SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2018

**CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2**

**af te nemen in de periode van**

**19 tot en met 23 maart 2018**

****

****

* **Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 7 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 16 open vragen.**
* **De maximumscore voor dit werk bedraagt 91 punten (geen bonuspunten).**
* **Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6e druk of ScienceData 1e druk.**
* **Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.**
* **Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CE worden verstrekt.**

1. Meerkeuzevragen (totaal 40 punten)

# per juist antwoord: 2 punten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Koolstofchemie** |
| **1** | **B** |  |
| **2** | **B** |  |
| **3** | **F** |  |
|  |  |  |
|  |  | **Structuren en formules** |
| **4** | **D** |  |
| **5** | **B** | De lewisstructuur van I is .  De lewisstructuren van II zijn: . . |
| **6** | **G** | De dubbele bindingen tussen C en O en tussen C3 en C4 bestaan uit een σ-binding en een π-binding.  Alle andere bindingen zijn σ-bindingen. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **7** | **A** | Aantal calciumionen in de eenheidscel:  Aantal oxide-ionen in de eenheidscel:  Aantal titaanionen in de eenheidscel: 1  Dus de formule van de eenheidscel is CaTiO3 (in overeenstemming met de ladingen van de ionen), met massa 135,95 u, oftewel 135,95×1,66·10—27 kg.  De ribbe van de kubus is  Dus de dichtheid is  kgm—3. |
|  |  |  |
|  |  | pH / zuur-base | |
| **8** | **C** | Er ontstaat een bufferoplossing met 20,00×0,150 — 5,00×0,100 = 2,50 mmol HClO2 en  5,00×0,100 = 0,500 mmol ClO2—.   Dus . | |
| **9** | **E** | Asp en Leu hebben bij pH=7,0 netto een negatieve lading. Lys heeft bij bij pH=7,0 netto een positieve lading. | |
|  |  |  | |
|  |  | **Redox en elektrolyse** | |
| **10** | **C** | De reactievergelijking is CH3OH + 1,5 O2 → CO2 + H2O Per mol O2 wordt 4 mol elektronen opgenomen, dus *n* = 1,5×4 = 6. Dus . | |
| **11** | **B** | Zilver is een niet-onaantastbare elektrode en treedt op als reductor; in aanwezigheid van Cl— wordt AgCl gevormd. Dit gebeurt aan de positieve elektrode. H2O is in deze oplossing de sterkste oxidator, die reageert dus aan de negatieve elektrode. | |
|  |  |  | |
|  |  | **Reactiesnelheid en evenwicht** | |
| **12** | **C** | Als 94% van de beginstof is omgezet, is nog 6% over, dus  en . | |

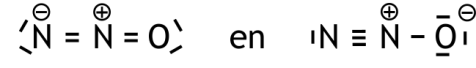
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **13** | **B** | In het begin zijn de partieeldrukken van SO2, O2 en SO3 respectievelijk ,  en 0 Pa. Stel dat de partieeldruk van O2 afneemt met *x* Pa, dan neemt die van SO2 af met 2*x* Pa en die van SO3 toe met 2*x* Pa. Dus is in het evenwicht ,  en . De totale druk in het evenwichtsmengsel is 5,46·105 Pa, dus geldt (5,19·105 ‒ 2*x*) + (2,59·105 ‒ *x*) + 2*x* = 5,46·105. Dat levert *x* = 2,32·105 Pa. Dus in het evenwicht is ,  en .  Dus . |
| **14** | **B** | In proef 2 is de reactiesnelheid twee keer zo groot als in proef 1. De [BrO3—] in proef 2 is twee keer zo groot als in proef 1, terwijl de overige concentraties hetzelfde zijn, dus *x* = 1. In proef 3 is de reactiesnelheid drie keer zo groot als in proef 1. De [Br—] in proef 3 is drie keer zo groot als in proef 1, terwijl de overige concentraties hetzelfde zijn, dus y = 1. In proef 4 is de reactiesnelheid 2,25 keer zo groot als in proef 1. De [H+] in proef 4 is 1,5 keer zo groot als in proef 1, terwijl de overige concentraties hetzelfde zijn, dus z = 2. |
|  |  |  |
|  |  | **Analyse** |
| **15** | **D** | In het equivalentiepunt geldt ‒ 2,603*x* + 4,319 = 4,950*x* ‒ 3,027. Hieruit volgt *x* = 0,9726. Dus na toevoegen van 0,9726 mmol H3O+ is het equivalentiepunt bereikt. Dan heeft ook 0,9726 mmol OH— gereageerd. De molariteit van het natriumhydroxide was dus: . |
| **16** | **B** | Er zijn drie soorten H atomen: de H atomen aan C atoom 1, de H atomen aan C atoom 3 en de H atomen aan C atoom 4, dus drie signalen. De H atomen aan C atoom 1 hebben geen ‘buren’, het signaal dat bij de H atomen hoort, is dus een singlet. De H atomen aan C atoom 3 hebben drie ‘buren’, het signaal dat bij de H atomen hoort, is dus een quadruplet. De H atomen aan C atoom 4 hebben twee ‘buren’, het signaal dat bij de H atomen hoort, is dus een triplet. |
|  |  |  |

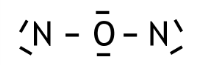
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Rekenen en Thermochemie |
| **17** | **D** | De reactie is Cr3+ + 3 e— → Cr. Dus het aantal gram chroom is: . |
| **18** | **C** | 100 °C is 373 K, 1,00 atm is 1,01·105 Pa en 0,523 gdm—3 is 0,523·103 gm—3. Stel de molaire massa is *M* gmol—1, dan zit in 1,00 m3 van het gas  mol.  Volgens de ideale gaswet geldt *pV = nRT* of 1,01·105×1,00 = ×8,314×373 of . Dat is de molaire massa van methaan, CH4. |
| **19** | **D** | 1,00 L heeft een massa van 1,57∙103 g en bevat 0,75×1,57∙103 g zuur. De molaire massa van het zuur is dus . Het zuur is dus H3PO4. |
| **20** | **B** | Voor de reactie ½ O2 + 2 e— → O2— geldt Δ*H* = 0,5×1902 kJmol—1 voor de reactie ½ O2 → O geldt Δ*H* = 0,5×498 kJmol—1  dus voor de reactie O + 2 e— → O2— geldt Δ*H* = 0,5×1902 ‒ 0,5×498 kJmol—1 en voor de reactie O + e— → O— geldt  Δ*H* = 0,5×1902 ‒ 0,5×498 ‒ 844 = ‒142 kJmol—1.  Zie onderstaand energiediagram. |

Open opgaven (totaal 51 punten)

1. Lachgas 12 punten
2. Maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



* volgorde NNO juist getekend 1
* acht elektronenparen juist getekend 1
* formele ladingen juist geplaatst 1

Indien het antwoord is gegeven 1

1. Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
De vormingsenthalpie van N2O is +0,816·105 Jmol—1, dus Δ*H* van de ontledingsreactie is negatief.  
Bij de reactie neemt het aantal mol gas toe, dus Δ*S*>0.  
(Dat betekent dat Δ*G* voor alle temperaturen negatief is.)   
Dus is het een aflopende reactie.

* uitleg dat Δ*H* van de reactie negatief is 1
* uitleg dat Δ*S* van de reactie positief is 1
* conclusie 1

1. Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

 Jmol—1.

* juiste waarde voor *R* in de formule gebruikt 1
* juiste waardes voor de temperaturen in de formule gebruikt 1
* 6,43 in de formule gebruikt voor de verhouding tussen de reactieconstantes 1
* juiste eenheid genoteerd in het antwoord 1

1. Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
De activeringsenergie van stap 2 met Fe als katalysator is groter dan met Co als katalysator (omdat ln17,9 groter is dan ln 6,43). De ontleding van lachgas met Co als katalysator verloopt dus sneller.

* de activeringsenergie van stap 2 met Fe als katalysator is groter dan met Co als katalysator 1
* conclusie 1

Indien als antwoord is gegeven dat de ontleding met Co als katalysator sneller verloopt, zonder redenering of met een onjuiste redenering 0

1. Potentiometrische titratie 22 punten
2. Maximumscore 3  
   Δ*V* = *V*opl — *V*ref = 0,85 V  
   *V*ref =   
   Dus *V*opl = 0,85 + 0,34 = 1,19 V.

* Δ*V* = *V*opl — *V*ref = 0,85 V 1
* *V*ref =  1
* rest van de berekening 1

1. Maximumscore 3  
   De potentiaal in het titratievat wordt bepaald door het halfreactie-evenwicht

Fe2+ Fe3+ + e—

Voor de potentiaal in het titratievat geldt dus: .

* notie dat de potentiaal in het reactievat wordt bepaald door het evenwicht   
  Fe2+ Fe3+ + e— 1
* juiste uitdrukking voor de wet van Nernst voor dit evenwicht 1
* rest van de berekening 1

1. Maximumscore 4  
   vergelijking voor het ontstaan van Fe2+ in de oplossing: Fe + 2 H+ → Fe2+ + H2  
   vergelijking voor het ontstaan van Fe3+ in de oplossing: Fe2O3 + 6 H+ → 2 Fe3+ + 3 H2O

* in de vergelijking voor het ontstaan van Fe2+ Fe en H+ voor de pijl en Fe2+ en H2 na de pijl 1
* juiste coëfficiënten in de vergelijking met juiste formules voor het ontstaan van Fe2+ 1
* in de vergelijking voor het ontstaan van Fe3+ Fe2O3 en H+ voor de pijl en Fe3+ en H2O na de pijl 1
* juiste coëfficiënten in de vergelijking met juiste formules voor het ontstaan van Fe3+ 1

1. Maximumscore 4  
   Voor evenwicht 2 geldt:   
   Voor evenwicht 3 geldt:   
   Voor evenwicht 4 geldt:   
   Dus .

* juiste evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 2 1
* juiste evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 3 1
* juiste evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 4 1
* conclusie 1

1. Maximumscore 2  
   Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
     
   Dus .

* juiste berekening van *K*4 1
* juiste berekening van *K*2 1

Indien *K*2 is berekend met behulp van de *V*0 van de halfreactie Fe → Fe3+ + e— en de *V*0 van de halfreactie Ag + Cl— → AgCl + e— leidend tot het antwoord  1

*Opmerking  
Wanneer een onjuist antwoord op vraag 9 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 8, dit antwoord op vraag 9 goed rekenen.*

1. Maximumscore 6

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

* mg Fe2O3

en

* Stel het aantal mg Fe op *x* en het aantal mg Fe2O3 op *y*, dan geldt:  
  *x* + *y* = 167 en   
    
  Oplossen van dit stelsel van twee vergelijkingen met twee onbekenden levert *y* = 48 mg Fe2O3.
* berekening van het aantal mmol Fe2+ dat in de oplossing aanwezig was (is gelijk aan het aantal mmol Ce4+ dat heeft gereageerd): 30,2 (mL) vermenigvuldigen met 0,0905 (mmolmL—1) 1
* berekening van het aantal mg Fe deeltjes dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was (is gelijk aan het aantal mg Fe2+ dat in de oplossing aanwezig was): het aantal mmol Fe2+ dat in de oplossing aanwezig was, vermenigvuldigen met de massa van een mmol Fe (55,85 mg) 1
* berekening van het aantal mg O dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was: het aantal mg Fe deeltjes dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was, aftrekken van 167 1
* berekening van het aantal mmol O dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was: het aantal mg O dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was, delen door de massa van een mmol O (16,00 mg) 1
* berekening van het aantal mmol Fe2O3 dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was: het aantal mmol O dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was, vermenigvuldigen met 1/3 1
* berekening van het aantal mg Fe2O3 dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was: berekening van het aantal mmol Fe2O3 dat in het geroeste stukje ijzer aanwezig was, vermenigvuldigen met de massa van een mmol Fe2O3 (159,69 mg) 1

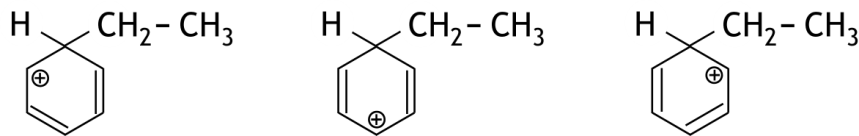
of

* berekening van het aantal mmol Fe2+ dat in de oplossing aanwezig was (is gelijk aan het aantal mmol Ce4+ dat heeft gereageerd): 30,2 (mL) vermenigvuldigen met 0,0905 (mmolmL—1) 1
* berekening van het aantal mmol Fe en het aantal mmol Fe2O3: *x* delen door de massa van een mmol Fe (55,85 mg) en *y* delen door de massa van een mmol Fe2O3 (159,69 mg) 1
* berekening van het aantal mmol Fe2+ dat uit het Fe2O3 is ontstaan: het aantal mmol Fe2O3 vermenigvuldigen met 2 1
* opstellen van de vergelijking *x* + *y* = 167 1
* opstellen de vergelijking  1
* berekenen van *y* uit de verkregen vergelijkingen 1

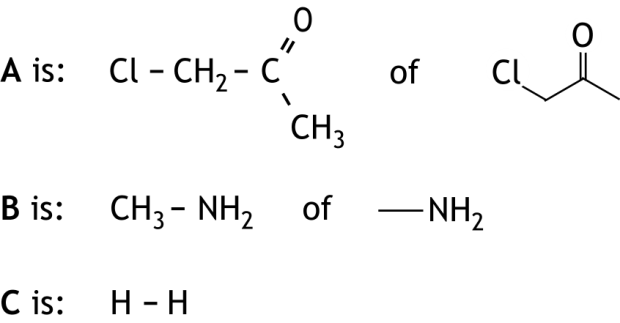
1. Methamfetamine 17 punten
2. Maximumscore 2

elektrofiele substitutiereactie

* elektrofiel 1
* substitutiereactie 1

1. Maximumscore 4  
   Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

* in de eerste structuur de dubbele bindingen in de benzeenring juist 1
* in de tweede structuur de dubbele bindingen in de benzeenring juist 1
* in de derde structuur de dubbele bindingen in de benzeenring juist 1
* in alle structuren de ladingen op de juiste plaats en rest van de formule juist 1

1. Maximumscore 5

* juiste structuurformule van **A** 2
* juiste structuurformule van **B** 2
* juiste structuurformule van **C** 1

Indien in een overigens juiste antwoord als structuurformule van **A** de structuurformule van propanon is gegeven 4

Indien in een overigens juist antwoord als structuurformule van **B** de (structuur)formule van ammoniak is gegeven 4

*Opmerkingen*

* *Wanneer als structuurformule van* ***A*** *de structuurformule van broompropanon is gegeven, dit goed rekenen.*
* *Wanneer voor* ***C*** *de formule H2 is gegeven, dit niet aanrekenen.*

1. Maximumscore 1  
   Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

* Een amine is een base.
* Het stikstofatoom heeft een vrije elektronenpaar.
* Het stikstofatoom kan een H+ binden.

1. Maximumscore 4  
   Het evenwicht kan als volgt worden opgeschreven:  
   RNH + H2O RNH2+ + OH—Hiervoor geldt: , dus   
   , dus .  
   Dus het percentage dat geprotoneerd aanwezig is, is .

* juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als  1
* berekening van de [OH—]: 10—(14,0—4,5) 1
* berekening van de verhouding  1
* omrekening van de verhouding  naar het percentage dat geprotoneerd voorkomt 1

1. Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

* Het methamfetamine heeft een p*K*b=4,1 en zal dus in licht zure oplossingen geprotoneerd aanwezig zijn
* Het geprotoneerde methamfetamine heeft een p*K*z=9,9 en zal dus in licht zure oplossingen geprotoneerd aanwezig zijn

*Opmerkingen*

* *Wanneer een antwoord is gegeven als „De aminestikstof heeft een pKb=4,1 en zal dus in licht zure oplossingen geprotoneerd aanwezig zijn”, dit goed rekenen.*
* *Wanneer een antwoord is gegeven als „De geprotoneerde aminestikstof heeft een pKz=9,9 en zal dus in licht zure oplossingen geprotoneerd aanwezig zijn”, dit goed rekenen.*