

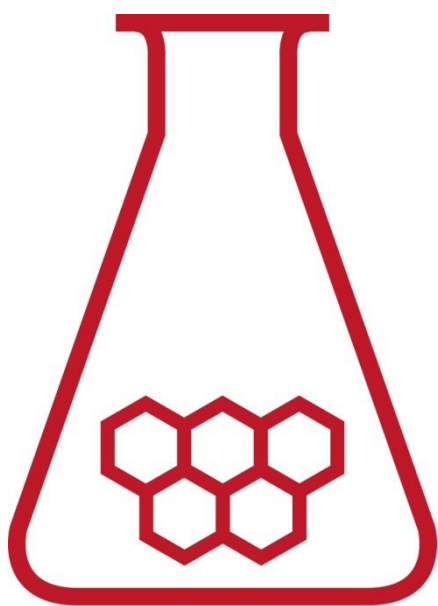
# 32<sup>e</sup> Nationale Scheikundeolympiade

AkzoNobel Sassenheim

afd. RD&I

## THEORIETOETS antwoordmodel

woensdag 8 juni 2011



**SCHEIKUNDE  
OLYMPIADE**



**AkzoNobel**

Tomorrow's Answers Today

- Deze eindtoets bestaat uit 21 (samengestelde) deelvragen verdeeld over 7 opgaven.
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordvel, voorzien van naam.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 143 punten.
- De eindtoets duurt maximaal 4 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5<sup>e</sup> druk.
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.

2011 Ankara, TURKEY





## □ Opgave 1. Zout en chloor

10 punten

### 1 □ maximaal 6 punten

- 1. pluspool/anode:  $2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^-$  (kleinere overpotential dan  $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$ ) 2
- 2. minpool/kathode:  $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$  2
- 3.  $2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$  2

### 2 □ maximaal 4 punten

- $\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta V$  1
- $\Delta V = -\Delta G / (n \cdot F)$  1
- $\Delta V_{\text{elektrolyse}} = -400 \cdot 10^3 / (2 \times 96485) = -2,07 \text{ V}$  1
- $\Delta V_{\text{galv.element}} = 2,07 \text{ V}$  1

## □ Opgave 2. Decompositie van organische peroxides

20 punten

### 3 □ maximaal 10 punten

- $q = \Delta H$  (constante druk) 1
- $P/n = -dq/dt = d[\text{R-O-O-R}]/dt \cdot \Delta_r H$  1
- eerste orde:  $d[\text{R-O-O-R}]/dt = -k [\text{R-O-O-R}]_t$  1
- $\ln [\text{R-O-O-R}]_t / [\text{R-O-O-R}]_0 = -k t$  1
- $[\text{R-O-O-R}]_t = [\text{R-O-O-R}]_0 \times e^{-kt}$  1
- $P = d[\text{R-O-O-R}]/dt \cdot \Delta H_r = -\Delta H_r \times k \times [\text{R-O-O-R}]_t = -\Delta H \times k [\text{R-O-O-R}]_0 \times e^{-kt}$  1
- $\ln P - \ln(-\Delta H \times k \times [\text{R-O-O-R}]_0) = -kt$  1
- Rechte lijn voor  $\ln q_t$  versus  $t \Rightarrow$  eerste orde 1
- $k = \Delta \ln P / \Delta t = 3,00/300 = 0,0100 \text{ s}^{-1}$  2

### 4 □ maximaal 6 punten

- $-\Delta H = P / (k \times [\text{R-O-O-R}]_0 \times e^{-kt})$  2
- Om een probleem met eenheden te voorkomen, moet de warmtegeneratie worden uitgedrukt in W/L 1
- $P = 20 : 0,100 = 200 \text{ W/L}$  1
- $\Delta H = -P / (k \times [\text{R-O-O-R}]_0 \times e^{-kt}) = 200 / (0,010 \times 1 \times e^{-1}) = -5,44 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$  2

### 5 □ maximaal 4 punten

- $k = A e^{(-E_a/(RT))}$  1
- $E_a = R (T_1 T_2 / (T_1 - T_2)) \times \ln (k_1/k_2) = 8,31 \times (353 \times 373/20) \times \ln 5,0 = 8,8 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$  3

## □ Opgave 3. GLDA

18 punten

### 6 □ maximaal 7 punten

- pH 11,00: bijna alle GLDA aanwezig als  $\text{GLDA-Na}_4$  1
- $K_c = [\text{GLDA-Ca}^{2+}] / [\text{Ca}^{2+}][\text{GLDA}] = 10^{5,9}$  1
- $[\text{GLDA-Ca}^{2+}] \approx 0,10/2 = 0,050$  (aanname) 1
- $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{GLDA}] = x$  1
- $0,050/x^2 = 10^{5,9}$  1
- $x = 2,5 \cdot 10^{-4}$ ;  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{GLDA}] = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  1
- $[\text{GLDA-Ca}^{2+}] = 0,050 \text{ mol L}^{-1}$  (aanname klopt) 1

7 ☐ maximaal 11 punten

- Bij pH = 7 is bijna alle GLDA aanwezig als GLDA-Na<sub>3</sub> (eenmaal geprotoneerd) 1
- $K_c = [\text{GLDA-Ca}^{2+}]/[\text{Ca}^{2+}][\text{GLDA}] = 10^{5,9}$ ;  $[\text{GLDA-Ca}^{2+}]/[\text{Ca}^{2+}][\text{GLDA-Na}_4] = 10^{5,9}$  1
- $[\text{GLDA-Na}_4][\text{H}^+]/[\text{GLDA-Na}_3] = 10^{-9,4}$  1
- $[\text{GLDA-Na}_4] = [\text{GLDA-Na}_3] \times 10^{-9,4}/[\text{H}^+]$  1
- $[\text{GLDA-Ca}^{2+}]/[\text{GLDA-Na}_3][\text{Ca}^{2+}] = 10^{5,9} \times 10^{-9,4}/[\text{H}^+] = 10^{3,5}$  1
- $[\text{GLDA-Ca}^{2+}] \approx 0,050$  (aanname) 1
- $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{GLDA-Na}_3] = x$  1
- $0,050/x^2 = 10^{3,5}$  1
- $x = 4,0 \cdot 10^{-3}$  1
- $[\text{GLDA-Ca}^{2+}] = 0,050 \text{ mol L}^{-1}$  (aanname klopt) 1
- $\frac{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{pH}=7,00}}{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{pH}=11,00}} = 4,0 \cdot 10^{-3} / 2,5 \cdot 10^{-4} = 16$  1

☐ **Opgave 4. Kwantumchemie / spectroscopie**

**16 punten**

8 ☐ maximaal 2 punten

- $\Delta E_{\text{vib}} = \varepsilon_{v+1} - \varepsilon_v =$  1
- $(h/2\pi) \times \sqrt{(k/\mu)}$  1

9 ☐ maximaal 6 punten

- Golfgetallen zijn  $3750 \pm 30$ ,  $2855 \pm 30$  en  $2522 \pm 30 \text{ cm}^{-1}$  (aflezing op  $\pm 30 \text{ cm}^{-1}$  nauwkeurig) 3
- de golflengtes: HO:  $(10^{-2}/3750) \text{ m} = 2,667 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ; HCl:  $(10^{-2}/2855) \text{ m} = 3,503 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ; HBr:  $(10^{-2}/2550) \text{ m} = 3,965 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ; 1
- relatieve energieën zijn evenredig met de golfgetallen, dus  $3750 : 2855 : 2522$  1
- $1,49 : 1,13 : 1,00$  1

10 ☐ maximaal 2 punten

Stofafhankelijk zijn:

- $k$  (krachtsconstante) 1
- $m_a$  en  $m_b$  (massa's van de atomen) 1

11 ☐ maximaal 6 punten

- 1. De krachtsconstante  $k$  veroorzaakt kennelijk het verschil. Deze kennen we weliswaar niet, maar het alternatief, de toenemende atoommassa's, kan het niet zijn:  $m_a$  is steeds 1 (waterstof),  $m_b$  is resp. 16, 35 of 80, wat leidt tot een gereduceerde massa van resp. 0,94; 0,97 en 0,99. In de formule staat  $1/\mu$  ook nog eens in een wortel, zodat de invloed van de massa's beperkt blijft tot ca. 2,5% in de energie. 3
- 2. HBr heeft kennelijk de laagste waarde voor  $k$ , de krachtsconstante van de binding, wat suggereert dat bij dit molecuul het proton het minst sterk gebonden is. HBr dissocieert dus het makkelijkst, en is dus het sterkste zuur. 3

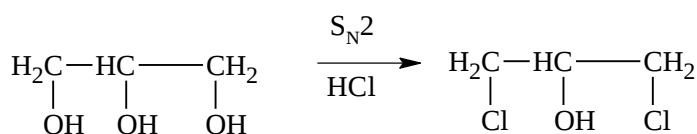
## □ Opgave 5. Synthese en toepassing van epichloorhydrine

15 punten

12 □ maximaal 8 punten

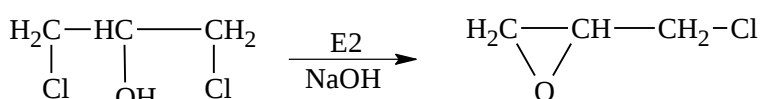
stap 1

+ HCl



stap 2

+ NaOH



stap 1: totaalreactie

- 1,2,3-propaantriol links en 1,3-dichloorpropaan-2-ol rechts
- HCl aangegeven
- mechanisme

1

1

2

stap 2: totaalreactie

- 1,3-dichloorpropaan-2-ol links
- epoxide rechts
- NaOH aangegeven
- mechanisme

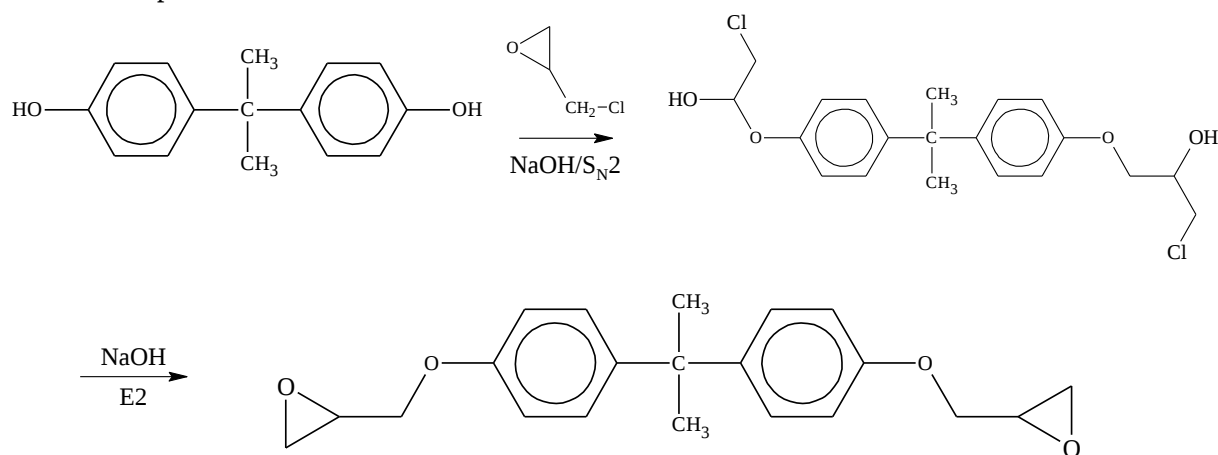
1

1

1

1

13 □ maximaal 7 punten



reactieschema

- bisfenol A en epichloorhydrine links en epikote 828 rechts
- vermelding reagentia
- tussenproduct
- mechanisme

1

2

2

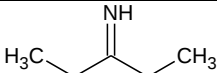
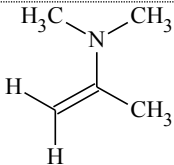
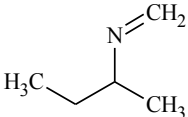
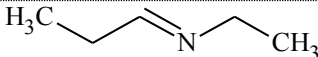
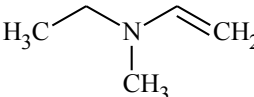
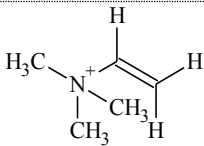
2

## □ Opgave 6. Structuuridentificatie

30 punten

14 □ maximaal 30 punten

14.1 maximaal 18 punten

| Verbinding | Structuur                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 3pt      |  <p>Herkennen dat NH aanwezig is.<br/>Functionele groep <math>(CH_x)_2C=NH</math> is.<br/>Alkyl <math>CH_3CH_2</math> moet zijn.<br/>Symmetrisch molecuul uit C-spectrum.</p> |
| B 3pt      |  <p>Herkennen <math>2 \times CH_3</math> niet gekoppeld op hetzelfde atoom<br/>Herkennen <math>CH_3</math> niet gekoppeld.<br/>Herkennen <math>CH_2=CHCH_3</math></p>         |
| C 3 pt     |  <p>Herkennen <math>CH_2=N</math>.<br/>Herkennen <math>CH_3</math> gekoppeld met <math>CH</math>.<br/>Herkennen <math>CH_3</math> gekoppeld met <math>CH_2</math></p>        |
| D 3 pt     |  <p>Herkennen <math>2 \times CH_3</math> gekoppeld met <math>CH_2</math>.<br/>Herkennen <math>CH_3-CH_2-CH</math>.<br/>Herkennen Alk-<math>CH=N-N</math> of -alkyl</p>      |
| E 3pt      |  <p>Herkennen <math>N-CH_3</math>.<br/>Herkennen <math>CH_3-CH_2</math>.<br/>Herkennen <math>H_2C=CHX</math><br/>Herkennen <math>-N(CH_3)CH_2CH_3</math></p>                |
| F 3 pt     |  <p>Herkennen <math>H_2C=CHX</math><br/>Herkennen <math>(CH_3)_3-N + alkyl</math></p>                                                                                       |

· per verbinding per structuurkenmerk

1

Opmerking: per verbinding maximaal 3 punten

14.2 maximaal 12 punten

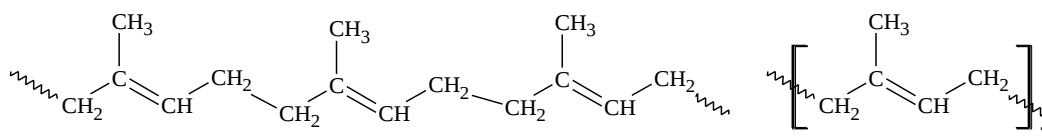
- per verbinding skelet structuurformule juist
- per verbinding rest structuurformule juist

1  
1

## □ Opgave 7. Antireversiemiddelen

34 punten

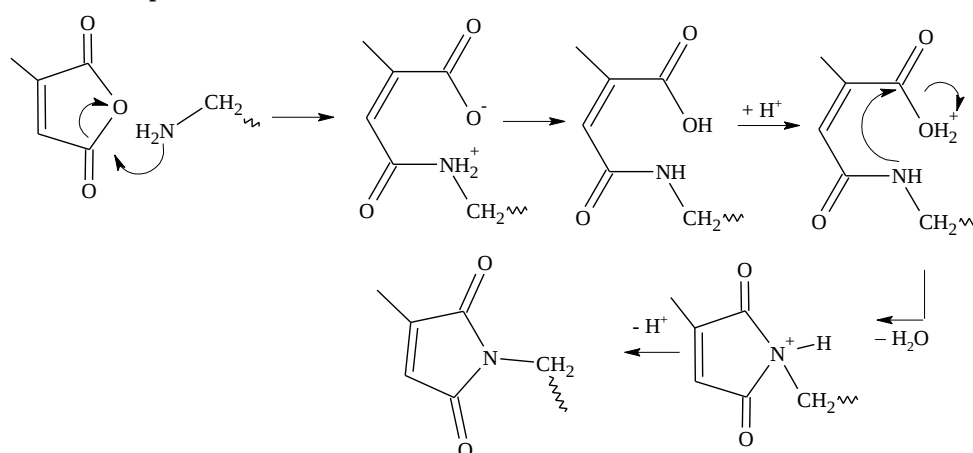
15 □ maximaal 3 punten



- juist skelet isopreen
- juist geschakeld, een dubbele binding per monomeer
- 3 schakels + kop/staartduiding

1  
1  
1

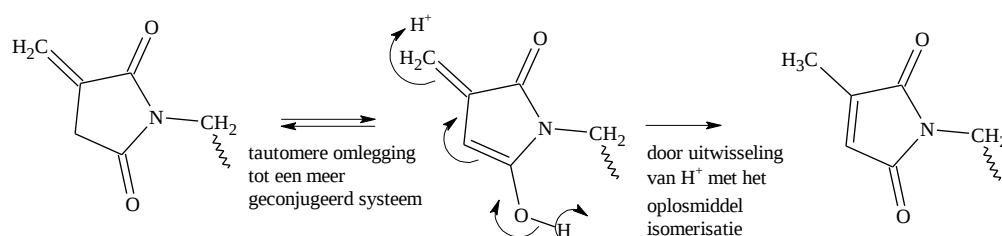
16 □ maximaal 8 punten



- NBP's juist aangegeven
- nucleofiele aanval primair amine op carbonyl-C
- protonoverdracht
- nucleofiele aanval secundair amine op carbonyl-C en dehydrering
- juist tertiair ammonium
- deprotonering
- vermelding dat dit mechanisme bij beide primaire aminogroepen van metaxyleendiamine optreedt
- juist gebruik van kromme pijlen met juist aangegeven ladingen

1  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
1

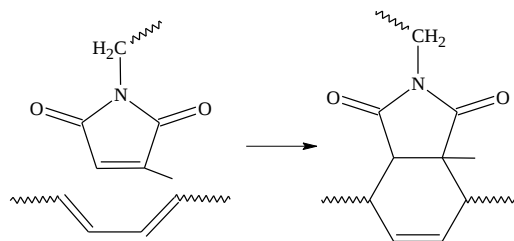
17 □ maximaal 6 punten



- omlegging tot meer geconjugeerd systeem
- uitwisseling  $H^+$  met oplosmiddel geeft isomeer
- evenwichtspijl en juist gebruik van kromme pijlen
- toelichting die de verklaring geeft

2  
2  
1  
1

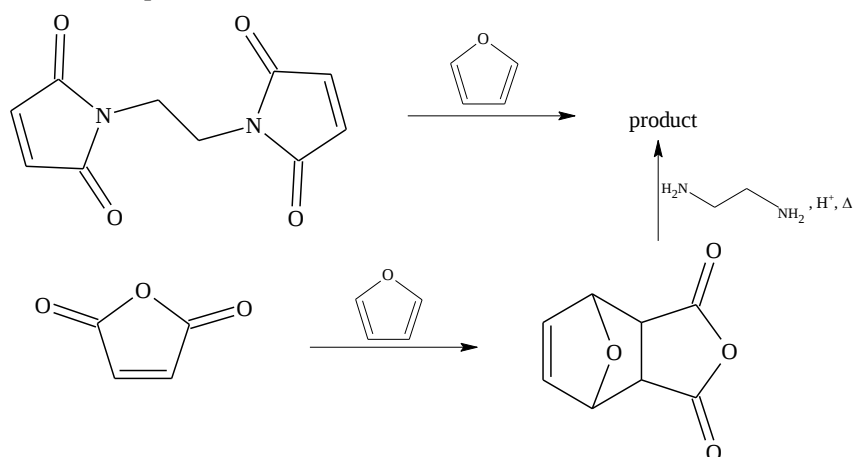
18 ☐ maximaal 4 punten



- notie van diels-alderreactie
- juiste additieproduct
- aangeven van de uiteinden (kronkeltjes)

1  
2  
1

19 ☐ maximaal 8 punten



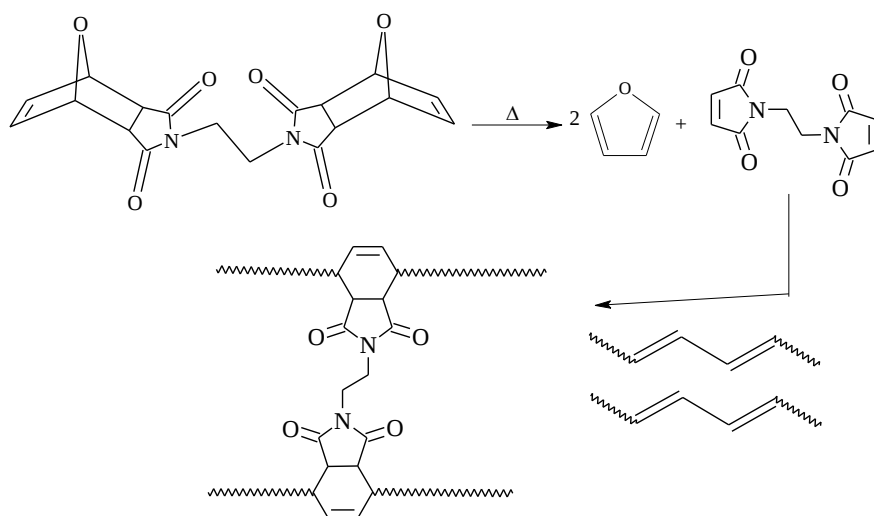
- diimide juist
- maleïnezuuranhydride juist
- reagens furan juist (2x)
- reagens ethaandiamine juist

2  
2  
2  
2

20 ☐ maximaal 1 punt

Endo- en exo-isomeer (kinetisch en thermodynamisch bepaald)

21 ☐ maximaal 4 punten



- afsplitsing furan
- koppeling

2  
2