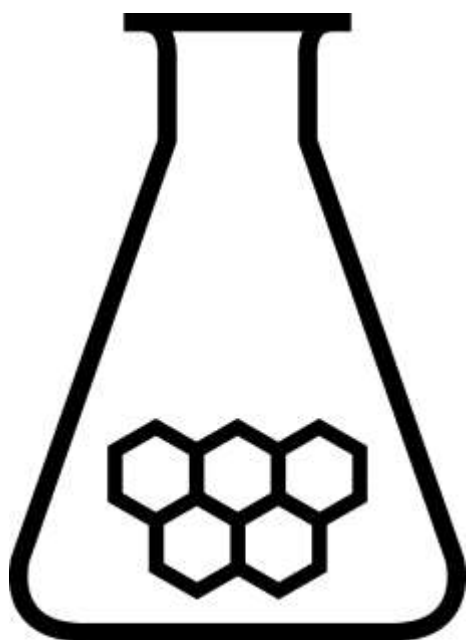


SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2017

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van
20 tot en met 24 maart 2017



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



rijksuniversiteit
groningen


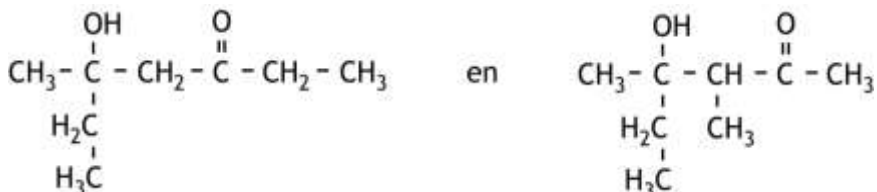
- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 7 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 17 open vragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 90 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6^e druk of ScienceData 1^e druk.
- Bij elke vraag 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.

Opgave 1 Meerkeuzevragen


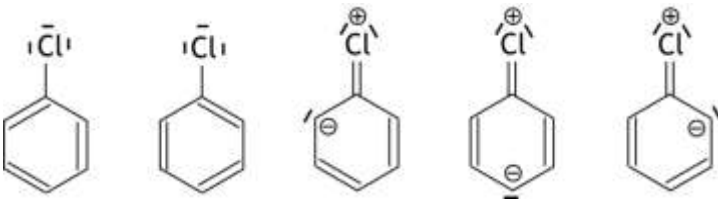
(totaal 40 punten)

per juist antwoord: 2 punten

Koolstofchemie

1	B	Estervorming onder invloed van een zuur als katalysator is een evenwichtsreactie, de omgekeerde reactie dus ook. In basisch milieu reageert het zuur met de base, zodat de reactie aflopend wordt.
2	C	Er treedt <i>trans</i> -additie op; dan ontstaan twee spiegelbeeldisomeren: 
3	B	Een H van de CH ₃ groep naast de C = O groep kan reageren en een H van CH ₂ groep naast de C = O groep kan reageren. Dan ontstaan respectievelijk: 

Structuren en formules

4	C	De structuurformules zijn: 
5	D	
6	B	De eenheidscel bestaat uit één $(8 \times \frac{1}{8})$ Tl ⁺ ion en één Br ⁻ ion. Dus de massa van de eenheidscel is $204,4 + 79,90 = 284,3$ u. Het volume is 397^3 pm ³ . Dus de dichtheid is $\frac{284,3}{397^3}$ upm ⁻³ of $\frac{284,3(u) \times 1,66 \cdot 10^{-27} (kg u^{-1})}{397^3 (pm^3) \times (10^{-12})^3 (m^3 pm^{-3})} = 7,54 \cdot 10^3$ kg m ⁻³ .
7	A	Het nevenquantumgetal l kan maximaal de waarde $n - 1$ hebben.

pH / zuur-base

8	C	<p>Stel dat per liter x mol melkzuur wordt omgezet.</p> $\text{HMz} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Mz}^-$ <p>begin: $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ $0,0 \text{ mol L}^{-1}$ $0,0 \text{ mol L}^{-1}$</p> <p>omgezet/gevormd: $x \text{ mol L}^{-1}$ $x \text{ mol L}^{-1}$ $x \text{ mol L}^{-1}$</p> <p>evenwicht: $1,0 \cdot 10^{-3} - x \text{ mol L}^{-1}$ $x \text{ mol L}^{-1}$ $x \text{ mol L}^{-1}$</p> $K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Mz}^-]}{[\text{HMz}]} = \frac{x^2}{1,0 \cdot 10^{-3} - x} = 8,4 \cdot 10^{-4}$ <p>Oplossen van de vierkantsvergelijking levert: $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5,9 \cdot 10^{-4}$.</p> <p>Dus het percentage geïoniseerd melkzuur is: $\frac{5,9 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 10^{-3}} \times 100\% = 59\%$.</p>
9	D	<p>$[\text{OH}^-] = 10^{-(14,00-8,67)}$ en $[\text{M}^{2+}] = \frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)}$</p> <p>Dus $K_s = \left(\frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)} \right) \times \left(10^{-(14,00-8,67)} \right)^2 = 5,1 \cdot 10^{-17}$.</p>

Redox en elektrolyse

10	B	<p>$V_{\text{bron}} = V_{\text{Cu/Cu}^{2+}} - V_{\text{H}_2/\text{H}^+}$ dus $0,50 = 0,34 + \frac{0,059}{2} \log 0,10 - \left(0,00 + \frac{0,059}{2} \log [\text{H}^+]^2 \right)$</p> <p>dit levert $\text{pH} = \frac{0,50 - 0,34 - \frac{0,059}{2} \log 0,10}{0,059} = 3,2$.</p>
11	A	<p>Ag^+ treedt op als oxidator, moet dus verbonden zijn met de negatieve elektrode. De elektronen die de Ag^+ ionen opnemen, worden door de stroombron vanaf de andere elektrode aangevoerd.</p> <p>Of</p> <p>Het zilver treedt op als reductor, moet dus verbonden zijn met de positieve elektrode. De elektronen die de zilveratomen afstaan, gaan via de stroombron naar de andere elektrode.</p>

Reactiesnelheid en evenwicht

12	C	$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{F}^-]}{[\text{NH}_3][\text{HF}]} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{H}_3\text{O}^+][\text{F}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+][\text{HF}]} = \frac{1}{K_z(\text{NH}_4^+)} \times K_z(\text{HF}) = \frac{6,3 \cdot 10^{-4}}{5,6 \cdot 10^{-10}} = 1,1 \cdot 10^6$
13	F	
14	D	<p>De snelheid van de reactie wordt bepaald door de langzaamste stap, dus $s = k_1[\text{O}_3][\text{O}]$.</p> <p>Voor de eerste stap geldt: $\frac{[\text{O}][\text{O}_2]}{[\text{O}_3]} = K$ of $[\text{O}] = K \frac{[\text{O}_3]}{[\text{O}_2]}$.</p> <p>Dus $s = k_1 K \frac{[\text{O}_3]^2}{[\text{O}_2]} = k \frac{[\text{O}_3]^2}{[\text{O}_2]}$.</p>

Analyse

15	D	Er zijn drie soorten waterstofatomen: die van de O-CH ₃ groepen, die van de CH ₃ groep die gebonden is aan de CH groep en die van de CH groep. Dus drie signalen. De H's van de O-CH ₃ groepen hebben geen 'buren', dus dat signaal is een singlet. De H's de CH ₃ groep die gebonden is aan de CH groep hebben één 'buur', dus dat signaal is een doublet. De H van CH groep heeft drie 'buren' dus dat signaal is een quadruplet.
16	B	Het totale aantal mmol OH ⁻ is $20,0 \times 0,200 + 2 \times 40,0 \times 0,0500$. Voor de neutralisatie hiervan is nodig $\frac{20,0 \times 0,200 + 2 \times 40,0 \times 0,0500}{2 \times 0,150} = 26,7$ mL 0,150 H ₂ SO ₄ oplossing.

Rekenen en Thermochemie

17	A	Er is $\frac{0,131}{163,94} = 7,99 \cdot 10^{-4}$ mol Na ₃ PO ₄ . De reactievergelijking is: $3 \text{Ba}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$. Dus $7,99 \cdot 10^{-4}$ mol PO ₄ ³⁻ kan reageren met $\frac{3}{2} \times 7,99 \cdot 10^{-4} = 1,20 \cdot 10^{-3}$ mol Ba ²⁺ . Er is $2,40 \cdot 10^{-3}$ mol Ba ²⁺ , dus overmaat. Dus er wordt gevormd $\frac{1}{3} \times 1,20 \cdot 10^{-3}$ mol Ba ₃ (PO ₄) ₂ en dat is $\frac{1}{3} \times 1,20 \cdot 10^{-3} \times 601,8 = 0,240$ g Ba ₃ (PO ₄) ₂ .
18	A	25,5 g NH ₃ is $\frac{25,5}{17,031} = 1,50$ mol NH ₃ 36,5 g HCl is $\frac{36,5}{36,461} = 1,00$ mol HCl Er blijft over $1,50 - 1,00 = 0,50$ mol NH ₃ . De druk wordt dan $p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,50 \text{ (mol)} \times 8,314 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \times (85,0 + 273) \text{ (K)}}{5,00 \text{ (L)} \times 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ L}^{-1})} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$
19	A	De reactie is C ₂ H ₄ (g) + H ₂ (g) → C ₂ H ₆ (g). $\Delta_r H = \Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_6) - \Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_4) = -0,84 \cdot 10^5 - 0,52 \cdot 10^5 = -1,36 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.
20	A	We maken gebruik van $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ en $\Delta G = -RT \ln K$. $\Delta G = 1,78 \cdot 10^4 - 298 \times (-34,9) = 2,82 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$. Dus $K_{sp} = e^{\frac{-2,82 \cdot 10^4}{8,314 \times 298}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$.

Open opgaven

(totaal 50 punten)

■ Opgave 2 Epoxyethaanfabriek

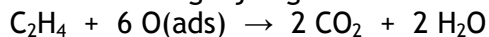
15 punten

- 1 Maximumscore 3
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Koolstofdioxide is een lineair molecuul en heeft dus geen dipool.
In een molecuul epoxyethaan is het zuurstofatoom elektronegatiever dan de koolstofatomen, daardoor ontstaat een dipool. Watermoleculen zijn ook dipoolmoleculen. Stoffen met dipoolmoleculen lossen in het algemeen goed op in vloeistoffen die uit dipoolmoleculen bestaan.
- uitleg dat koolstofdioxidemoleculen geen dipool hebben 1
 - uitleg dat epoxyethaanmoleculen wel een dipool hebben 1
 - stoffen met dipoolmoleculen lossen in het algemeen goed op in vloeistoffen die uit dipoolmoleculen bestaan 1
- 2 Maximumscore 2
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Ja, want als de temperatuur in ruimte 3 hoger is dan in ruimte 2, zal CO₂ als gas uit de oplossing ontwijken. Daardoor verschuift de ligging van beide evenwichten naar links en zal (uiteindelijk) alle CO₂ als gas vrijkomen.
- bij temperatuurverhoging ontwijkt CO₂ uit de oplossing 1
 - de ligging van beide evenwichten verschuift naar links 1
- 3 Maximumscore 2
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Ja, want als je de druk in ruimte 3 verlaagt, ontwijkt CO₂ als gas uit de oplossing. Daardoor verschuift de ligging van beide evenwichten naar links en zal (uiteindelijk) alle CO₂ als gas vrijkomen.
- bij drukverlaging ontwijkt CO₂ uit de oplossing 1
 - de ligging van beide evenwichten verschuift naar links 1
- 4 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juiste berekening is:
Stel dat per mol etheen x mol wordt omgezet tot epoxyethaan en $(1 - x)$ mol etheen volledig verbrandt. Dan is de enthalpieverandering per mol omgezet etheen dus $x \times (-1,05 \cdot 10^5) + (1 - x) \times (-14,11 \cdot 10^5)$ J per mol etheen. Dit is gelijk aan $-5,00 \cdot 10^5$ J per mol etheen.
 x oplossen uit $x \times (-1,05 \cdot 10^5) + (1 - x) \times (-14,11 \cdot 10^5) = -5,00 \cdot 10^5$ levert $x = 0,698$.
Dus 69,8% van het gereageerde etheen is omgezet tot epoxyethaan.
- x mol etheen dat wordt omgezet tot epoxyethaan levert $x \times (-1,05 \cdot 10^5)$ J 1
 - $(1 - x)$ mol etheen dat volledig verbrandt levert $(1 - x) \times (-14,11 \cdot 10^5)$ 1
 - dus $x \times (-1,05 \cdot 10^5) + (1 - x) \times (-14,11 \cdot 10^5) = -5,00 \cdot 10^5$ 1
 - oplossen van x en berekenen van het percentage 1

□5 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste afleiding is:

De reactievergelijking voor de volledige verbranding van etheen (stap 3) is:



De 6 O(ads) worden geleverd doordat stap 2 zes keer optreedt, waarbij telkens één C₂H₄ reageert.

In totaal reageren dus zeven moleculen C₂H₄, waarvan er zes worden omgezet tot epoxyethaan.

Dat is $\frac{6}{7} \times 100\% = 86\%$.

- juiste reactievergelijking voor stap 3 1
- vaststelling van het aantal malen dat stap 2 optreedt om de O(ads) voor stap 3 te leveren: is gelijk aan de coëfficiënt van O(ads) in de vergelijking van stap 3 1
- vaststelling van het totaal aantal moleculen etheen dat reageert: het aantal malen dat stap 2 optreedt plus 1 1
- berekening van het percentage 1

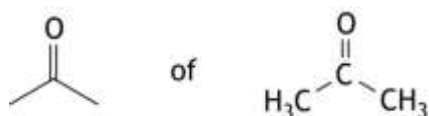
Opgave 3 Organische puzzel

13 punten

□6 Maximumscore 2

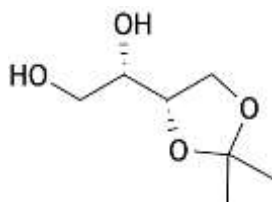
- estervorming/esterificatie/condensatiereactie 1
- hydrolyse 1

□7 Maximumscore 2

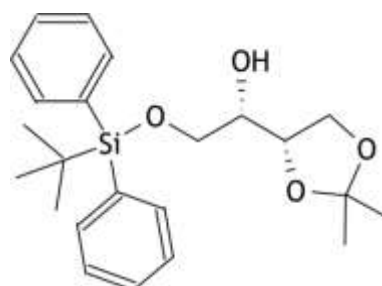


- Indien een andere structuurformule is gegeven die voldoet aan de molecuulformule C_3H_6O 1
- Indien de structuurformule van 2,2-propaandiol is gegeven 1
- Indien de structuurformule van 2-propanol is gegeven 1

□8 Maximumscore 4
stof 7:



stof 8:

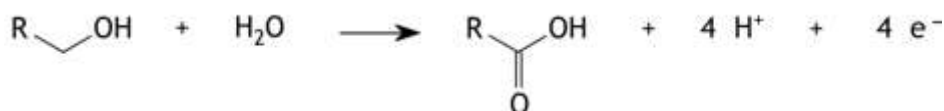


per juiste structuurformule 2

Opmerking

De stereochemie niet beoordelen.

□9 Maximumscore 3



- juiste structuurformule van stof 11 en H_2O voor de pijl en juiste structuurformule van stof 3 na de pijl 1
- H^+ en e^- na de pijl 1
- juiste coëfficiënten 1

□10 Maximumscore 2

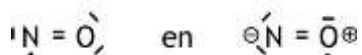
Een molecuul van stof 7 bevat twee OH groepen, die allebei kunnen worden geoxideerd. Door één van die OH groepen te laten reageren met de siliciumverbinding wordt die 'beschermd' tegen oxidatie.

- notie dat beide OH groepen in een molecuul van stof 7 kunnen worden geoxideerd 1
- de siliciumverbinding zorgt ervoor dat één van die OH groepen niet wordt geoxideerd 1

Opgave 4 Smogvorming

22 punten

□11 Maximumscore 4



- in beide structuren een dubbele binding tussen N en O 1
- in beide structuren het aantal niet-bindende elektronenparen juist 1
- in beide structuren een ongepaard elektron op de juiste plaats 1
- ladingen juist aangegeven 1

□12 Maximumscore 3

Voor de vormingswarmte van NO geldt:

$$\Delta_f H(\text{NO}) = BE(\text{N}=\text{O}) - \frac{1}{2} \times BE(\text{N}\equiv\text{N}) - \frac{1}{2} \times BE(\text{O}=\text{O}), \text{ dus}$$

$$BE(\text{N}=\text{O}) = \Delta_f H(\text{NO}) + \frac{1}{2} \times BE(\text{N}\equiv\text{N}) + \frac{1}{2} \times BE(\text{O}=\text{O}) =$$

$$+0,913 \cdot 10^5 + \frac{1}{2} \times (-9,45 \cdot 10^5) + \frac{1}{2} \times (-4,98 \cdot 10^5) = -6,30 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

- de vormingswarmte van NO en de bindingsenergieën van N≡N en O=O juist 1
- alle tekens juist verwerkt 1
- de bindingsenergieën van N≡N en O=O vermenigvuldigd met ½ 1

□13 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\text{De reactie treedt op als } \Delta_r G < 0, \text{ of } \Delta_r H - T\Delta_r S < 0 \text{ dus } T > \frac{\Delta_r H}{\Delta_r S}$$

$$\Delta_r S = 2 \times S(\text{NO}) - S(\text{N}_2) - S(\text{O}_2) = 2 \times 211 - 192 - 205 = 25 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{Dus } T > \frac{1,81 \cdot 10^5}{25} = 7,2 \cdot 10^4 \text{ K.}$$

- notie dat de reactie optreedt als $\Delta_r G < 0$ 1
- berekening van $\Delta_r S$: de absolute entropie van N₂ en de absolute entropie van O₂ aftrekken van de absolute entropie van NO, vermenigvuldigd met 2 2
- berekening van de minimale temperatuur: $\Delta_r H$ delen door $\Delta_r S$ 1

Indien in een overigens juist antwoord de $\Delta_r S$ is berekend door de absolute entropie van N₂ en de absolute entropie van O₂ aftrekken van de absolute entropie van NO

3

□14 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ (J s)} \times 2,998 \cdot 10^8 \text{ (m s}^{-1}\text{)}}{\frac{3,06 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}\text{)}}} = 3,91 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

- berekening van de energie die een foton moet hebben om één molecuul NO₂ om te zetten : 3,06 · 10⁵ (J mol⁻¹) delen door het getal van Avogadro (6,022 · 10²³ mol⁻¹) 1
- notie dat $\lambda = \frac{hc}{E}$ 1
- rest van de berekening 1

- 15 Maximumscore 2
 Een voorbeeld van een juiste berekening is:
 Hoe groter de golflengte van het licht, hoe lager de energie. Dus het is een maximale golflengte.
- hoe groter de golflengte van het licht, hoe lager de energie 1
 - conclusie 1
- 16 Maximumscore 3
 Een voorbeeld van een juist antwoord is:
 Voor evenwicht 5 geldt: $K = \frac{[\text{NO}][\text{O}_3]}{[\text{NO}_2][\text{O}_2]}$ dus $[\text{O}_3] = K \frac{[\text{NO}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]} = K[\text{O}_2] \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$
 Hieruit volgt $c = K[\text{O}_2]$. Omdat de $[\text{O}_2]$ veel groter is dan de concentraties van de andere stoffen mag deze als constant worden beschouwd, dus (omdat ook K een constante is) is $K[\text{O}_2]$ een constante.
- juiste evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 5 1
 - dus $c = K[\text{O}_2]$ 1
 - uitleg dat $[\text{O}_2]$ constant is en conclusie 1
- 17 Maximumscore 3
 Een voorbeeld van een juist antwoord is:
 Uit het evenwicht $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g})$ volgt dat een toename van de $[\text{O}_3]$ gepaard gaat met een toename van de $[\text{NO}]$ en een afname van de $[\text{NO}_2]$, dus met een afname van $\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$. Dat betekent dat de toename van de $[\text{O}_3]$ bij toenemende lichtintensiteit alleen met betrekking I te verklaren is, als je aanneemt dat c ook toeneemt bij toenemende lichtintensiteit.
- een toename van de $[\text{O}_3]$ gaat gepaard met een toename van de $[\text{NO}]$ en een afname van de $[\text{NO}_2]$ 1
 - dus $\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$ neemt af 1
 - rest van de verklaring 1