvoor tekenen.**

**Experiment 2 (problem 2)**

**Kwalitatieve en kwantitatieve analyse van een supergeleider**

**(113 punten)**

## Inleiding

Supergeleiders op basis van lanthaancupraat (La2CuO4) hebben de algemene formule LaxM(2-x)CuO4 (M = Ca, Sr, Ba).

Deze opgave bestaat uit twee delen:

- de kwalitatieve bepaling van het aardalkalimetaal / de aardalkalimetalen

- de kwantitatieve bepaling van lanthaan en koper.

Lees de buret zo nauwkeurig mogelijk af. Noteer je resultaten op de antwoordbladen.

## Beantwoord de extra vragen en geef je resultaten met de juiste nauwkeurigheid weer.

De kwalitatieve en kwantitatieve onderdelen van dit experiment kunnen in willekeurige volgorde uitgevoerd worden.

## Werkwijze

**2.1 Kwalitatieve bepaling van het aardalkalimetaal / de aardalkalimetalen** (Als de zuurkast in gebruik is, begin je met titratie 2.2)

Bij dit experiment moet je de supergeleider als vaste stof (LaxM(2-x)CuO4; nr. **14**) gebruiken.

In het begin van dit experiment zal lanthaan als neerslag worden afgezonderd.

**Alle handelingen moeten in de zuurkast worden uitgevoerd!**

Voeg aan het volledige monster ongeveer 5 mL perchloorzuur (nr. **22**) toe en verwarm het mengsel tot de stof opgelost is. Voeg daarna 5 mL demiwater toe.

Koel de oplossing tot handwarm.

Voeg nogmaals ongeveer 5 mL demiwater toe en daarna ammonia (nr. **17**) tot het reactiemengsel een basische reactie vertoont. Lanthaan slaat neer als hydroxide en koper vormt een intens blauwgekleurd tetraamminecomplex. Filtreer het neerslag af en was het met een kleine hoeveelheid demiwater.

Voeg een overmaat ammoniumcarbonaatoplossing (nr. **18**) toe aan het filtraat. Kook het mengsel enkele minuten. Het aardalkalimetaal (de aardalkalimetalen) zal (zullen) neerslaan als carbonaat (carbonaten). Filtreer het neerslag af en was het een paar keer met een kleine hoeveelheid demiwater.

Los het neerslag vervolgens op in azijnzuur (nr. **16**). Voeg natriumacetaat (nr. **8**) en een overmaat kaliumdichromaatoplossing (nr. **23**) toe. Bij aanwezigheid van barium slaat geel bariumchromaat (BaCrO4) neer. Nadat je het mengsel één minuut hebt laten koken, filtreer je het gevormde bariumchromaat af en was je het met demiwater.

(Als er geen bariumchromaatneerslag is, voer de proef dan verder uit alsof er wel een neerslag gevormd werd.)

Voeg ammonia (nr. **17**) toe aan het heldere filtraat tot dit basisch is. Voeg een overmaat ammoniumcarbonaatoplossing (nr. **18**) toe en kook het mengsel enkele minuten. Bij aanwezigheid van strontium en/of calcium slaat (slaan) wit(te) carbonaat (carbonaten) neer.

Filtreer het neerslag af en was het een paar keer met demiwater.

Los het neerslag vervolgens op in een mengsel van ongeveer 2 mL demiwater en een paar druppels zoutzuur (nr. **3**). Verdeel de oplossing over twee reageerbuizen:

* Voeg aan één van de reageerbuizen verzadigde calciumsulfaatoplossing (nr. **21**) toe. Bij aanwezigheid van strontium slaat een kleine hoeveelheid wit strontiumsulfaat neer. Om het neerslaan te versnellen kun je enkele minuten met een glasstaaf langs de binnenkant van de reageerbuis krassen.
* Voeg aan de tweede reageerbuis ammoniumsulfaatoplossing (nr. **20**) toe. Bij aanwezigheid van strontium en/of calcium slaat (slaan) wit(te) sulfaat (sulfaten) neer. Filtreer het neerslag af en was het met een zeer kleine hoeveelheid demiwater. Voeg 1 mL ammoniumoxalaatoplossing (nr. **19**) toe aan het filtraat. Bij aanwezigheid van calcium slaat na een paar minuten wit calciumoxalaat neer.

##### *Bereiding van de supergeleider-moederoplossing*

##### *Er staat supergeleideroplossing (LaxM(2-x)CuO4; nr. 13) klaar in een maatkolf.*

##### *Vul deze met demiwater aan tot een volume van 250,0 mL. Vanaf nu noemen we deze oplossing de “moederoplossing”.*

**2.2 Kwantitatieve bepaling van het totale gehalte lanthaan en koper**

Breng 25,00 mL van de moederoplossing in een erlenmeyer.

Voeg 5-6 volle spatels natriumacetaat (CH3COONa; nr. **8**) en 2 microspatels xylenoloranje-indicator (nr. **15**) toe aan deze oplossing en vul met demiwater aan tot een volume van ongeveer 75 mL.

Voor je de titratie uitvoert, moet de pH ongeveer 6 zijn. Is dit niet het geval, voeg dan natriumacetaat toe totdat de pH ongeveer 6 is.

Titreer de oplossing met Na2-EDTA oplossing (nr. **7**). De kleur van de oplossing verandert van lichtviolet naar intens lichtgroen. (Tijdens de titratie zal de kleur een paar keer veranderen.)

Herhaal deze werkwijze zo vaak als nodig is.

**2.3 Kwantitatieve bepaling van het kopergehalte**

Breng 25,00 mL van je moederoplossing (nr. **13**) over in de 100 mL maatkolf en vul met demiwater aan tot een volume van 100,0 mL.

Breng voor elke titratie 25,00 mL van deze oplossing over in een erlenmeyer en voeg natriumhydroxideoplossing (nr. **6**) toe tot de oplossing een basische reactie vertoont. Tijdens deze handeling ontstaat een blauw neerslag. Voeg zwavelzuur (nr. **12**) toe tot het blauwe neerslag oplost. De oplossing moet zuur zijn (**pH 1-2**) en zal een kleine hoeveelheid wit neerslag bevatten.

Voeg 10 mL natriumjodideoplossing (nr. **9**) toe, en zwenk de erlenmeyer ongeveer 1 minuut om. Titreer de oplossing met natriumthiosulfaatoplossing (nr. **10**). Voeg wat stijfseloplossing (nr. **11**, starch, zetmeeloplossing) als indicator toe net voor het eindpunt van de titratie. Bij het eindpunt moet de oplossing minstens 60 seconden kleurloos blijven.

Herhaal deze werkwijze zo vaak als nodig is.

|  |
| --- |
| * 1. **Je begint met 2,54 g polycarbonaat. Bereken de theoretisch mogelijke opbrengst van bisfenol A in g.**  (2 punten)   *M*1(polycarbonaat) = *M*1(C16H14O3)nH2 ≈ *M*1(C16H14O3) = 254,30 g mol−1  *m*1 = 2,54 g  2,28 g  *M*2(C15H16O2) = 228,31 g mol−1  *m*2 = *m*1⋅*M*1−1⋅*M*2  Theoretische opbrengst bisfenol A:  juiste antwoord: *2* *punten*; verkeerde afronding, meer of minder dan twee decimalen (bijv. 2,3 g, 2,81 g): *1* *punt*; onjuist of ontbrekend antwoord: *0 punten* |
| * 1. **Bereken je theoretische opbrengst bisfenol A bis­(carboxymethyl)ether in g indien je uitgaat van 2,00 g bisfenol A.** (2 punten)   \_\_\_\_\_\_3,02\_\_\_\_\_\_\_\_\_ g  *M*2(C15H16O2) = 228,31 g mol−1  *m*2 = 2,00 g  *M*3(C19H20O6) = 344,39 g mol−1  *m*3 = *m*2⋅*M*2−1⋅*M*3  Theoretische opbrengst bisfenol A bis(carboxymethyl)ether:  juiste antwoord: *2* *punten*; verkeerde afronding, meer of minder dan twee decimalen (bijv. 3,0 g, 3,017 g): *1* *punt*; onjuist of ontbrekend antwoord: *0 punten* |
| 1.3 In de tweede stap worden ongewenste nevenproducten gevormd. Noteer de struc-tuurformules van de twee meest waarschijnlijke ongewenste nevenproducten. **(6 punten)**  1. Bisfenol A reageert slechts eenmaal met natriumchlooracetaat (monosubstitutie)  (3)  2. Basische hydrolyse van natriumchlooracetaat:  (3)  Bij elk van de twee antwoorden - juiste structuurformule: *3 punten*, een onzorgvuldigheid: *1 punt minder*, twee onzorgvuldigheden:  *2 punten minder*, onjuiste of ontbrekende antwoorden: *0 punten.* |

|  |
| --- |
| 1.4 Stap 1, opbrengst van het pro  duct bepaald door de zaalassistent: **(30 punten)**  IChO2004p01  ***m*2⋅*M*1⋅*m*1−1⋅*M*2−1⋅100 = *x*[%]** |
| 1.5 Stap 1, smeltpunt van het product bepaald door de zaalassistent: **(10 punten)**    IChO2004p02 |
| 1.6 Stap 2, opbrengst van het product bepaald door de zaalassistent: **(30 punten)**  IChO2004p03  IChO2004p01  ***m*3⋅*M*2⋅*m*2−1⋅*M*3−1⋅100 = *x*[%]** |
| 1.7 Stap 2, smeltpunt van het product bepaald door de zaalassistent: **(20 punten)**  IChO2004p04  IChO2004p01  **Als de student zijn smeltpuntbuisjes niet gevuld heeft, krijgt hij 10 strafpunten** |

Significantie bij 1.4-1.7: afronden op 1 cijfer na de decimale komma.

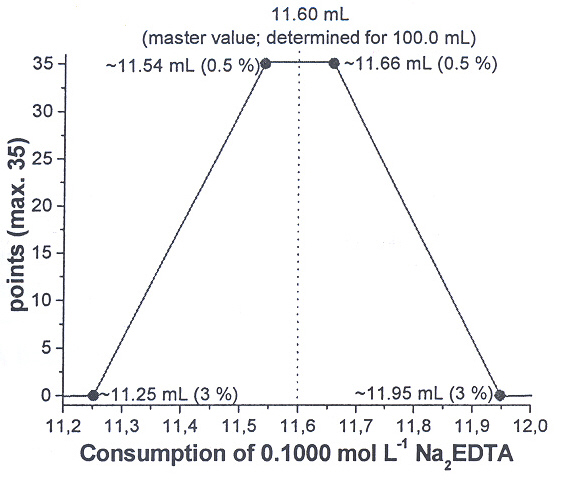
|  |
| --- |
| *2.1 Welke aardalkalimeta(a)l(en) komen voor in de supergeleider?* *Kruis slechts één vakje aan! (30)* Ca (0) Sr (0) Ba (30)  Ca en Sr (0) Ca en Ba (5) Sr en Ba (15)  Ca, Sr en Ba (10)  **Maak de volgende reactievergelijkingen verder af en kloppend:** (2)  \_\_ Ca2+  + \_\_\_\_\_\_\_ C2O42−  \_\_ CaC2O4 (0,5)  \_\_ Sr2+ + \_\_ CO32−  SrCO3\_\_ (0,5)  2 Ba 2+ + \_\_ [Cr2O7] 2− + H2O  2 BaCrO4 + 2 H+ (1) |
| *P 2.2 Kwantitatieve bepaling van de totale hoeveelheid lanthaan en koper. (35)*  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Nummer titratie | *V*begin (mL) | *V*eind (mL) | *V* (mL) | | 1 |  |  |  | | 2 |  |  |  | | 3 |  |  |  | | ... |  |  |  | | ... |  |  |  | | ... |  |  |  |   gemiddeld verbruik 0,1000 mol L−1 EDTA solution *V* = 11,60\* mL  (bij 100 mL supergeleideroplossing) |
| *2.3 Kwantitatieve bepaling van het kopergehalte. (35)*  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Nummer titratie | *V*begin (mL) | *V*eind (mL) | *V* (mL) | | 1 |  |  |  | | 2 |  |  |  | | 3 |  |  |  | | ... |  |  |  | | ... |  |  |  | | ... |  |  |  | | gemiddeld verbruik 0,01000 mol L−1 Na2S2O3 solution *V* = 10,50\* mL | | | | | (bij 100 mL supergeleideroplossing) | | | |   **Maak de volgende reactievergelijkingen verder af en kloppend:** (3)  \_2 Cu 2+ + \_4 I−  \_\_ I2 + \_\_2 CuI\_ (2)  \_\_ I2 + \_2 S2O3 2−  2\_ I − + \_S4O62− (1) |

\* De juiste volumes worden u later verstrekt, waarden met twee decimalen, anders 1 punt aftrek

|  |
| --- |
| **2.4 massa (in mg) koper in je moederoplossing,**  **massa (in mg) lanthaan in je moederoplossing.** (3)  berekeningen:  [*M*(Cu) = 63,55 g mol−1; *M*(La) = 138,91 g mol−1]  Hoeveelheid koper:  10,50 mL ⋅ 0,01 mol L−1 ⋅ 4 ⋅ 10 ⋅ 63,55 g mol−1 = 266,9 mg (1)  Hoeveelheid lanthaan:  [11,60 − (10,50/10 ⋅ 4)] mL ⋅ 0,1 mol L−1 ⋅10 ⋅ 138,91 g mol−1  = 1028 mg (2) massa Cu m(Cu) = \_\_266,9\_ mgmassa La m(La) = \_\_1028\_\_\_\_ mg |
| **2.5 Neem aan dat er een fictief verbruik is van 39,90 mL 0,1000 mol L−1 EDTA oplossing en**  **35,00 mL 0,01000 mol L−1 Na2S2O3 oplossing. Bereken de coëfficiënt x in de formule**  **LaxM(2-x)CuO4 (M = Ca en/of Sr en/of Ba) en geef de exacte formule van de supergeleider.** (5)  berekeningen:  verbruik lanthaan = [39,90 − (35,00/10 ⋅ 4)] mL = 25,90 mL (2)  verbruik koper = (39,90 − 25,90) mL = 14,00 mL (2)  *n*(La) : *n*(Cu) = 25,90 : 14,00 = 1,85 : 1  coëfficiënt x: \_1,85\_\_ formule: \_La1,85Ba0,15CuO4\_ |

2.2 Complexometrische titratie





*P* = punten

*C*1 = experimenteel verbruik (mL)

*MV*1 = feitelijke hoeveelheid (master value)

*PS* = mL verstrekte supergeleideroplossing

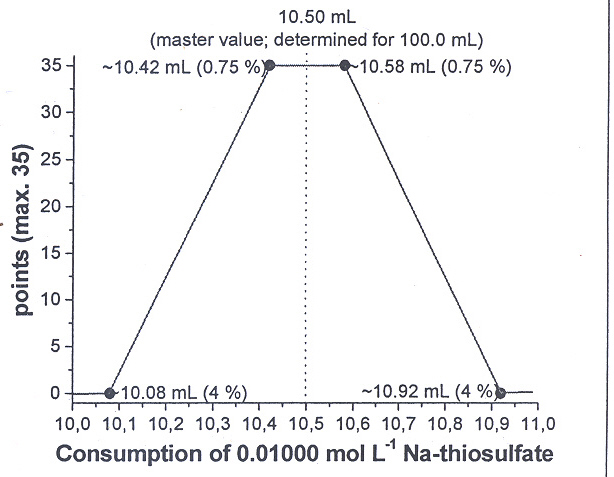
(100,0; 99,00; 98,00; 97,00 mL)

als *P* ≥ 35 gebruik het maximum aantal punten (35)

als *P* ≤ 0 gebruik nul punten

2.3 Jodometrische titratie





*P* = punten

*C*2 = experimenteel verbruik (mL)

*MV*2 = feitelijke hoeveelheid (master value)

*PS* = mL verstrekte supergeleideroplossing

(100,0; 99,00; 98,00; 97,00 mL)

als *P* ≥ 35 gebruik het maximum aantal punten (35)

als *P* ≤ 0 gebruik nul punten

significantie bij 2.2 en 2.3: afronden bij een cijfer na decimale komma