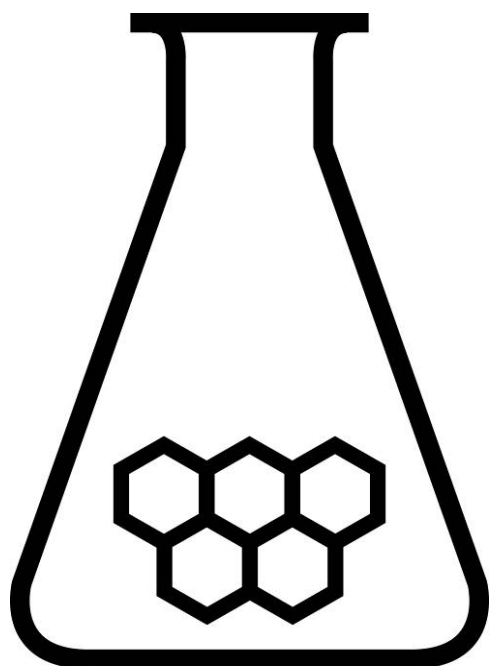


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## OPGAVEN VOORRONDE 2

(de week van)  
woensdag 8 april 2009



UNIVERSITY OF  
CAMBRIDGE

800 Years 1209 - 2009

## SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 30 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 4 open vragen met in totaal 23 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 111 punten
- De voorronde duurt maximaal 3 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.



## Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 45 punten)

normering: 1½ punt per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in.)

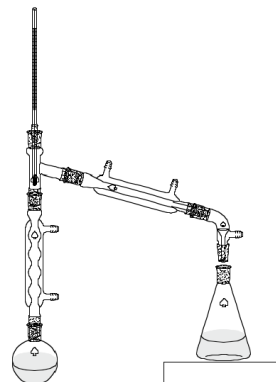
Let op: fout antwoord: -¼ pt; geen antwoord: 0 pt.

### Faseverandering

- 1 Met behulp van gefractioneerde destillatie scheidt men een mengsel van pentaan en hexaan met de opstelling hiernaast.

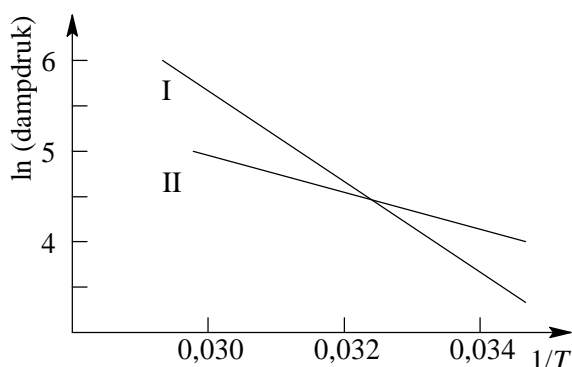
Welke temperatuur zal de thermometer aangeven wanneer de eerste condensdruppel zich daarop vormt?

kookpunt	°C
pentaan	36
hexaan	69



- A lager dan 36 °C
- B 36 °C
- C tussen 36 °C en 69 °C
- D hoger dan 69 °C

2



In de grafiek is de natuurlijke logaritme van de dampdruk van twee stoffen uitgezet tegen  $\frac{1}{T}$

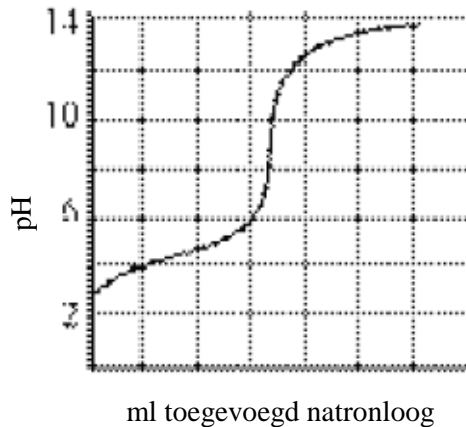
Welke conclusie trek je met betrekking tot de  $\Delta H_{\text{damp}}$  van stof I ten opzichte van stof II.

Tip: maak gebruik van de vergelijking in Binas tabel 37C en van het feit dat bij het kookpunt een evenwicht is tussen de vloeistof- en de gasfase.

- A  $\Delta H_{\text{damp}}$  van I is groter dan  $\Delta H_{\text{damp}}$  van II
  - B  $\Delta H_{\text{damp}}$  van I is kleiner dan  $\Delta H_{\text{damp}}$  van II
  - C  $\Delta H_{\text{damp}}$  van I is gelijk aan  $\Delta H_{\text{damp}}$  van II
  - D Uit alleen deze informatie kan geen conclusie getrokken worden.
- 3 De vriespuntsdaling van een oplossing is evenredig met het aantal opgeloste deeltjes. Welke oplossing in water geeft de kleinste vriespuntsdaling?  
Een 0,1 M oplossing van:
- A  $\text{AlCl}_3$
  - B  $\text{CaCl}_2$
  - C  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - D  $\text{HCl}$

## Zuur-base

- 4 Men kan een gestandaardiseerde oplossing (dus met een nauwkeurig bekende molariteit) van kaliumwaterstoftalaat gebruiken om door middel van een titratie de molariteit van een NaOH-oplossing (natronloog) te bepalen. Met welke werkwijze verkrijgt men een te lage molariteit voor de natronloog?
- A De helft inwegen van de aanbevolen hoeveelheid kaliumwaterstoftalaat.  
B Oplossen van kaliumwaterstoftalaat in meer water dan voorgeschreven.  
C Vergeten om voor de titratie de kraan van de buret te spoelen met natronloog.  
D Verlies van een beetje kaliumwaterstoftalaatoplossing uit de erlenmeyer voor het begin van de titratie.
- 5 Voor welk evenwicht is de evenwichtsconstante gelijk aan  $K_z$  van  $\text{NH}_4^+$ ?
- A  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$   
B  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
C  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
D  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- 6 De grafiek stelt de titratie van een zwak eenwaardig zuur voor. Welk pH-gebied heeft een buffer van dit zuur met zijn zout?

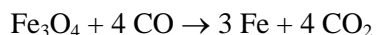


- I pH 4-6      II pH 7-9      III pH 12-13
- A alleen I  
B alleen II  
C alleen I en III  
D alle gebieden

## Rekenwerk

- 7 Met een stroomsterkte van 3,00 A elektrolyseert men een aantal gesmolten chloridezouten. Voor welke hoeveelheid neergeslagen metaal heeft men de langste elektrolysetijd nodig?
- A 50 g Mg  
B 75 g Al  
C 100 g Ca  
D 125 g Fe

- 8 Magnetiet,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , kan door verhitten met koolstofmonooxide gereduceerd worden tot ijzer volgens:



Hoeveel kg  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  is nodig om met een rendement van 88% 5,0 kg ijzer te verkrijgen?

- A 6,1  
B 6,9  
C 7,9  
D 18
- 9 Hoe groot is de pH van de oplossing die ontstaat wanneer 45 mL 0,18 M KOH en 65 mL 0,15 M HCl worden gemengd?
- A 1,07  
B 1,13  
C 1,82  
D 2,92

### Fysische chemie: thermo

- 10 Welke standaard vormingsenthalpie van ethyn,  $\text{C}_2\text{H}_2$  (in kJ) volgt uit onderstaande gegevens?

reactievergelijking	$\Delta H^\circ$ kJ
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-1299,5
$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8

- A -1978,8  
B -1121,4  
C -453,4  
D -226,7  
E 226,7  
F 453,4  
G 1121,4  
H 1978,8
- 11 Welke bewering is altijd juist voor een spontane reactie?
- A De enthalpieverandering van het systeem is negatief.  
B De entropieverandering van het systeem is negatief.  
C De totale entropieverandering is positief.  
D De vrije-energieverandering van het systeem is positief.
- 12 Welke waarde is NIET vereist voor de berekening van de roosterenergie van NaCl m.b.v. een Born-Habercyclus?
- A bindingsenergie van  $\text{Cl}_2(\text{g})$   
B 1<sup>o</sup> ionisatie-energie van  $\text{Cl}(\text{g})$   
C vormingsenthalpie van  $\text{NaCl}(\text{s})$   
D sublimatie-enthalpie van  $\text{Na}(\text{s})$

- 13 Welke waarde voor de vormingsenthalpie in  $\text{kJ mol}^{-1}$  van  $\text{Br}_2(\text{g})$  volgt uit onderstaande gegevens?

$S^\circ$	$\frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
$\text{Br}_2(\text{g})$	245
$\text{Br}_2(\text{l})$	152

- A 7  
 B 12  
 C 31  
 D 93
- 14 Welke conclusie kun je trekken over de waarden van  $\Delta G^\circ$  en  $K_{\text{ev}}$  van een galvanisch element?
- A  $\Delta G^\circ < 0, K_{\text{ev}} < 1$   
 B  $\Delta G^\circ < 0, K_{\text{ev}} > 1$   
 C  $\Delta G^\circ > 0, K_{\text{ev}} < 1$   
 D  $\Delta G^\circ > 0, K_{\text{ev}} > 1$

### Fysische chemie: kinetiek

- 15 Onder bepaalde omstandigheden is de snelheidsvergelijking van de reactie tussen CO en  $\text{NO}_2$  waarbij  $\text{CO}_2$  en NO ontstaat :

$$s = k[\text{CO}][\text{NO}_2].$$

In welke eenheid staat de reactieconstante  $k$ ?

- A  $\frac{\text{mol}}{\text{L s}}$   
 B  $\frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2 \text{ min}}$   
 C  $\frac{\text{L}}{\text{mol s}}$   
 D  $\frac{\text{mol s}}{\text{L}^2 \text{ mol}^2 \text{ s}}$
- 16 De beginsnelheden van reactie  $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Z}$  staan in de tabel.

$[\text{X}] (\text{mol L}^{-1})$	$[\text{Y}] (\text{mol L}^{-1})$	$s (\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1})$
0,10	0,10	0,020
0,10	0,20	0,080
0,30	0,30	0,54

De snelheidsvergelijking luidt:  $s =$

- A  $k[\text{X}]^2$   
 B  $k[\text{Y}]^2$   
 C  $k[\text{X}][\text{Y}]$   
 D  $k[\text{X}][\text{Y}]^2$
- 17 De snelheidsvergelijking voor de reactie  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  is  $s = k[\text{A}]$ .  
 Na 50,0 minuten is er 40,0% A omgezet.  
 Wat volgt hieruit voor de reactieconstante  $k$  in  $\text{min}^{-1}$ ?
- A  $8,00 \cdot 10^{-3}$   
 B  $1,02 \cdot 10^{-2}$   
 C  $1,39 \cdot 10^{-2}$   
 D  $1,83 \cdot 10^{-2}$

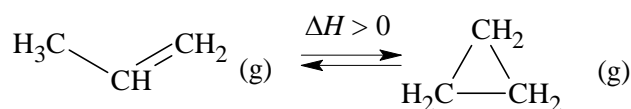
## Evenwicht

- 18 In een vat van 1,00 L brengt men bij een bepaalde temperatuur 2,00 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  en 2,00 mol  $\text{I}_2(\text{g})$ . Het volgende evenwicht stelt zich in:  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ . Als het evenwicht zich ingesteld heeft, is er 3,50 mol HI aanwezig.

Welke waarde volgt hieruit voor de evenwichtsconstante  $K_c$ ?

- A 3,7
- B 14
- C 49
- D  $2,0 \cdot 10^2$

19



Welke van onderstaande veranderingen zorg/t/en voor meer propaan bij evenwicht?

**I** verhogen temperatuur

**II** verhogen druk

- A alleen **I**
- B alleen **II**
- C zowel **I** als **II**
- D geen van beide

- 20 Een verzadigde oplossing van  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  heeft een  $\text{pH} = 8,67$ .

Bereken het oplosbaarheidsproduct  $K_s$  van  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ .

- A  $5,1 \cdot 10^{-17}$
- B  $1,0 \cdot 10^{-16}$
- C  $2,3 \cdot 10^{-11}$
- D  $4,8 \cdot 10^{-6}$

## Elektronen

21

Welke reeks kwantumgetallen hoort bij een elektron in een 4d-orbitaal?

	$n$	$l$	$m_l$	$m_s$
A	4	1	-1	$\frac{1}{2}$
B	4	2	-2	$-\frac{1}{2}$
C	4	3	3	$\frac{1}{2}$
D	4	3	-1	$-\frac{1}{2}$

- 22 Hoeveel ongepaarde elektronen heeft een  $\text{Co}^{2+}(\text{g})$ -ion in zijn grondtoestand?

- A 1
- B 3
- C 5
- D 7

- 23 Welk deeltje is diamagnetisch?

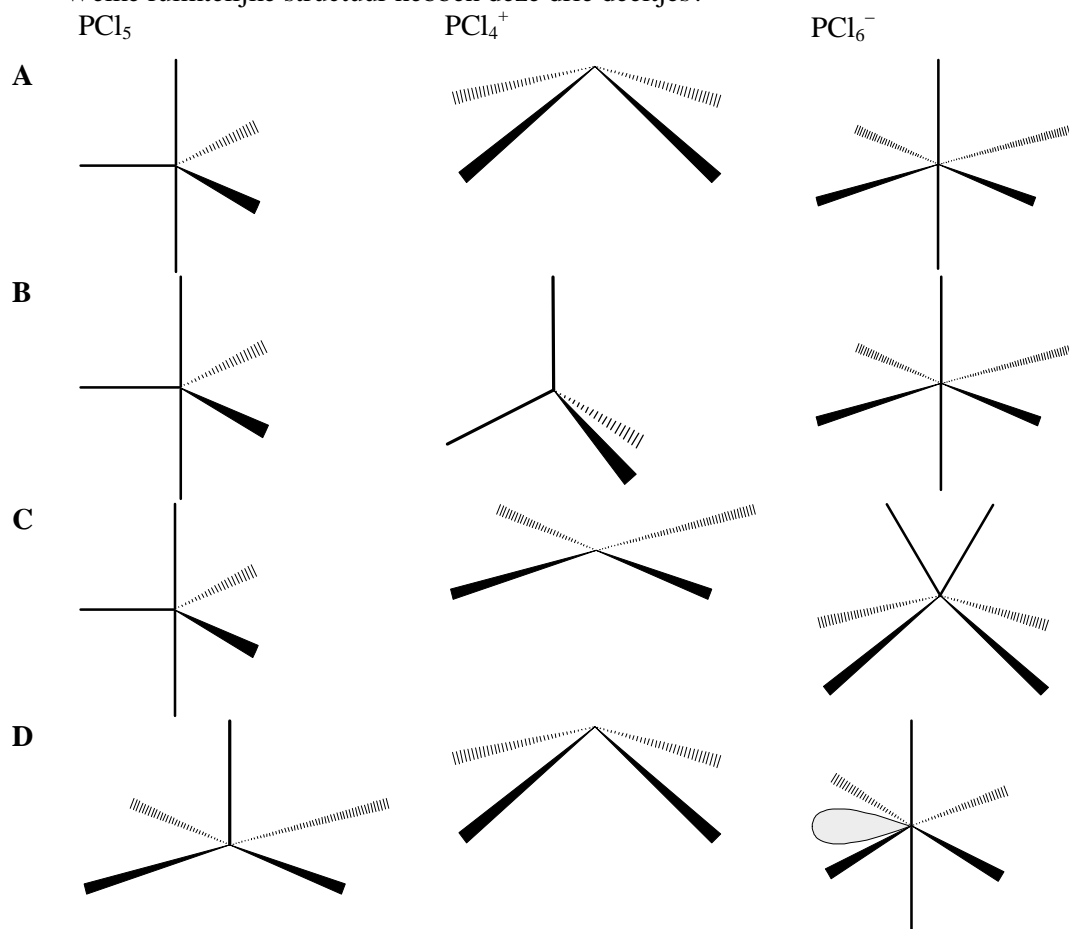
- A NO
- B  $\text{N}_2^+$
- C  $\text{O}_2$
- D  $\text{O}_2^{2-}$

- 24 Hoeveel  $\pi$ -bindingen zitten er in *trans*-buteendizuur ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ )?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

### Structuur en eigenschappen

- 25 Welke van deze moleculen hebben een dipoolmoment ongelijk 0?  
**I**  $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$  **II** *cis*- $\text{ClHC}=\text{CHCl}$  **III** *trans*- $\text{ClHC}=\text{CHCl}$
- A** alleen **I**  
**B** alleen **III**  
**C** alleen **I** en **II**  
**D** **I**, **II** en **III**
- 26 Welke bindingshoek heeft I–I–I in  $\text{I}_3^-$ ? Aanwijzing: de minlading zit op de middelste I en er is geen sprake van mesomerie in het deeltje.
- A**  $90^\circ$   
**B** tussen  $90^\circ$  en  $120^\circ$   
**C**  $120^\circ$   
**D**  $180^\circ$
- 27 Welk deeltje heeft de kortste N–O binding?
- A**  $\text{NO}^+$   
**B**  $\text{NO}_2^+$   
**C**  $\text{NO}_2^-$   
**D**  $\text{NO}_3^-$
- 28 In de gasfase bestaat  $\text{PCl}_5$  uit individuele moleculen, maar in de vaste fase heeft het een ionaire structuur  $\text{PCl}_4^+\text{PCl}_6^-$   
 Welke ruimtelijke structuur hebben deze drie deeltjes?





- 29 Hoeveel verbindingen hebben de formule  $C_2H_3Cl_3$ ?
- A 2
  - B 3
  - C 4
  - D 5
- 30 Cellulose en zetmeel zijn biopolymeren. Mensen kunnen zetmeel verteren, maar geen cellulose. Dit verschil ligt **vooral** aan een verschil in
- A aantal monomeereenheden in de beide polymeren
  - B identiteit van de monomeren in de beide polymeren
  - C oriëntatie van de bindingen tussen de monomeren
  - D percentage koolstof in de beide polymeren

## Open opgaven

(totaal 66 punten)

### ■ Opgave 2 NMR-SPECTROSCOPIE

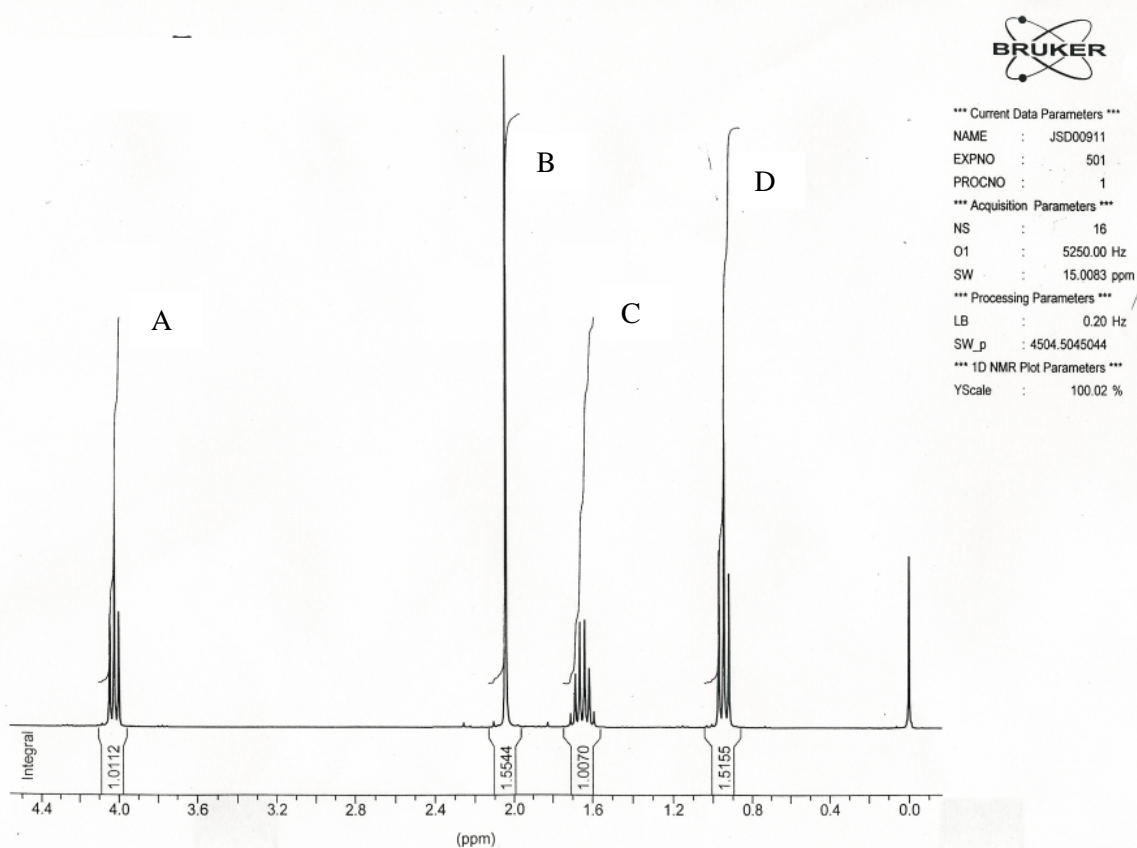
(24 punten)

(NB Bij deze opgave behoren twee spectra. Bij het  $^1\text{H}$ -NMR-spectrum zijn eronder de integralen (= oppervlakken) van de pieken weergegeven in getalverhoudingen.)

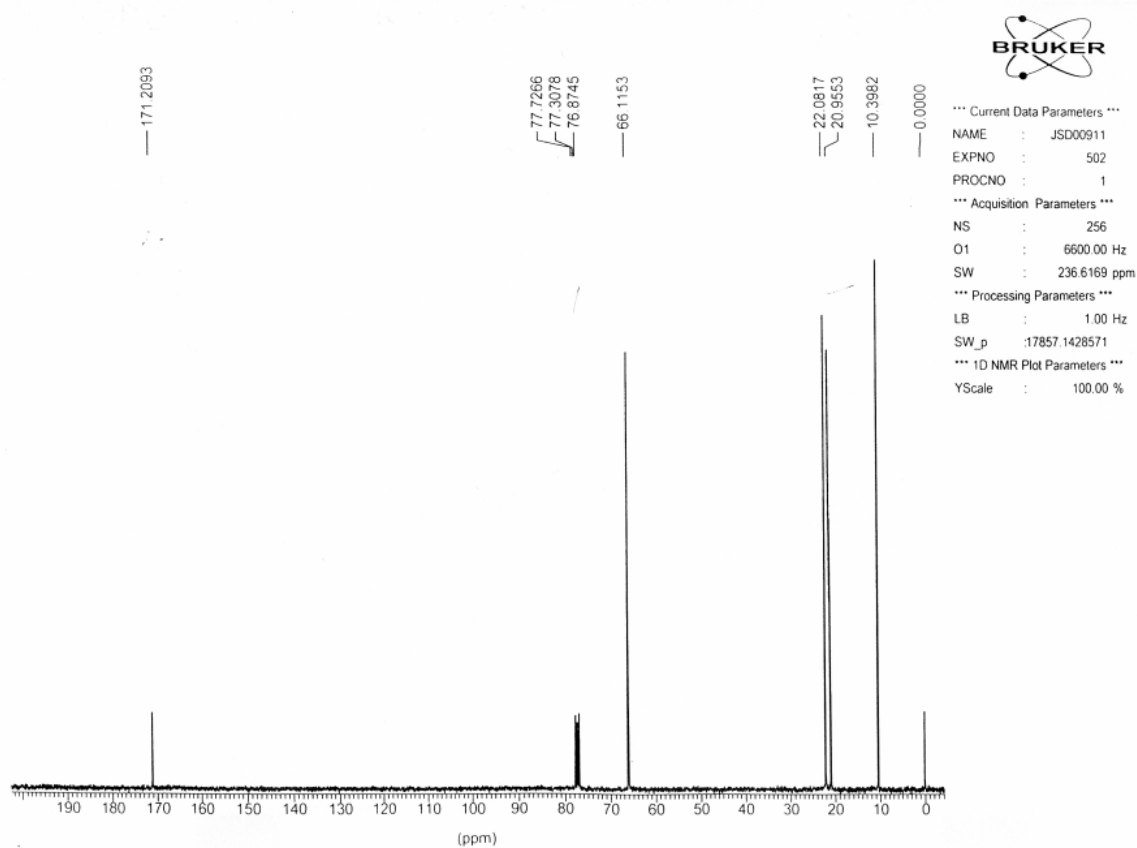
Van een onbekende verbinding X met  $M = 102$  weten we (uit het IR-spectrum) dat het een ester is.

- 6p 1  Bereken de molecuulformule van verbinding X.  
Geef alle mogelijke structuurformules van verbinding X.
- Op basis van NMR is de juiste structuur af te leiden.  
Aan het eind van deze opgave staan twee NMR-spectra:
- $^1\text{H}$ -NMR-spectrum **I** van een oplossing van X in het oplosmiddel  $\text{CDCl}_3$  waaraan wat TMS is toegevoegd, opgenomen bij een frequentie van 300 MHz.
  - $^{13}\text{C}$ -NMR-spectrum **II** opgenomen van dezelfde oplossing van X, bij een frequentie van 75 MHz.
- In spectrum II zijn de 3 signaaltjes bij ongeveer 77 ppm afkomstig van het oplosmiddel.
- 2p 2  Leg uit m.b.v. het  $^{13}\text{C}$ -NMR-spectrum hoeveel verschillende C-atomen (dit zijn C-atomen met verschillende omringing) we aantreffen in een molecuul van stof X?
- 3p 3  Bereken de totale integraal.  
Uit vraag 1 weet je met hoeveel H-atomen deze overeenstemt.  
Bereken vervolgens met behulp van de integraal de aantallen H-atomen per  $\sigma$ -waarde.
- 1p 4  Waarom vertoont signaal A geen opsplitsing?
- 3p 5  Leg uit met hoeveel buur-H's de H's van het signaal bij 1,65 ppm gekoppeld zijn?  
Bij welke  $\sigma$ -waarde(n) bevinden zich deze buur-H's?
- 2p 6  Geef een verklaring waarom de H's die in signaal A tot resonantie komen als enige een zo'n hoge  $\sigma$ -waarde hebben.
- 3p 7  Leg uit wat de structuur van  $\text{R}_1$  is in verbinding X (de ester  $\text{RCOOR}_1$ )?  
Leg uit wat de structuur van de R-groep is.  
Geef de structuurformule van verbinding X.
- 4p 8  Zet in de structuurformule van verbinding X bij alle C-atomen de juiste signaalpositie in ppm. ( $^{13}\text{C}$ -NMR-spectrumspectrum).

**<sup>1</sup>H-NMR-spectrum I van verbinding X in CDCl<sub>3</sub> bij 300 MHz**



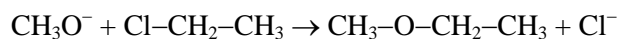
**<sup>13</sup>C-NMR-Spectrum II van verbinding X in CDCl<sub>3</sub> bij 75 MHz**



### Opgave 3 Williamsonreactie

(15 punten)

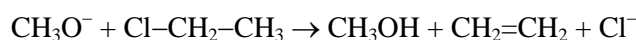
Men gebruikt oplossingen van natriumalkanolaten in een alkanol onder andere bij de zogenoemde Williamsonreactie. Een reactie waarbij een alkoxyalkaan ontstaat door een oplossing van een alkanolaat te laten reageren met een halogeenalkaan wordt een Williamsonreactie genoemd. Een oplossing van natriummethanolaat in methanol bevat behalve CH<sub>3</sub>OH moleculen ook Na<sup>+</sup> ionen en CH<sub>3</sub>O<sup>-</sup> ionen. Bij de Williamsonreactie, die optreedt als men deze oplossing laat reageren met chloorethaan, reageren CH<sub>3</sub>O<sup>-</sup> ionen met CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl moleculen. Hierbij ontstaat methoxyethaan:



Men kan methoxyethaan nog op een andere manier via een Williamsonreactie bereiden. Men moet dan andere deeltjes dan CH<sub>3</sub>O<sup>-</sup> en CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl met elkaar laten reageren.

2p 9  Geef de formules van die andere deeltjes.

Als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met chloorethaan, treedt behalve de Williamsonreactie nog een andere reactie op. Bij die andere reactie ontstaat etheen:



Alkeenvorming kan optreden als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met een chlooralkaan met minstens twee C atomen per molecuul.

Men kan zich voorstellen dat de vorming van een alkeen uit CH<sub>3</sub>O<sup>-</sup> en zo'n chlooralkaan verloopt volgens de volgende twee deelreacties.

Deelreactie 1: een CH<sub>3</sub>O<sup>-</sup> ion onttrekt aan een molecuul van het chlooralkaan een H<sup>+</sup> ion. Voor de levering van het H<sup>+</sup> ion komen alleen H atomen in aanmerking die gebonden zijn aan een C atoom *naast* het C atoom waaraan het Cl atoom gebonden is.

Deelreactie 2: van het ion dat in deelreactie 1 gevormd is, wordt een Cl<sup>-</sup> ion afgesplitst. Hierbij ontstaat een molecuul van een alkeen.

2p 10  Geef de elektronenformule van het ion dat in deelreactie 1 ontstaat als aan een molecuul chloorethaan een H<sup>+</sup> ion wordt onttrokken. Zet de lading in de elektronenformule bij het juiste atoom.

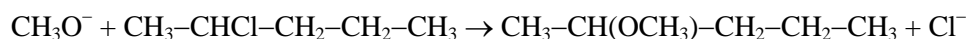
Er zijn monochlooralkanen, met minstens twee C atomen per molecuul, waarmee geen alkeenvorming optreedt als men die laat reageren met een oplossing van natriummethanolaat in methanol.

2p 11  Geef de structuurformule van zo'n monochlooralkaan.

Ook als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met 2-chloorpentaan, CH<sub>3</sub>-CHCl-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>, treedt zowel de Williamsonreactie als alkeenvorming op. Het is gebleken dat hierbij drie alkenen gevormd worden.

2p 12  Geef de namen van die drie alkenen.

De Williamsonreactie die optreedt als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met 2-chloorpentaan, kan als volgt in een vergelijking worden weergegeven:



Van 2-chloorpentaan bestaan twee optische isomeren, een *R*- en een *S*-isomeer. Ook van 2-methoxypentaan bestaan twee optische isomeren.

Als men uitsluitend (optisch actief) *R*-2-chloorpentaan met een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren, ontstaan beide optische isomeren van 2-methoxypentaan. Er blijkt dan een reactiemengsel te ontstaan waarin *R*-2-methoxypentaan en *S*-2-methoxypentaan in de molverhouding 2 : 3 aanwezig zijn.

3p 13  Leg uit of dit mengsel optische activiteit zal vertonen.

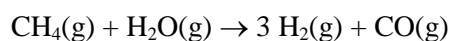
Men kan *R*-2-methoxypentaan bereiden zonder dat *S*-2-methoxypentaan ontstaat. Dit kan met de Williamsonreactie, maar men moet dan uitgaan van een ander chlooralkaan dan (*R*-)2-chloorpentaan en een oplossing van een ander alkanolaat dan methanolaat.

2p 14  Geef de namen van het alkanolaat en het chlooralkaan die men met elkaar moet laten reageren via de Williamsonreactie om *R*-2-methoxypentaaan te bereiden zonder dat *S*-2-methoxypentaaan ontstaat.

2p 15  Leg uit hoe het komt dat bij de Williamsonreactie tussen deze twee soorten deeltjes geen *S*-2-methoxypentaaan ontstaat.

## ■ Opgave 4 Industriële productie van waterstof (14 punten)

In de industrie kan waterstof geproduceerd worden door verhitten van koolwaterstoffen, zoals methaan, met stoom:



3p 16  Bereken de Gibbs-energieverandering  $\Delta_r G^\circ$  van deze reactie en daarmee de evenwichtsconstante  $K_p$ . Vermeld ook de eenheid van  $K_p$ .

2p 17  Hoe verandert de waarde van de evenwichtsconstante met de temperatuur?

De industriële productie kan zonder katalysator bij atmosferische druk en hoge temperatuur plaatsvinden.

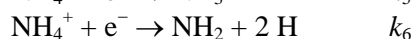
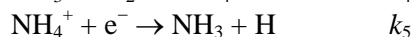
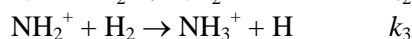
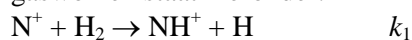
Bij evenwicht blijft gewoonlijk 0,20 volume-% methaangas over.

7p 18  Bereken de waarde van  $K_p$  voor dit industriële proces dat bij evenwicht 0,20 vol-% methaan oplevert. Neem aan dat de reactie begint met gelijke volumehoeveelheden methaan en stoom. Let op: de omstandigheden zijn heel anders dan standaard.

2p 19  Maak m.b.v. de Van 't Hoff-relatie  $\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta_r H^\circ}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$  een schatting van de temperatuur die in de industrie nodig is voor de bereiding van waterstof uit methaan.

## ■ Opgave 5 Interstellaire chemie (13 punten)

Een mogelijk ion-molecuul reactiemechanisme voor de synthese van ammoniak in interstellaire gaswolven staat hieronder:



5p 20  Leid betrekkingen af tussen de concentraties van de intermediären  $\text{NH}^+$ ,  $\text{NH}_2^+$ ,  $\text{NH}_3^+$  en  $\text{NH}_4^+$  en de concentraties van de reactanten:  $[\text{N}^+]$ ,  $[\text{H}_2]$  en  $[\text{e}^-]$ . Gebruik de steady-state-benadering.

3p 21  Laat zien dat de overall productiesnelheid van  $\text{NH}_3$  wordt gegeven door:  $\frac{d[\text{NH}_3]}{dt} = k_2^e [\text{N}^+][\text{H}_2]$ . Hierin is  $k_2^e$  de 2<sup>e</sup>-orde snelheidsconstante voor de reactie. Druk  $k_2^e$  uit in de snelheidsconstanten van de deelstappen  $k_1$ ,  $k_5$  en  $k_6$ .

2p 22  Wat is de oorzaak van de activeringsenergie in een chemische reactie?

De reactiesnelheden van veel ion-molecuulreacties zijn nauwelijks temperatuurafhankelijk.

3p 23  Welke conclusie trek je hieruit met betrekking tot de activeringsenergie?

Leg uit dat deze conclusie van belang is voor reacties die plaatsvinden in de interstellaire ruimte?