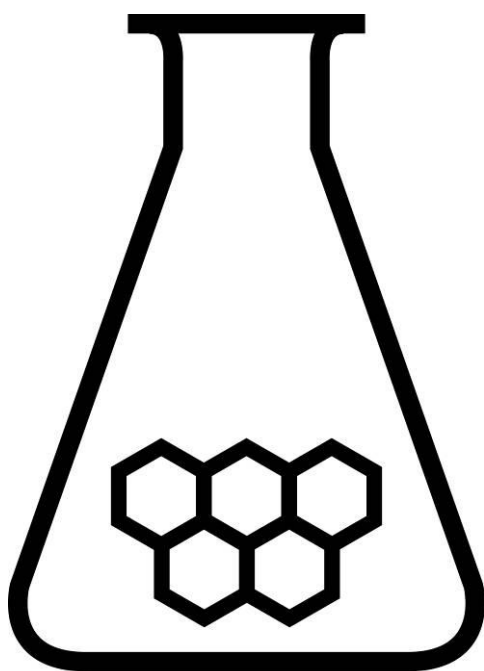


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 2

(de week van)
woensdag 9 april 2008



Universiteit Utrecht

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 23 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 2 open vragen met in totaal 10 deelvragen en een antwoordblad voor de meerkeuzevragen
- Gebruik voor elke opgave (met open vragen) een apart antwoordvel, voorzien van naam
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 66 punten
- De voorronde duurt maximaal 2 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 31 punten)

normering: 1 of 2 punten per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in)

Koolstofchemie

1pt 1 Welke algemene brutoformule heeft de homologe reeks van de alkynen?

- A C_nH_{2n-2}
- B C_nH_{2n}
- C C_nH_{2n+2}
- D C_nH_{2n+4}

1pt 2 Hoeveel structuurisomeren heeft dichloorpropan, $C_3H_6Cl_2$?

- A 4
- B 5
- C 6
- D een ander aantal

1pt 3 Hoeveel σ -bindingen heeft een molecuul etheen?

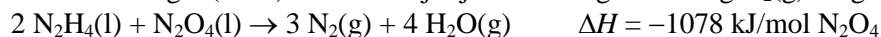
- A 1
- B 4
- C 5
- D 7

Thermodynamica/warmteleer

1pt 4 Bij welke reactie neemt de entropie toe?

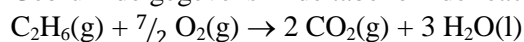
- A $2 C(s) + O_2(g) \rightarrow 2 CO(g)$
- B $2 H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow 3 S(s) + 2 H_2O(g)$
- C $4 Fe(s) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 Fe_2O_3(s)$
- D $CO(g) + 2 H_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$

1pt 5 Hoeveel energie (in kJ) komt er vrij bij de vorming van 140 g $N_2(g)$ volgens:



- A 1078
- B 1797
- C 3234
- D 5390

2pt 6 Gebruik de gegevens in de tabel om de reactie-enthalpie ΔH_r° (kJ) te berekenen van:



reactie	standaard vormingsenthalpie ΔH_v° (kJ mol ⁻¹)
$2 C(s) + 3 H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$	-84,7
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	-393,5
$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$	-285,8

- A -764
- B -1560
- C -1664
- D -3120

Structuur

1pt 7 Welke overgang in een waterstofatoom levert een foton met de meeste energie?

- A $n = 3 \rightarrow n = 1$
- B $n = 5 \rightarrow n = 3$
- C $n = 12 \rightarrow n = 10$
- D $n = 22 \rightarrow n = 20$

- 1pt 8 Hoeveel orbitalen zijn er in de grondtoestand van een zuurstofatoom helemaal gevuld?
- A** 1
B 2
C 3
D 4
- 2pt 9 Hoeveel ongepaarde elektronen heeft $\text{Co}^{3+}(\text{g})$ in zijn grondtoestand?
- A** 0
B 2
C 4
D 6
- 1pt 10 Welk deeltje heeft sp^2 gehybridiseerde C atomen?
- A** C_2H_2
B C_2H_4
C C_3H_8
D C_4H_{10}
- 1pt 11 Wat is de juiste volgorde bij het opvullen van subshillen in de grondtoestand?
- A** $3s3p3d$
B $3p4s3d$
C $3d4s4p$
D $4p4d4f$
- 2pt 12 Welke elektronenformule geeft het thiocynaation, SCN^- , het beste weer?
- A** $\left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{S} - \text{C} \equiv \text{N} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$
B $\left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{S} = \text{C} - \text{N} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$
C $\left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{S} = \text{C} - \text{N} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$
D $\left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{S} = \text{C} = \text{N} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$
- 1pt 13 In welk deeltje voldoet het centrale atoom aan de octetregel?
- A** XeF_4
B SF_4
C SiF_4
D ClF_4^-

Reactie en evenwicht

- 1pt 14 De reactie $3 \Gamma(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_3^-(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ levert de volgende kinetische gegevens op.

experiment	$[\Gamma], \text{mol L}^{-1}$	$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}], \text{mol L}^{-1}$	s_{rel}
1	0,0010	0,0010	1
2	0,0020	0,0010	2
3	0,0020	0,0020	4

Wat is de reactiesnelheidsvergelijking?

- A** $s = k [\Gamma][\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$
B $s = k [\Gamma]^2[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$
C $s = k [\Gamma]^3[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$
D $s = k [\Gamma]^2[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^2$
- 1pt 15 Welke verandering(en) zorg/t/en voor een toename van de fractie $\text{SO}_3(\text{g})$ in het evenwicht $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H^\circ < 0$
1. Verhogen van de druk
 2. Verhogen van de temperatuur
 3. Toevoegen van een katalysator
- A** alleen 1
B alleen 3
C alleen 1 en 3
D alleen 1, 2 en 3

Zuren en basen

- 2pt 16 Bereken pH in een 0,10 M ascorbinezuuroplossing, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$.

$$K_2(\text{ascorbinezuur}) = 8,0 \cdot 10^{-5}$$

- A** 2,28
B 2,40
C 2,55
D 5,10
- 2pt 17 Welke 0,10 M oplossing van onderstaande zouten is het zuurst?
- A** FeCl_3
B $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
C NaCN
D KNO_3

- 1pt 18 Wat kun je het beste doen, als je een paar druppels geconcentreerd zoutzuur op je hand gekregen hebt?

- A** De druppels afdekken met vast natriumwaterstofcarbonaat.
B De hand omwikkelen met steriel verbandgaas
C Rijkelijk met koud water spoelen.
D Spoelen met geconcentreerde natronloog.

Redoxreacties

- 2pt 19 Welke reactie treedt bij elektrolyse van een KCl -oplossing aan de plus-pool op?

- A** $2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^-$
B $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
C $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$
D $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{K}(\text{s})$

2pt 20 Zet eerst de juiste coëfficiënten voor de deeltjes in onderstaande reactievergelijking:
 $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
 Welke coëfficiënt heeft H^+ ?

- A 1
- B 6
- C 8
- D 16

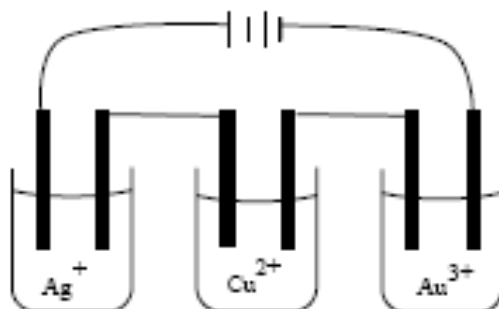
1pt 21 Een elektrochemische cel waarin tijdens stroomlevering reactie:
 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{M}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{M}^{2+}(\text{aq})$ heeft een bronspanning $\Delta V^\circ = 0,75 \text{ V}$.
 $V^\circ(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = 0,34 \text{ V}$.
 $V^\circ(\text{M}/\text{M}^{2+})$ (in V) is:

- A -1,09
- B -0,41
- C 0,41
- D 1,09

1pt 22 Bij welke van onderstaande schematische reacties is het chroombevattend deeltje de reductor?

- A $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_4^-$
- B $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$
- C $\text{CrO}_3 \rightarrow \text{CrOF}_3$
- D $2 \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

2pt 23 Hieronder staat een schematische weergave van een coulometer (ladingmeter)



Na stroomdoorgang is de minpool in de koperoplossing 2,12 g zwaarder geworden.
 Hoe groot is de massaverandering bij de andere minpolen?

- A 1,80 g Ag, 4,93 g Au
- B 1,80 g Ag, 9,85 g Au
- C 3,60 g Ag, 6,57 g Au
- D 7,20 g Ag, 4,38 g Au

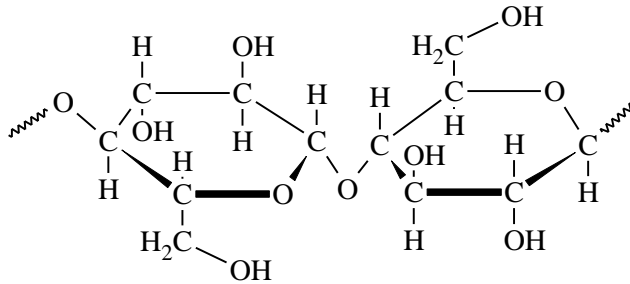
Open opgaven (totaal 35 punten)

Opgave 2 Slopen met zuur water

(20 punten)

Papier bevat cellulose, een biopolymeer van glucose. Cellulose kan worden weergegeven met de formule $(C_6H_{10}O_5)_n$. Cellulose wordt langzaam gehydrolyseerd wanneer het vochtig wordt. Door H^+ ionen wordt de hydrolyse versneld. Er ontstaan breuken in de cellulosemoleculen. Hierdoor neemt de gemiddelde waarde van n af. Het papier gaat in kwaliteit achteruit, het wordt bros en kan op den duur uit elkaar vallen.

Hieronder is een stukje uit een cellulosemolecuul in structuurformule weergegeven.



- 1 Teken de structuurformules van de fragmenten die ontstaan als in dit stukje door hydrolyse een breuk optreedt. 4

Het in papier aanwezige zuur ontstaat voor een deel door een reactie van zwaveldioxide uit de lucht met stoffen in het papier.

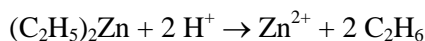
Sommige papersoorten bevatten echter zelf ook zuur. Bij de fabricage van dat papier is een oplossing van aluminiumsulfaat gebruikt. Van deze oplossing, die een pH kleiner dan 7 heeft, blijft iets in het papier achter.

- 2 Geef de reactievergelijking waaruit blijkt dat een oplossing van aluminiumsulfaat een pH heeft die kleiner is dan 7. 3

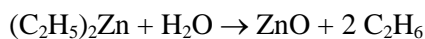
Als de hoeveelheid zuur in het papier van een boek te hoog is, kan men dit boek ontzuren. Een verdere afbraak van het boek wordt dan voorkomen. Er is een ontzuringsproces ontwikkeld dat gebruik maakt van gasvormig diethylzink (DEZ): $(C_2H_5)_2Zn$. In een tank die hermetisch kan worden afgesloten, worden de boeken zo geplaatst dat het gas op het papier kan inwerken. De tank wordt vacuüm gezogen. Daarna wordt bij $25^\circ C$ gasvormig DEZ in de tank toegelaten tot de druk $0,025$ bar is. De tank heeft een inhoud van 190 m^3 , de boeken in de tank nemen een volume van 125 m^3 in.

- 3 Bereken hoeveel kg DEZ nodig is om de tank te vullen tot $0,025$ bar (298 K). Neem hierbij aan dat tijdens het vullen van de tank het DEZ nog niet met het papier reageert. 4

De ontzuring door DEZ blijkt uit de volgende vergelijking:



DEZ reageert ook met water dat in het papier aanwezig is:



- 4 Leg aan de hand van de twee gegeven reactievergelijkingen uit of de druk in de tank tijdens de DEZ-behandeling afneemt, gelijk blijft of toeneemt. 3

Het zinkoxide in het papier beschermt het papier langere tijd tegen verzuring. Het is na een DEZ-behandeling van belang om te weten hoeveel zinkoxide het papier bevat. Een voorschrift voor de bepaling daarvan is:

Droog één gram van het ontzurd papier en weeg het daarna nauwkeurig af. Breng het over in een erlenmeyer van 150 mL en voeg $30,00\text{ mL}$ $0,100\text{ M}$ zoutzuur toe. Kook gedurende één minuut. Voeg

5 tot 7 druppels methylroodoplossing toe. Titreer het nog aanwezige zoutzuur met 0,100 M natronloog tot de oplossing geel kleurt.

Bij een bepaling volgens dit voorschrift bleek dat voor 0,945 g gedroogd papier 25,2 mL natronloog nodig was.

- 5 Bereken het massapercentage zinkoxide in dit gedroogde papier.

6

Opgave 3 Zo beweeglijk als water

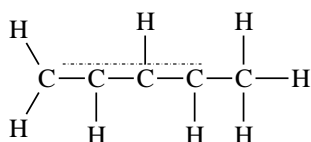
(15 punten)

De reactiewarmte van de additie van waterstof aan propene, aan de butenen en aan de pentenen bedraagt steeds ongeveer -127 kJ per mol alkeen. De warmte van de volledige hydrogenering van 1,4-pentadien bedraagt het dubbele: -254 kJ per mol 1,4-pentadien.

- 6 Leg uit dat mag worden verwacht dat de warmte van de volledige hydrogenering van 1,4-pentadien twee keer zo groot is als die van de andere genoemde alkenen.

2

De reactiewarmte bij volledige hydrogenering van 1,3-pentadien bedraagt echter -226 kJ per mol 1,3-pentadien. De reactie is dus 28 kJ per mol minder exotherm dan bij 1,4-pentadien. Anders gezegd: 1,3-pentadien is 28 kJ per mol stabielere dan 1,4-pentadien. Deze stabilisatie kan worden toegeschreven aan de aanwezigheid van elektronen, die in het molecuul minder plaatsgebonden zijn dan de overige elektronen. Deze minder plaatsgebonden elektronen noemt men 'gedelokaliseerde' elektronen. In de formule van 1,3-pentadien kan men dit als volgt weergeven:

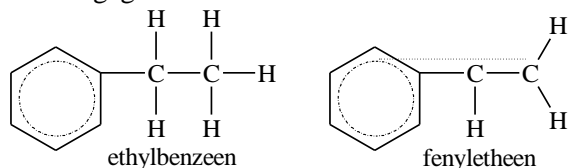


De stippellijn geeft aan waar de gedelokaliseerde elektronen zich in het molecuul kunnen bevinden. Een dergelijke delocalisatie van elektronen doet zich niet voor als in een molecuul de dubbele bindingen door meer dan één enkele binding zijn gescheiden.

De reactiewarmte van de hydrogenering van fenyletheen tot ethylbenzeen is -119 kJ per mol fenyletheen.

Voor propene is deze reactiewarmte, zoals reeds eerder vermeld, -127 kJ per mol. Dit verschil kan eveneens verklaard worden met delocalisatie van elektronen.

Anders dan bij ethylbenzeen beperkt de delocalisatie van de elektronen bij fenyletheen zich niet alleen tot de benzeenring, maar strekt zich ook uit over de zijketen, zoals in onderstaande structuurformules is weergegeven:

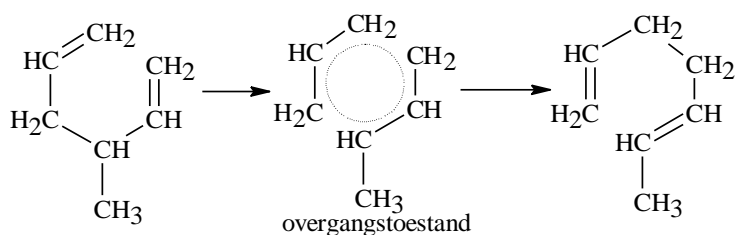


Bij 3-fenyl-1-propene kan de delocalisatie zich niet over de zijketen uitbreiden omdat de benzeenring en de dubbele binding door meer dan één enkele binding zijn gescheiden.

- 7 Teken van 1-fenyl-1,3,5-hexatrien de structuurformule waarin de delocalisatie van elektronen is aangegeven.

2

Als men 3-methyl-1,5-hexadien voldoende hoog verhit, wordt 1,5-heptadien gevormd. Tijdens deze reactie ontstaan geen andere producten. Verondersteld wordt dat deze reactie berust op omlegging in het molecuul waarbij in een overgangstoestand zes C atomen een ring vormen, bijgehouden door zes gedelokaliseerde elektronen:

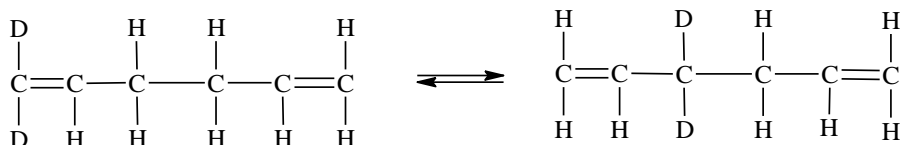


Ook hier is met een stippellijn aangegeven waar de gedelokaliseerde elektronen zich kunnen bevinden. Het beschreven mechanisme is voorgesteld door Cope en medewerkers. Zij voerden een groot aantal van dergelijke 'Cope-omleggingen' uit. Steeds weer werd gevonden dat slechts één nieuwe stof wordt gevormd.

- 8 Geef de structuurformule van het product dat ontstaat bij de Cope-omlegging van 3,4-dimethyl-1,5-hexadien.

4

Cope-omleggingen zijn in veel gevallen omkeerbaar. De ligging van het evenwicht dat zich instelt, wordt bepaald door de stabiliteiten van het beginproduct en de gevormde stof. Een bevestiging hiervan werd gevonden door een Cope-omlegging uit te voeren met 1,5-hexadien waarin de H atomen aan het eerste C atoom vervangen waren door deuteriumatomen (H-2 atomen ook wel aangeduid met de letter D):



Dit evenwicht heeft een evenwichtsconstante $K = 1$.

Bij de Cope-omlegging van 3-fenyl-1,5-hexadien ontstaat een evenwicht waarbij ook 1-fenyl-1,5-hexadien aanwezig is. Dit evenwicht ligt verder naar rechts dan het evenwicht dat ontstaat bij de Cope-omlegging van gedeuteerd 1,5-hexadien.

- 9 Leg uit dat mag worden verwacht, dat het evenwicht dat ontstaat bij de Cope-omlegging van 3-fenyl-1,5-hexadien tot 1-fenyl-1,5-hexadien, meer naar rechts ligt dan het evenwicht dat ontstaat bij de Cope-omlegging uitgaande van gedeuteerd 1,5-hexadien.

4

De Cope-omlegging van 3-fenyl-1,5-hexadien verloopt sneller dan die van gedeuteerd 1,5-hexadien. Dit is te verklaren met de grootte van de activeringsenergie. Immers hoe kleiner de activeringsenergie des te groter is de reactiesnelheid.

- 10 Leg uit dat mag worden verwacht, dat de activeringsenergie bij de Cope-omlegging van 3-fenyl-1,5-hexadien kleiner is dan die bij de Cope-omlegging van gedeuteerd 1,5-hexadien.

3

naam:

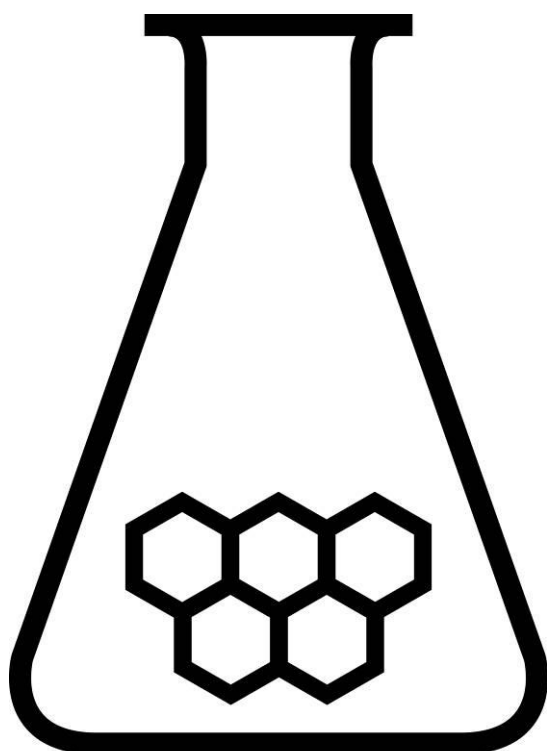
Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 2 van de Nationale Scheikundeolympiade 2008

	nr.	keuze letter	
1pt	1		
1pt	2		
1pt	3		
1pt	4		
1pt	5		
2pt	6		
1pt	7		
1pt	8		
2pt 1pt	9		
1pt	10		
1pt	11		
2pt 1pt	12		
1pt	13		
1pt	14		
1pt	15		
2pt	16		
2pt	17		
1pt	18		
2pt	19		
2pt	20		
1pt	21		
1pt	22		
2pt	23		
	totaal		

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

(de week van)
woensdag 9 april 2008



Universiteit Utrecht

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 23 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 2 open vragen met in totaal 10 deelvragen
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 66 punten (geen bonuspunten)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 31 punten)

Per juist antwoord: 1 of 2 punten

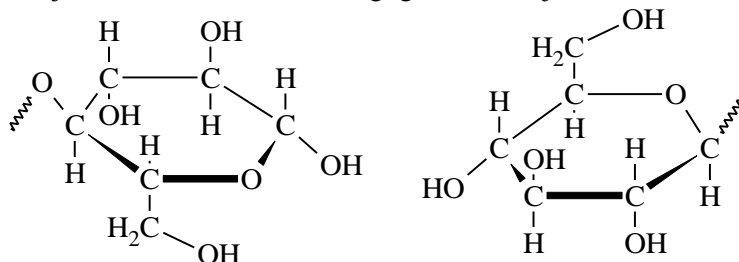
			Koolstofchemie
1pt	1	A	4 H minder dan de alkanen
1pt	2	A	1,1;1,2;1,3;2,2-dichloorpropaan
1pt	3	C	6 bindingen in totaal, waarvan 1 π -binding en dus 5 σ -bindingen
			Thermodynamica
1pt	4	A	hoeveelheid gas neemt toe
1pt	5	B	$\frac{140}{84} \times 1078 = 1797$
2pt	6	B	$84,7 - 2 \times 393,5 - 3 \times 285,8 = -1560$
			Structuur
1pt	7	A	Hoe dichter bij de kern, hoe steiler het potentiaalverloop en hoe groter het verschil in potentiaalenergie (zie ook tabel 21)
1pt	8	C	in de grondtoestand ($1s^2, 2s^2, 2p^4$; p = 3-voudig ontaard \Rightarrow 3 volle subshillen)
2pt	9	D	Co ($[\text{Ar}] 4s^2 3d^7$) \Rightarrow Co^{3+} ($[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$ (d-subschil 5-voudig ontaard) \Rightarrow 6
1pt		C	($[\text{Ar}] 4s^2 3d^4$)
1pt	10	B	heeft een dubbele C=C-binding
1pt	11	B	3d komt na 4s
2pt	12	D	het tekort is $2 + 4 + 3 - 1 = 8 \Rightarrow$ 4 B.P.; aanvullen tot 4 met N.B.P. of S + C + N + minlading: $6 + 4 + 5 + 1 = 16$ valentie-elektronen en alle atomen een octet
1pt		B	instabieler grensstructuur/mesomere structuur van D
1pt	13	C	Alleen SiF_4 heeft 4 elektronenparen in de omringing
			Reactie en evenwicht
1pt	14	A	zowel bij verdubbeling van $[\text{I}^-]$ als van $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ factor 2 in reactiesnelheid
1pt	15	A	per volume-eenheid neemt het aantal gasdeeltjes toe; het is een exotherme reactie \Rightarrow alleen drukverhoging (katalysator heeft geen invloed op evenwichtsligging)
			Zuren en basen
2pt	16	C	$\frac{x^2}{0,10-x} = 8,0 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x^2 = 8,0 \cdot 10^{-6} \Rightarrow x = 2,83 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,55$
2pt	17	A	Fe^{3+} is een kationzuur (B instabiel; C basisch; D neutraal)
1pt	18	C	verdunnen is de beste methode: zuur wordt minder corrosief en water heeft koelend effect
			Redoxreacties
2pt	19	A	Aan de plus-pool reageert een reductor (H_2O heeft grote overpotential), dus Cl^-
2pt	20	B	$\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{NO}_2^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{NO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O}$
1pt	21	B	$0,34 - V_{\text{red}} = 0,75$; $V_{\text{red}} = 0,34 - 0,75 = -0,41$
1pt	22	B	$\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$ in CrO_4^{2-} ; Cr^{3+} geeft dus elektronen af
2pt	23	D	$2,12 \text{ g Cu} \rightleftharpoons 2,12 \times \frac{107,9}{63,5} \times 2 = 7,20 \text{ g Ag}$ en $2,12 \times \frac{197}{63,5} \times \frac{2}{3} = 4,38 \text{ g Au}$

Opgave 2 Slopen met zuur water

(20 punten)

- 1 Maximumscore 4

Het juiste antwoord kan als volgt genoteerd zijn:

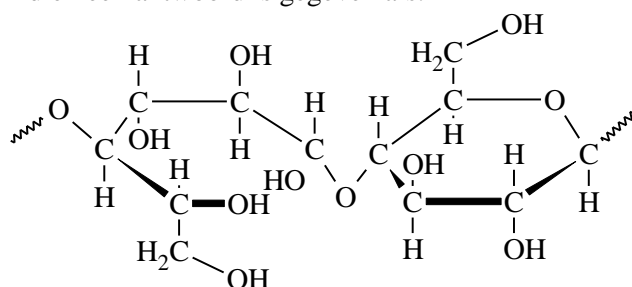


per juiste structuurformule

2

Indien een antwoord is gegeven als:

2

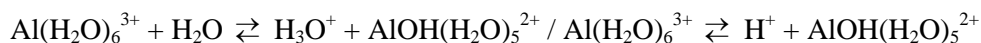


Opmerkingen

De H atomen mogen in de gegeven structuurformules met behulp van bindingsstreepjes worden aangegeven.

Als in een overigens juist antwoord één of meer H atomen niet zijn weergegeven, dan 3 punten toekennen.

- 2 Maximumscore 3



- $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ voor het evenwichtsteken 1
- $\text{AlOH}(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}$ na het evenwichtsteken 1
- H_2O voor één H_3O^+ na het evenwichtsteken of H^+ na het evenwichtsteken 1

Opmerkingen

- *Als de vergelijking $\text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3 \text{H}^+ + \text{Al}(\text{OH})_3$ is gegeven, dit goed rekenen*
- *Als in plaats van het evenwichtsteken een enkele pijl is gegeven, dit goed rekenen.*

- 3 Maximumscore 4

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de berekeningswijze, tot de uitkomst 8,1 of 8,2 (kg DEZ).

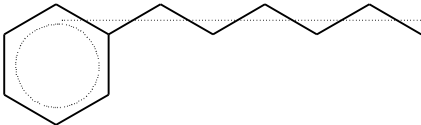
- berekening aantal m^3 DEZ: 190 verminderen met 125 1
- berekening V_m bij 0,025 bar en 25 °C: bijvoorbeeld door 8,31 te vermenigvuldigen met 298 en te delen door $0,025 \cdot 10^5$ 1
- berekening aantal mol DEZ: aantal m^3 DEZ delen door V_m 1
- berekening aantal kg DEZ: aantal mol DEZ vermenigvuldigen met de massa van een mol DEZ (123,5 g) en delen door 10^3 1

of

- berekening aantal m^3 DEZ: 190 verminderen met 125 1
 - omrekening temperatuur en druk naar SI-eenheden: 298 K resp. $0,025 \cdot 10^5$ Pa 1
 - berekening aantal mol DEZ: druk in Pa vermenigvuldigen met aantal m^3 DEZ en delen door 8,31 en door temperatuur in K 1
 - berekening aantal kg DEZ: aantal mol DEZ vermenigvuldigen met de massa van een mol DEZ (123,5 g) en delen door 10^3 1
 - of
 - Bij 298 K en 1,013 bar is $V_m = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$. 1
 - Bij 298 K en 0,025 bar (40,52 keer zo laag) is dus $V_m = 40,52 \times 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 0,99 \text{ m}^3$. 1
 - Dus gaat het om $(190 - 125) / 0,99 = 65,5$ mol DEZ. 1
 - Dit is $65,5 \times \text{molecuulmassa DEZ } (123,5) \times 10^{-3} = 8,1 \text{ kg}$ 1
- 4 Maximumscore 3
- Er wordt (bij beide reacties) (in de gasfase) 1 molecuul DEZ vervangen door 2 moleculen ethaan, dus de druk neemt toe.
- er wordt (bij beide reacties) (in de gasfase) 1 molecuul DEZ vervangen door 2 moleculen ethaan 2
 - conclusie 1
- Indien uit het antwoord blijkt dat behalve ethaan ook Zn^{2+} en/of ZnO een bijdrage leveren aan de toenemende druk 1
- 5 Maximumscore 6
- Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 2,1 (massa%).
- berekening overgebleven aantal mol H^+ (= toegevoegd aantal mol OH^-): $25,2 \cdot 10^{-3}$ vermenigvuldigen met 0,100 1
 - berekening door ZnO verbruikt aantal mol H^+ : overgebleven aantal mol H^+ aftrekken van oorspronkelijk aantal mol H^+ in 30,0 mL 0,100 M zoutzuur ($3,00 \cdot 10^{-3}$ mol H^+) 2
 - berekening aantal mol ZnO: door ZnO verbruikt aantal mol H^+ delen door 2 1
 - berekening aantal gram ZnO: aantal mol ZnO vermenigvuldigen met de massa van een mol ZnO (81,37 of 81,38 g, afhankelijk van de gebruikte Binastabel) 1
 - berekening massapercentage ZnO: aantal gram ZnO delen door 0,945 en vermenigvuldigen met 100 1
- Indien als enige prestatie is vermeld dat $2,52 \cdot 10^{-3}$ mol OH^- is toegevoegd 0

■ Opgave 3 Zo beweeglijk als water

(15 punten)

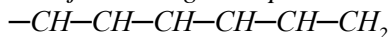
- 6 Maximumscore 2
- Bij propeen, de butenen en de pentenen wordt bij hydrogenering per mol stof aldoor 1 mol dubbele bindingen omgezet tot enkele bindingen.
 Bij 1,4-pentadien worden bij de volledige hydrogenering van 1 mol stof, 2 mol dubbele bindingen omgezet tot enkele bindingen
 Dus is de reactiewarmte 2 keer zo groot
- Notie dat bij propeen (, de butenen en de pentenen bij volledige hydrogenering per mol stof aldoor) één mol dubbele bindingen wordt omgezet (tot enkele bindingen) 1
 - Notie dat bij 1,4-pentadien (bij de volledige hydrogenering per mol stof aldoor) twee mol dubbele bindingen worden omgezet (tot enkele bindingen) en dat (dus) de reactiewarmte/reactie-enthalpie twee keer zo groot is. 1
- 7 Maximumscore 2
- 
- Benzeenring getekend met daarin een gestippelde cirkel 1

- Een zijketen getekend met daarin 6 koolstofatomen (en 7 waterstofatomen) met daaronder/daarboven/daar doorheen een stippellijn die aansluit op de gestippelde cirkel in de benzeenring

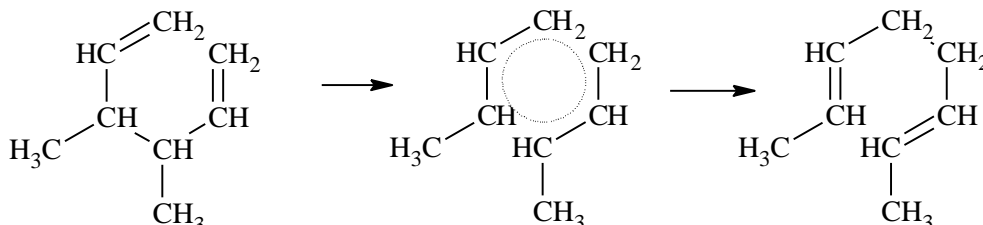
1

Opmerking:

De zijketen mag ook op een andere manier genoteerd worden, bijvoorbeeld



- 8 Maximumscore 4



- Een onvertakte keten met 8 koolstofatomen getekend
- Twee dubbele bindingen in de keten getekend
- De dubbele bindingen op de juiste plaats
- De waterstofatomen getekend

1

1

1

1

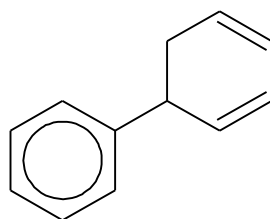
Indien een juiste structuurformule van 2,3-dimethyl-1,5-hexadien is getekend

2

Opmerking:

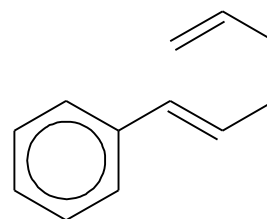
Het antwoord $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ is volledig goed.

- 9 Maximumscore 4



P

3-fenyl-1,5-hexadien



Q

1-fenyl-1,5-hexadien

Q is stabiel (ongeveer $127 - 119 = 8$ kJ) dan **P** doordat in **Q** de dubbele binding tussen C(1) en C(2) direct naast de benzeenring ligt en daardoor vergelijkbaar is met de dubbele binding in de vinylgroep in fenyletheen.

Dus treedt in **Q** extra delocalisatie voor de elektronen op die niet geldt voor **P** omdat daar de dubbele binding tussen C(1) en C(2) en de benzeenring door meer dan één enkele binding is gescheiden.

Hierdoor zal het tussenproduct tussen **P** en **Q** (het geactiveerde complex) meer worden omgezet tot **Q** dan tot **P**. Dus zal in het evenwichtsmengsel meer **Q** aanwezig zijn dan **P**. Het evenwicht ligt dus meer naar rechts dan het evenwicht dat ontstaat bij de Cope-omlegging van gedeuteerd 1,5-hexadien.

- Het tekenen van de structuurformule van **Q** en de notie dat de dubbele binding (tussen C(1) en C(2) slechts) door één enkele binding wordt gescheiden van de (gedelocaliseerde elektronen in de) benzeenring
- Het tekenen van de structuurformule van **P** en de notie dat de dubbele binding (tussen C(1) en C(2)) door meer dan één enkele binding wordt gescheiden van de (gedelocaliseerde elektronen in de) benzeenring
- Notie dat het tussenproduct van **P** en **Q**/het geactiveerde complex (van **P**) meer zal worden omgezet tot **Q** dan tot **P**
- Conclusie (dat in het evenwicht meer **Q** aanwezig is dan **P** en) dat het evenwicht dus meer naar rechts ligt (dan het evenwicht dat ontstaat bij de Cope-omlegging van gedeuteerd 1,5-hexadien)

1

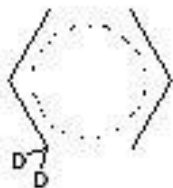
1

1

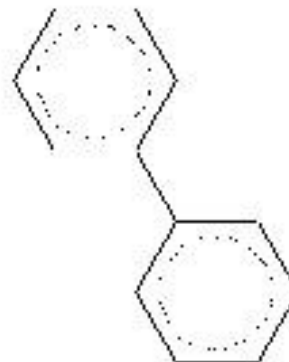
1

□ 10 Maximumscore 3

Het geactiveerde complex van
gedeuteerd 1,5-hexadien
X



Het geactiveerde complex van
3-fenyl-1,5-hexadien
Y



De vorming van het geactiveerde complex gebeurt zowel voor gedeuteerd 1,5-hexadien als voor 3-fenyl-1,5-hexadien in het hexadien gedeelte van de moleculen; X en Y zijn de geactiveerde complexen.

Bij het geactiveerde complex Y treedt extra stabilisatie op omdat de gedelokaliseerde elektronen van de beide “benzeenringen” slechts gescheiden zijn door één enkele C—C binding.

De activeringsenthalpie van Y zal daarom lager zijn dan de activeringsenthalpie van X. Dus zal de Cope-omlegging van 3-fenyl-1,5-hexadien (via het geactiveerde complex Y) sneller verlopen dan de Cope-omlegging van gedeuteerd 1,5-hexadien (via het geactiveerde complex X).

- Tekenen en/of duidelijk maken dat het gaat om het vergelijken van twee geactiveerde complexen (de een ontstaan uit een hexadien keten, de ander ontstaan uit een hexadienketen waar nog een benzeenring aan vastzit op C(3)). 1
- Constatie dat in één van de geactiveerde complexen (dat van 3-fenyl-1,5-hexadien een extra) stabilisatie optreedt (doordat een dubbele binding slechts gescheiden is van een benzeenring door één enkele binding) 1
- Conclusie dat daardoor (een extra) enthalpieverlaging optreedt waardoor de Cope-omlegging via dat geactiveerde complex sneller verloopt (dan via het andere geactiveerde complex waar geen extra stabilisatie optreedt). 1