



NAAM:

STUDENTCODE:

## Opdracht 1

13% van het totaal

### Een milieuvriendelijke aldolcondensatie

1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	Totaal
1	1	13	20	6	1	2	44

a) Meet en noteer de pH van de oplossing.

b) Noteer de massa van het ruwe product.

c) Bekijk de TLC plaatjes onder een UV-lamp. Omcirkel de vlekken met een potlood om duidelijk de plaats aan te geven. Teken het gekozen plaatje na op het antwoordblad en stop het plaatje in het hersluitbare zakje met je studentcode.

NAAM:

STUDENTCODE:

Bepaal en noteer de relevante  $R_f$  waarden.

stof	$R_f$

NAAM:

STUDENTCODE:

d) Noteer de massa van het gezuiverde product.

--

e) Product A heeft één van de volgende twee molecuulformules:  $C_{18}H_{18}O_4$  of  $C_{18}H_{16}O_3$ .

Teken de structuurformule van iedere stereo-isomeer met molecuulformule  $C_{18}H_{18}O_4$  die gevormd kan worden bij deze reactie. Geef aan hoeveel pieken je in het totaal verwacht in het  $^{13}C$  NMR spectrum van iedere stereo-isomeer.

Voor  $C_{18}H_{18}O_4$  :

structuur	aantal te verwachten pieken bij $^{13}C$ NMR:



NAAM:

STUDENTCODE:

---

Teken de structuurformule van iedere stereo-isomeer met molecuulformule  $C_{18}H_{16}O_3$  die gevormd kan worden bij deze reactie. Geef aan hoeveel pieken je in het totaal verwacht in het  $^{13}C$  NMR spectrum van iedere stereo-isomeer.

Voor  $C_{18}H_{16}O_3$  :

structuur	aantal te verwachten pieken bij $^{13}C$ NMR:

NAAM:

STUDENTCODE:

---

- f) Bepaal met behulp van het gegeven  $^{13}\text{C}$  NMR spectrum in de practicumopdracht de juiste molecuulformule. Kruis één van de twee mogelijke antwoorden hieronder aan:

$\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{O}_4$ :

$\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_3$ :

- g) Bereken de opbrengst van je gezuiverde product in massapercentage, gebaseerd op de molecuulformule die je gegeven hebt.

---

opbrengst in massapercentage:

## Opdracht 2

13% van het totaal

### Analyse van een koper(II)complex

2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	Totaal
15	1	2	15	1	2	4	4	44

#### Titratie van de koperionen:

	massa van het complex / g	benodigd volume van de EDTA-oplossing / mL	geef hier aan welke gegevens je gebruikt voor onderdeel (a)
Sample 1			
Sample 2			
Sample 3			

- a) Bereken het volume EDTA-oplossing dat nodig zou zijn om volledig te reageren met 0,100 g complex.

- b) Geef een vergelijking voor de reactie die tijdens de titratie optrad:



NAAM:

STUDENTCODE:

c) Bereken het massapercentage koper in het monster:

massapercentage koper:

**Titratie van de chloride-ionen:**

	massa van het complex / g	benodigd volume van de zilvernitraatoplossing / mL	geef hier aan welke gegevens je gebruikt voor onderdeel (d)
Sample 4			
Sample 5			
Sample 6			

d) Bereken het volume zilvernitraatoplossing dat nodig zou zijn om volledig te reageren met 0,200 g complex.



NAAM:

STUDENTCODE:

---

e) Geef een vergelijking voor de reactie die tijdens de titratie optrad:

f) Bereken het massapercentage chloride in het monster:

massapercentage chloride:

g) Geef aan welk element de grootste procentuele fout in de bepaling van het massapercentage heeft.:

Cu

Cl

O

C

H

N



**NAAM:**

**STUDENTCODE:**

---

- h) Bepaal de formule van het anorganische koper(II)complex.  
Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

formule:



NAAM:

STUDENTCODE:

## Opdracht 3

14% van het totaal

### De kritische micelconcentratie van een surfactant

3a	3b	3c	Totaal
2	34	2	38

a) Geef de concentratie van de zelfbereide voorraad SDS-oplossing:

b) Geef de verkregen resultaten weer in onderstaande tabel, zet de resultaten uit op het grafiekpapier dat voorhanden is en teken een geschikte grafiek om de kritische micelconcentratie (CMC) te bepalen.

volume van de voorraad SDS-oplossing / cm <sup>3</sup>	volume van H <sub>2</sub> O / cm <sup>3</sup>	c / mmol dm <sup>-3</sup>	σ / μS cm <sup>-1</sup>



NAAM:

STUDENTCODE:

---

volume van de voorraad SDS- oplossing / cm <sup>3</sup>	volume van H <sub>2</sub> O / cm <sup>3</sup>	c / mmol dm <sup>-3</sup>	σ / μS cm <sup>-1</sup>

c) Geef de concentratie waarbij micelvorming begint op te treden (de kritische micelconcentratie):



## Examenprocedure

- Je hebt **5 uur** de tijd voor dit examen. Vooraf krijg je **15 minuten leestijd**. Dus in totaal heb je 5 uur en 15 minuten de tijd. **BEGIN NIET** met het praktische werk voordat het signaal **START** is gegeven.
- **Wanneer aan het eind van de 5 uur wordt aangekondigd dat je moet stoppen met werken, moet je dat ook onmiddellijk doen. Als je dat niet doet, kan dat ertoe leiden dat je voor dit examen wordt gediskwalificeerd.**
- **Blijf op je plek** nadat het stopsein is gegeven. Er komt een surveillant naar je toe om te controleren of je het volgende hebt laten liggen:
  - Deze practicuminstructies.
  - Al je antwoordbladen *plus* het vel grafiekpapier van opdracht 3 in de envelop waar je studentcode op staat. Sluit de envelop niet af.
  - De TLC plaat die je hebt gekozen in opdracht 1 in het hersluitbare plastic zakje waar je studentcode op staat.
  - Het monster met het etiket 'RPA' van opdracht 1.
- Je mag de examenzaal pas **verlaten na toestemming van de surveillanten**.

## Algemene informatie

- **Veiligheid** is uiterst belangrijk in het laboratorium. Houd je aan de **veiligheidsregels** uit de IChO reglementen. In de practicumzaal moet je **altijd** een **veiligheidsbril** en een **laboratoriumjas** dragen. Het is aanbevelenswaardig om tijdens opdracht 1 **veiligheidshandschoenen** te dragen.
- Indien je je op een onveilige manier gedraagt, krijg je **één waarschuwing**. Daarna word je verzocht het laboratorium te verlaten. Je mag dan niet meer terugkeren en je krijgt een score van nul punten voor het gehele praktische examen.
- Het **vragenboekje** bestaat uit 15 pagina's, met daarin **3 opdrachten**. Je mag zelf weten in welke volgorde je de opdrachten afwerkt.
- Het **antwoordenboekje** bestaat uit 11 pagina's. Schrijf je **naam en studentcode op elk blad van het antwoordboekje**. Haal de bladen niet van elkaar.
- Geef antwoorden en berekeningen alleen **binnen de aangegeven kaders**. Alles buiten de kaders wordt niet beoordeeld. Geef alle relevante berekeningen (je mag een rekenmachine gebruiken). Als je **kladpapier** nodig hebt, kun je daarvoor de achterzijde van de antwoordbladen gebruiken.
- Numerieke antwoorden hebben geen betekenis als je daarbij niet de bijbehorende eenheid opgeeft. Je wordt er dan ook zwaar voor gestraft wanneer je geen eenheid opgeeft waar dat wel nodig is.
- Gebruik alleen pennen, potlood, gum, lineaal en rekenmachine die zijn verstrekt.
- Wanneer je een fout hebt gemaakt of iets hebt gebroken en je hebt **extra spullen of chemicaliën** nodig, neem dan contact op met een surveillant. Wat je nodig hebt, wordt verstrekt. De eerste keer wordt je dat niet aangerekend, maar als je nog meer nodig hebt, krijg je **1 strafpunt** van de 40 beschikbare punten voor elke keer dat je weer iets nodig hebt. Als je extra grafiekpapier nodig hebt, wordt dat niet aangerekend.
- Wanneer je **vragen** hebt over de opdrachten, of wanneer je een **verfrissing** nodig hebt, of **naar het toilet** moet, neem dan contact op met een surveillant.
- Als je bepaald glaswerk vaker wilt gebruiken tijdens je experimenten dan moet je dit zelf goed schoonmaken. Gebruik daarvoor de dichtstbijzijnde wasbak.
- **Behalve de EDTA-oplossing en de oplossingen die koper of zilver bevatten**, mag je alle oplossingen door de gootsteen spoelen. Laat oplossingen die je niet door de gootsteen mag spoelen op je tafel achter of voer ze af in de daartoe bestemde container.
- De officiële Engelstalige versie van dit examen is op verzoek beschikbaar wanneer iets niet duidelijk is.



### Periodiek systeem met relatieve atoommassa's

1 H 1.008																	18 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.55	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57 La*	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac <sup>†</sup>															

*Lanthanides	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
†Actinides	90 Th 232.01	91 Pa	92 U 238.03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



## Benodigdheden per student

benodigdheden	aantal
<b>Opdracht 1:</b>	
bekerglas (25 cm <sup>3</sup> )	1
grote metalen spatel	1
kleine metalen spatel	1
glasstaaf met plat uiteinde	1
afzuigpomp	1
büchnertrechter (250 cm <sup>3</sup> )	1
rubber ring voor de büchnertrechter	1
hirschtrechter	1
monsterpotje voor het ruwe product A, met label 'CPA'	1
TLC-vaatje met deksel en filtreerpapier erin	1
TLC-plaatjes (in hersluitbaar zakje voorzien van de studentcode)	3
TLC-capillairen	6
erlenmeyer (100 cm <sup>3</sup> )	3
roervlo	1
verwarmingsplaat met roerder	1
glastrechter (75 mm)	1
reageerbuis houder	1
büchnertrechter	1
polystyreen bakje (ijsbad)	1
monsterpotje voor het herkristalliseerde product A, met label 'student code' en 'RPA'.	1
hersluitbaar zakje met:	1
• pH-papier en kleurcode	1
• filtreerpapier voor de hirschtrechter	2
• filtreerpapier voor de hete filtratie	2
• filtreerpapier voor de büchnertrechter	2
<b>Opdracht 2:</b>	
buret (50 cm <sup>3</sup> )	1
maatcilinder (25 cm <sup>3</sup> )	1
erlenmeyer (250 cm <sup>3</sup> )	4



plastic trechter (40 mm)	1
<b>Opdracht 3:</b>	
hoog plastic vaatje	1
geleidbaarheidsmeter	1
rubber pipetteerballon (50 cm <sup>3</sup> )	1
pipet (50 cm <sup>3</sup> )	1
maatkolf (250 cm <sup>3</sup> )	1
buret (50 cm <sup>3</sup> )	1
plastic trechter (40 mm)	1
blad grafiekpapier met de assen gelabeld	1
<b>Nodig in meer dan een opdracht:</b>	
potlood	1
markeerpen	1
envelop met label 'studentcode'	1
spruitfles met gedestilleerd water (500 cm <sup>3</sup> )	1
manneling	4
klemmen	4
statief en klem (alleen bij zoölogie)	3
maatcilinder (10 cm <sup>3</sup> )	1
tissuepapier voor schoonmaken	
plastic wegwerppipet (3 cm <sup>3</sup> )	8
<b>Gedeelde benodigdheden:</b>	
UV-lamp	
balans (3 decimalen nauwkeurig)	
gelabelde afvalvaten voor EDTA-, koper-, en zilverafval	
paarse nitrilhandschoenen in alle maten	





## chemicaliën op elke tafel

stof	R zinnen	S zinnen
<b>Opdracht 1:</b>		
3,4-dimethoxybenzaldehyd: 0,50 g voorgewogen in monsterpotje met label 'DMBA 0.5 g',	22-36/37/38	22-24/25
1-indanon: 0,40 g voorgewogen in monsterpotje	22	–
NaOH: 0,10 g voorgewogen in monsterpotje	34-35	26-36-37/39-45
HCl (3,0M aqueous): 10 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> flesje,	34-37	24-26-36-45
diethylether:heptaan (1:1): 25 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> flesje met label 'Et <sub>2</sub> O:Heptane (1:1)',	diethylether: 12-19-22-66-67; heptaan: 11-38-50/53-65-67	diethylether: 9-16-29-33; heptaan: 9-16-23-29-33-60-61-62
ethylacetaat 'Ethyl ethanoate': 1 cm <sup>3</sup> in een monsterpotje	11-36-66-67	16-26-33
monster 1-indanon opgelost in ethylacetaat: 1,0 cm <sup>3</sup> in een monsterpotje met label '1-indanone in ethyl ethanoate'	zie boven	zie boven
monster 3,4-dimethoxybenzaldehyd opgelost in ethylacetaat: 1,0 cm <sup>3</sup> in een monsterpotje met label 'DMBA in ethyl ethanoate'	zie boven	zie boven
ethylalcohol (ethanol; 9:1 mengsel met H <sub>2</sub> O): 100 cm <sup>3</sup> in een 125 cm <sup>3</sup> potje met label 'EtOH:H <sub>2</sub> O (9:1)'	11	7-16
<b>Opdracht 2:</b>		
anorganisch complex: drie monsters van ongeveer 0,1 g, nauwkeurig voorgewogen in een monsterpotje met label 'Sample 1', 'Sample 2', 'Sample 3'	22-25-36/37/38	26-28-37/39-45
anorganisch complex: drie monsters van ongeveer 0,2 g, nauwkeurig voorgewogen in een monsterpotje met label 'Sample 4', 'Sample 5' en 'Sample 6'	22-25-36/37/38	26-28-37/39-45
pH 10 ammoniabuffer: 10 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> doorzichtig glazen potje met label 'pH 10 ammonium buffer'	20/21/22-36/37/38	26-36
Murexide-indicator (oplossing in H <sub>2</sub> O): 10 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> doorzichtig glazen potje	–	24/25
EDTA-dinatriumzout (0,0200 M oplossing in H <sub>2</sub> O): 150 cm <sup>3</sup> in een 250 cm <sup>3</sup> doorzichtig glazen potje	22	36
azijnzuur 'Ethanoic acid': 10 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> doorzichtig glazen potje	10-35	23-26-45
2,7-dichloorfluoresceïneindicator (oplossing in 7:3 EtOH:H <sub>2</sub> O): 10 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> doorzichtig glazen potje	36/37/38	26-36-37/39
dextrine (2% in H <sub>2</sub> O): 25 cm <sup>3</sup> in een 30 cm <sup>3</sup> potje	–	24/25
zilvernitraat (0,1000M oplossing in H <sub>2</sub> O): 150 cm <sup>3</sup> in een 250 cm <sup>3</sup> bruin glazen potje	8-34-50/53	26-36-45-60-61
<b>Opdracht 3:</b>		
natriumdodecylsulfaat (99%): ongeveer 4,3 g, nauwkeurig voorgewogen in een monsterpotje met label 'SDS',	22-36/37/38	26-36/37
ijkoplossing geleidbaarheid 'HI 70031': 20 cm <sup>3</sup> in een zakje	ongevaarlijk product	ongevaarlijk product

## R-zinnen

### aanduiding bijzondere gevaren

R-Nummer	gevenaanduiding
8	Bevordert de verbranding van brandbare stoffen
10	Ontvlambaar.
11	Licht ontvlambaar.
12	Zeer licht ontvlambaar.
19	Kan ontplofbare peroxiden vormen.
22	Schadelijk bij opname door de mond.
25	Vergiftig bij opname door de mond.
34	Veroorzaakt brandwonden.
35	Veroorzaakt ernstige brandwonden.
36	Irriterend voor de ogen.
37	Irriterend voor de ademhalingswegen.
38	Irriterend voor de huid.
65	Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken.
66	Herhaalde blootstelling kan een droge of gebarsten huid veroorzaken.
67	Dampen kunnen slaperigheid en duizeligheid veroorzaken.

### Gecombineerde R-zinnen

R-nummers	Gevarenaanduiding
20/21/22	Schadelijk bij inademing, aanraking met de huid en opname door de mond.
36/37/38	Irriterend voor de ogen, de ademhalingswegen en de huid.
50/53	Zeer vergiftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken.



## S-zinnen

### aanduiding veiligheidsaanbevelingen

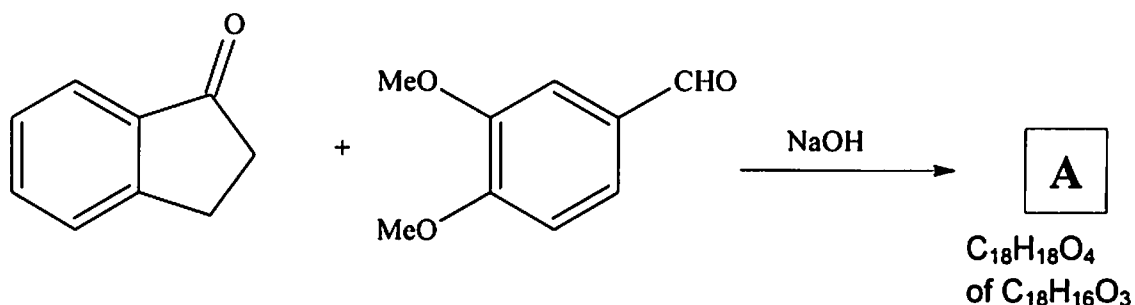
S-nummer	Veiligheidsaanbeveling
7	In goed gesloten verpakking bewaren.
9	Op een goed geventileerde plaats bewaren.
16	Verwijderd houden van ontstekingsbronnen - niet roken -.
22	Stof niet inademen.
23	Gas/rook/damp/spuitnevel niet inademen.
24	Aanraking met de huid vermijden.
26	Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.
28	Na aanraking met de huid onmiddellijk wassen met veel water.
29	Afval niet in de gootsteen werpen.
33	Maatregelen treffen tegen ontladingen van statische elektriciteit.
36	Draag geschikte beschermende kleding.
45	Ingeval van ongeval of indien men zich onwel voelt, onmiddellijk een arts raadplegen (indien mogelijk hem dit etiket tonen).
60	Deze stof en/of de verpakking als gevaarlijk afval afvoeren.
61	Voorkom lozing in het milieu. Vraag om speciale instructies / veiligheidskaart.
62	Bij inslikken niet het braken opwekken; direct een arts raadplegen en de verpakking of het etiket tonen.

### Gecombineerde S-zinnen

S-nummers	Veiligheidsaanbeveling
24/25	Aanraking met de ogen en de huid vermijden.
36/37	Draag geschikte handschoenen en beschermende kleding.
36/37/39	Draag geschikte beschermende kleding, handschoenen en een beschermingsmiddel voor de ogen/voor het gezicht.
37/39	Draag geschikte handschoenen en een beschermingsmiddel voor de ogen/voor het gezicht.

### Opdracht 1 – Een milieuvriendelijke aldolcondensatie

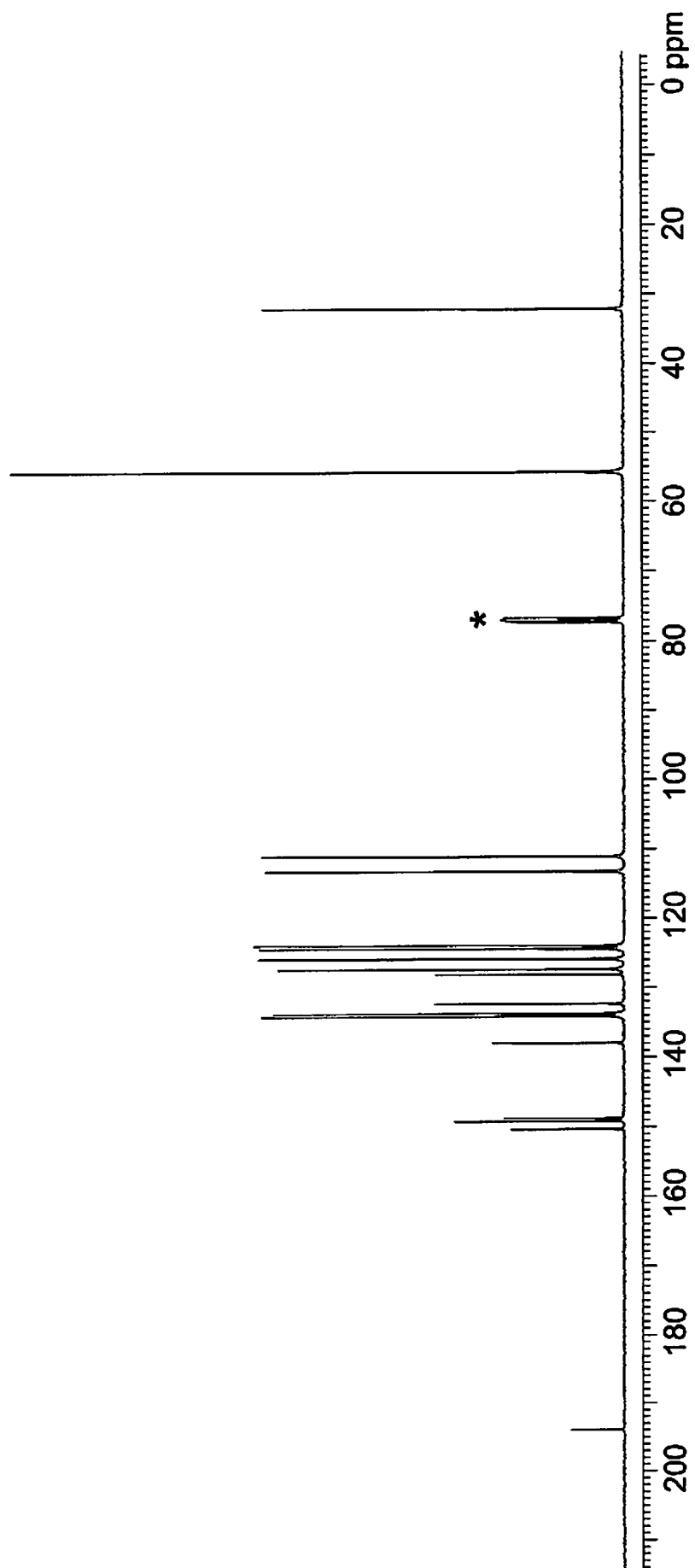
Om bij chemische reacties milieuvriendelijker te kunnen produceren gaat de aandacht steeds meer uit naar vermindering van grote hoeveelheden oplosmiddelen. In het volgende experiment wordt een aldolcondensatie uitgevoerd in afwezigheid van een oplosmiddel.



1. Breng 3,4-dimethoxybenzaldehyd (DMBA 0.50 g, 3.0 mmol) en 1-indanon (0.40 g, 3.0 mmol) over in een 25 mL bekeerglas. Gebruik een metalen spatel om de twee vaste stoffen door schrapen en fijnwrijven in een heldere olie om te zetten.
  2. Voeg NaOH (0.1 g, 2.5 mmol) toe aan het reactiemengsel, wrijf de gevormde klonten fijn en blijf schrapen en fijnwrijven tot het mengsel vast wordt.
  3. Laat het mengsel 20 minuten staan. Voeg dan 4 mL HCl (3 M aqueous) toe en schraap overal langs de binnenkant van het bekeerglas om al het product van de glaswand te verwijderen. Plet alle klonters met de glasstaaf met het platte uiteinde.
- a) Meet en noteer de pH van de oplossing.
4. Isoleer het ruwe product door middel van een vacuümfiltratie met een hirschtrecter. Spoel het bekeerglas na met 2 mL HCl (3 M aqueous) en giet dit over het ruwe product in de hirschtrecter om dit te wassen. Blijf 10 minuten lucht door de trechter zuigen om het product beter droog te krijgen.
- b) Noteer de massa van het ruwe product (dat nog steeds een beetje nat kan zijn). Maak hierbij gebruik van het monsterpotje met label 'CPA'.
5. Maak een TLC om na te gaan of de reactie volledig is verlopen. Gebruik daarbij diethylether/heptaan ( $Et_2O$ :heptane (1:1)) als eluens (loopvloeistof). Je hebt de beschikking over oplossingen met beide beginstoffen in ethylacetaat (ethyl ethanoate). Het ruwe product is oplosbaar in ethylacetaat [opmerking: er zijn drie TLC-platen verstrekt. Het kan zijn dat je ze allemaal nodig hebt, maar je mag er maar één in je hersluitbare plastic zakje, met label, doen. Dat moet ook de plaat zijn waarvan je een tekening maakt in je antwoordenboekje.]



- c) Bekijk de TLC plaatjes onder een UV-lamp. Omcirkel de vlekken met een potlood om duidelijk de plaats aan te geven. Teken het plaatje na op het antwoordblad en stop het plaatje in het hersluitbare zakje met je studentcode. Bepaal en noteer de relevante  $R_f$  waarden.
6. Herkristalliseer je ruwe product vanuit een alcohol/wateroplossing (9:1 EtOH:H<sub>2</sub>O) met behulp van een 100 mL erlenmeyer met een roervlo op de bodem (N.B. Als onderdeel van dit proces is een hete filtratie met de glazen trechter noodzakelijk om kleine hoeveelheden onoplosbare onzuiverheden te verwijderen). Alle klonters kunnen met een roerstaaf met plat uiteinde fijngewreven worden. Laat de erlenmeyer met het filtraat afkoelen tot kamertemperatuur en koel verder in een ijsbad (maak dit ijsbad in het polystyreenbakje) gedurende een uur, voordat je het product afzuigt met een büchnertrechter. Blijf 10 minuten lucht doorzuigen om je product te drogen. Breng je product over in het monsterpotje met je studentcode en label 'RPA'.
- d) Noteer de massa van het gezuiverde product.
- e) Bepaal de mogelijke structuurformules van product A. Maak daarbij gebruik van de informatie op het antwoordblad .
- f) Het <sup>13</sup>C NMR-spectrum van A staat op de volgende pagina. Pieken die horen bij het oplosmiddel, CDCl<sub>3</sub>, zijn gemerkt met een sterretje. Ga met behulp van het spectrum na wat de juiste formule van A is. Kruis je antwoord op het antwoordblad aan.
- g) Bereken de procentuele opbrengst van het gezuiverde product, gebaseerd op de formule die je gegeven hebt.





## Opdracht 2 – Analyse van een koper(II)complex

Je krijgt een monster van een anorganisch koper(II)complex, waarvan het anion koper, chloor en zuurstof bevat. Het kation is het tetramethylammoniumion. Er zit geen kristalwater in. Je moet door middel van titraties de koperionen en chloride-ionen bepalen en daaruit de samenstelling van het complex.

### Titratie van de koperionen

1. Je hebt drie nauwkeurig afgewogen monsters van het kopercomplex gekregen, elk met een massa van ongeveer 0,1 g. Op het etiket staat, behalve de exacte massa van het kopercomplex, "Sample 1", "Sample 2" en "Sample 3". Neem het eerste monster, noteer de massa ervan en breng het kwantitatief over in een 250 mL erlenmeyer; gebruik daarbij ongeveer 25 mL water.
2. Voeg zoveel van de ammoniabuffer met  $\text{pH} = 10$  toe dat het neerslag, dat aanvankelijk was gevormd, juist is opgelost (ongeveer 10 druppels).
3. Voeg 10 druppels murexide-indicator toe.
4. Titreer met de EDTA-oplossing van  $0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$  totdat de oplossing een violette kleur krijgt die tenminste 15 seconden zichtbaar blijft. Noteer het volume van de EDTA-oplossing dat je voor de titratie nodig had.
5. Herhaal zonodig de titratie met de monsters 2 en 3.

Opmerking: je mag maar één waarde in je antwoordenboekje noteren, anders krijg je geen punten. Deze waarde mag een gemiddelde zijn of één enkele waarde die je het meest vertrouwt.

- a) Bereken het volume EDTA-oplossing dat nodig zou zijn om volledig te reageren met 0,100 g van het complex.
- b) Geef een vergelijking voor de reactie die tijdens de titratie optrad.
- c) Bereken het massapercentage koper in het monster.

Je moet de buret schoonspelen voordat je start met de titratie voor de bepaling van de chloride-ionen. Overgebleven EDTA-oplossing kun je afvoeren in de afvalcontainer waar 'EDTA' op staat.

*Titratie van de chloride-ionen*

1. Je hebt drie nauwkeurig afgewogen monsters van het kopercomplex gekregen, elk met een massa van ongeveer 0,2 g. Op het etiket staat, behalve de exacte massa van het kopercomplex, "Sample 4", "Sample 5" en "Sample 6". Neem het eerste monster, noteer de massa ervan en breng het kwantitatief over in een 250 mL erlenmeyer; gebruik daarbij ongeveer 25 mL water.
2. Voeg 5 druppels ethanoic acid (azijnzuur) toe, en daarna 10 druppels dichlorofluoresceïn indicator en 5 mL dextrine (een 2% suspensie in water). N.B. Schud het flesje met de dextrinesuspensie goed voordat je die gebruikt.
3. Titreer, onder voortdurend zwenken, met de zilvernitraatoplossing van  $0,1000 \text{ mol dm}^{-3}$  totdat de witte suspensie een rose kleur krijgt die na zwenken niet meer verdwijnt. Noteer het volume van de zilvernitraatoplossing dat je voor de titratie nodig had.
4. Herhaal zonodig de titratie met de monsters 5 en 6.

Opmerking: je mag maar één waarde in je antwoordenboekje noteren, anders krijg je geen punten. Deze waarde mag een gemiddelde zijn of één enkele waarde die je het meest vertrouwt.

- d) Bereken het volume zilvernitraatoplossing dat nodig zou zijn om volledig te reageren met 0,200 g van het complex.
- e) Geef een vergelijking voor de reactie die tijdens de titratie optrad.
- f) Bereken het massapercentage chloride in het monster.

De massapercentages koolstof, waterstof en stikstof zijn door middel van een elementanalyse bepaald. De volgende resultaten zijn daarbij verkregen:

Koolstof: 20,87%	Waterstof: 5,17%	Stikstof: 5,96%
------------------	------------------	-----------------

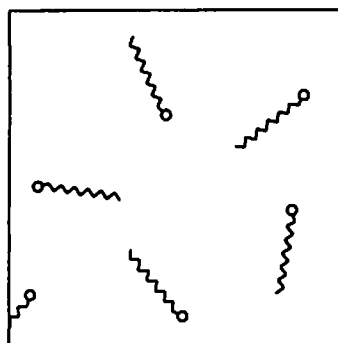
- g) Geef in het antwoordenboekje aan welk element de grootste procentuele fout in de bepaling van het massapercentage heeft.
- h) Bepaal de formule van het anorganische koper(II)complex. Laat zien hoe je aan je antwoord komt.



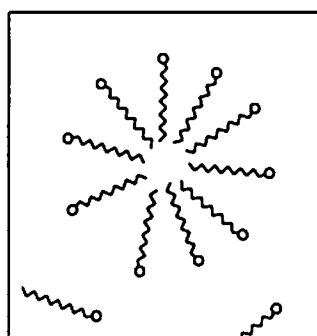
### Opdracht 3 – De kritische micelconcentratie van een surfactant

Oppervlakte-actieve stoffen (surfactanten) zitten op grote schaal in veel alledaagse producten, zoals shampoos en wasmiddelen. Eén van deze oppervlakte-actieve stoffen is SDS, natrium *n*-dodecylsulfaat,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$  (relatieve molecuulmassa: 288,37).

Zeer verdunde waterige oplossingen bevatten gehydrateerde SDS-deeltjes. Als echter de concentratie geleidelijkaan verhoogd wordt, verandert boven een specifieke concentratie de concentratie losse SDS-deeltjes niet meer. In plaats daarvan beginnen zich clusters te vormen, micellen genaamd. Deze micellen helpen bij het verwijderen van vet en vuil. De concentratie waarbij deze micellen zich beginnen te vormen noemt men de kritische micelconcentratie, CMC. Dit proces is schematisch weergegeven in onderstaande figuren.



lage SDS-concentratie  
losse SDS-deeltjes



hoge SDS-concentratie  
micellen en wat losse SDS-deeltjes

In dit experiment bepaal je de CMC van SDS door meting van de geleidbaarheid als functie van de concentratie SDS.

- Je hebt ongeveer 4,3 g SDS, nauwkeurig voorgewogen in een monsterpotje, een 250 mL maatkolf, een 50 mL buret, een 50 mL pipet, een geleidbaarheidsmeter, een oplossing om de geleidbaarheidsmeter te ijken en een hoog plastic vaatje.
- Je dient de geleidbaarheid ( $\sigma$ , in  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) te meten van een aantal oplossingen in water van SDS met toenemende concentratie SDS ( $c$  olopend tot  $30 \text{ mmol dm}^{-3}$ ). [opmerking: je mag aannemen dat bij samenvoegen van de oplossingen het totale volume gelijk is aan de som van de afzonderlijke volumes.]
  - Noteer de concentratie van je voorraad SDS-oplossing.
  - Gebruik de tabel in je antwoordenboekje om je resultaten te noteren en teken op het grafiekpapier een geschikte grafiek om de kritische micelconcentratie, CMC, te bepalen.
  - Vermeld de concentratie waarbij micelvorming begint op te treden (de kritische micelconcentratie, CMC).

### Opmerkingen

- 1) Oplossingen van SDS geven snel schuimvorming bij schudden.
- 2) Er is minimaal 50 mL in het plastic vaatje nodig wil de geleidbaarheidsmeter naar behoren functioneren.
- 3) IJking van de meter:
  - Schakel de meter in door de ON/OFF knop eenmaal in te drukken.
  - Druk nogmaals op de ON/OFF knop en houd deze ongeveer 3 seconden ingedrukt tot je op het scherm de letters 'CAL' ziet. Dit betekent dat de meter in de kalibratiestand staat. Laat de knop los, dan knippert '1413' op het scherm. Ga voor de ijking direct verder met de volgende stap, dus voordat de meter de afleeswaarde '0' aangeeft (dat betekent dat de meter niet meer in de kalibratiestand staat).
  - Dompel de sonde onder in het zakje met de 'HI 70031' ijkoplossing zonder dat je het maximumniveau overschrijdt.
  - Roer voorzichtig en wacht ongeveer 20 seconden met aflezen van de meetwaarde.
  - De meter is geijkt als de display stopt met knipperen. De meter is dan klaar voor gebruik.
  - Spoel de meter af met gedestilleerd water en droog hem voor je verder gaat met meten.
- 4) Het uitvoeren van een meting:
  - Schakel de meter aan door indrukken van de ON/OFF knop.
  - Dompel de sonde in het monster zonder het maximumniveau te overschrijden en blijf boven het minimumniveau.
  - Roer voorzichtig en wacht met aflezen tot een stabiele meetwaarde. De meter compenseert automatisch voor schommelingen in de temperatuur.
  - De waarde van de geleidbaarheid van het monster lees je af op het LCD-scherm.