



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

## Задача 1

13 баллов

### Экологически чистая кротоновая конденсация

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

a) Запишите pH реакционной смеси.

b) Приведите массу неочищенного продукта.

c) Обведите карандашом пятна на хроматографической пластинке, используя ультрафиолетовую лампу для ее проявления. Зарисуйте лучшую, на Ваш взгляд, хроматографическую пластинку и вложите ее в закрывающийся полиэтиленовый пакетик, отмеченный Вашим персональным кодом.



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

Запишите значения  $R_F$  веществ на Вашей хроматограмме.

Название вещества	$R_F$

d) Запишите массу очищенного продукта

--

e) Для вещества А возможна одна из двух брутто-формул:  $C_{18}H_{18}O_4$  или  $C_{18}H_{16}O_3$ .

Нарисуйте стереохимические формулы всех возможных стереоизомеров состава  $C_{18}H_{18}O_4$ , которые могли бы быть продуктами этой реакции. Укажите, какое число сигналов ожидается для каждого из них в спектре  $^{13}C$  ЯМР.



**ФАМИЛИЯ:**

**КОД УЧАСТНИКА:**

Для  $C_{18}H_{18}O_4$ :

Структура вещества	Число ожидаемых сигналов в спектре $^{13}C$ ЯМР:



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

Нарисуйте стереохимические формулы всех возможных стереоизомеров состава  $C_{18}H_{16}O_3$ , которые могли бы быть продуктами этой реакции. Укажите, какое число сигналов ожидается для каждого из них в спектре  $^{13}C$  ЯМР.

Для  $C_{18}H_{16}O_3$ :

Структура вещества	Число ожидаемых сигналов в спектре $^{13}C$ ЯМР:



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

- f) На основании спектра  $^{13}\text{C}$  ЯМР, приведенного в условии задачи, сделайте выбор правильной брутто-формулы вещества А. Отметьте галочкой ту из двух формул, приведенных ниже, которая является правильной:



- g) На основании выбранной Вами молекулярной формулы вещества А рассчитайте выход (в %) очищенного продукта.

Выход (в %):



## Задача 2

13 баллов

### Анализ комплексной соли меди(II)

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

### Определение массовой доли меди методом титрования:

	Масса комплексной соли, г	Объем раствора EDTA израсходованного на титрование, см <sup>3</sup>	Отметьте крестиком (крестиками) образец (образцы), использованные для расчетов в п. а)
Образец 1 (Sample 1)			
Образец 2 (Sample 2)			
Образец 3 (Sample 3)			

- a) На основании результатов титрования рассчитайте объем раствора EDTA, необходимый для количественного взаимодействия с комплексной солью массой 0.100 г.

--

- b) Напишите уравнение реакции, протекающей при титровании:

--

ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

с) Рассчитайте массовую долю меди (в процентах) в образце

Расчет

Массовая доля меди:

**Определение массовой доли хлора методом титрования:**

	Масса комплексной соли, г	Объем раствора $\text{AgNO}_3$ израсходованного на титрование, $\text{см}^3$	Отметьте крестиком (крестиками) образец (образцы), использованные для расчетов в п. d)
Образец 4 (Sample 4)			
Образец 5 (Sample 5)			
Образец 6 (Sample 6)			

d) На основании результатов титрования рассчитайте объем раствора нитрата серебра, необходимый для количественного взаимодействия с комплексной солью массой 0.200 г.



**ФАМИЛИЯ:**

**КОД УЧАСТНИКА:**

e) Приведите уравнение реакции, протекающей при титровании:

f) Рассчитайте массовую долю хлора (в процентах) в образце:

Расчет

Массовая доля хлора:

g) Подчеркните символ химического элемента, для которого погрешность определения массовой доли в составе комплексной соли максимальна:

Cu

Cl

O

C

H

N





**ФАМИЛИЯ:**

**КОД УЧАСТНИКА:**

---

h) Установите формулу комплексной соли:

Расчет

Формула комплексной соли:



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

### Задача 3

14 баллов

## Критическая концентрация мицеллообразования ПАВ

3a	3b	3c	Сумма
2	34	2	38

- a) Рассчитайте молярную концентрацию приготовленного вами исходного раствора SDS:

- b) Запишите ваши результаты в таблицу. На миллиметровке постройте график, позволяющий правильно определить критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ).

Объем исходного раствора SDS, $\text{cm}^3$	Объем $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{cm}^3$	$c$ , $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	$\sigma$ , $\mu\text{Cm} \cdot \text{cm}^{-1}$ ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )



ФАМИЛИЯ:

КОД УЧАСТНИКА:

Объем исходного раствора SDS, $\text{cm}^3$	Объем $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{cm}^3$	$c$ , $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	$\sigma$ , $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )

с) Запишите критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ):

--

## Порядок проведения тура

- Продолжительность экспериментального тура составляет 5 часов. Перед началом работы Вам будет дополнительно предоставлено 15 минут для того, чтобы прочитать все задание. **НЕ НАЧИНАЙТЕ** практическую работу, пока не будет дана команда **СТАРТ (START)**.
- По истечении 5 часов будет дана команда **СТОП**. Как только Вы услышите эту команду, Вы должны немедленно прекратить работу. Невыполнение этого требования может привести к дисквалификации и аннулированию Ваших результатов по экспериментальному туру.
- После того, как Вы услышите команду об окончании работы, оставайтесь на своем рабочем месте. К Вам подойдет преподаватель и проверит, что Вы готовы сдать:
  - Текст заданий (этот буклет).
  - Все Ваши листы ответов *плюс* лист с графиком на миллиметровке из задачи 3. Все указанные листы должны быть вложены в конверт, подписанный Ваши кодом. Не заклеивайте конверт.
  - Наилучшую пластинку для тонкослойной хроматографии, которую Вы выбрали для сдачи. Пластинку следует поместить в закрывающийся пластиковый пакетик, подписанный Вашим кодом.
  - Склянку с образцом, подписанную 'RPA', из задачи 1.
- **Не покидайте лабораторию**, пока Вам этого не разрешит сделать преподаватель.



## Общая информация

- Вы должны выполнять правила безопасности, указанные в Правилах МХО. Будучи в лаборатории, Вы обязаны ПОСТОЯННО носить халат и очки. Задачу 1 рекомендуется выполнять в перчатках.
- В случае нарушения правил безопасности, Вам сделают только одно предупреждение. При повторном нарушении Вы будете выведены из лаборатории. Вам будет запрещено продолжать работу, и Вы получите нулевую оценку за весь практический тур.
- Задания практического тура состоят из 15 страниц и включают 3 задания. Вы можете выполнять эти задачи в любом порядке.
- Листы ответов практического тура включают 11 страниц. Впишите свою фамилию и код участника на каждом листе ответа. Не разрывайте листы ответов.
- Ваши ответы, их обоснование и расчеты должны быть записаны только в специально отведенных для этого местах. Никакие прочие записи оцениваться не будут. Все расчеты должны быть записаны. Используйте оборотную сторону листов в качестве черновика.
- Числовые ответы должны быть приведены с размерностями. Если Вы не укажете размерности, где это требуется, Вы будете серьезно оштрафованы.
- Используйте только выданные Вам ручки, карандаш, ластик, линейку и калькулятор.
- Если Вы разлили реактив или разбили посуду, обратитесь к преподавателю. Что бы Вы ни попросили, первый раз замена не повлечет штрафа. За каждую последующую замену Вы будете оштрафованы на 1 полный балл из 40, отведенных на весь практический тур. Дополнительные листы миллиметровки будут выдаваться по Вашей просьбе без штрафа.
- Если у Вас возник вопрос или Вам нужно выйти в туалет, обратитесь к преподавателю.
- Если Вам требуется повторно использовать посуду для выполнения эксперимента, тщательно вымойте ее в ближайшей раковине.
- Растворы, кроме содержащих EDTA, медь и серебро, можно выливать в раковину. Растворы, содержащие EDTA, медь и серебро, оставьте на Вашем рабочем столе или выливайте в специальные контейнеры.
- Для прояснения непонятных моментов в русском тексте по Вашему требованию Вам будет предоставлена официальная английская версия задания и листов ответов.

Периодическая таблица с относительными атомными массами

1 1 H 1.008																	18 2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 5 B 10.81	14 6 C 12.01	15 7 N 14.01	16 8 O 16.00	17 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



## Оборудование для личного использования

Оборудование	Количество
<b>Задача 1:</b>	
Стеклянный стакан (25 см <sup>3</sup> )	1
Большой металлический шпатель	1
Маленький металлический шпатель	1
Стеклянная палочка с плоским концом	1
Вакуумный насос	1
Колба Бюхнера для фильтрования под вакуумом (250 см <sup>3</sup> )	1
Резиновое уплотнительное кольцо для фильтрования под вакуумом с помощью колбы Бюхнера	1
Фарфоровая воронка Хирша	1
Склянка для неочищенного продукта А, подписанная 'CPA'	1
Стеклянная банка для ТСХ с крышкой и с фильтровальной бумагой внутри	1
Пластинки для ТСХ (в закрывающемся пластиковом пакете, подписанном Вашим кодом)	3
Капилляры для нанесения образцов на пластинки ТСХ	6
Коническая колба (100 см <sup>3</sup> )	3
Магнитик для перемешивания	1
Магнитная мешалка с подогревом	1
Стеклянная воронка (диам. 75 мм)	1
Пружинный держатель для горячей посуды	1
Воронка Бюхнера для фильтрования под вакуумом	1
Пенопластовый лоток (для ледяной бани)	1
Склянка для перекристаллизованного продукта А, подписанная Вашим кодом и 'RPA'.	1
Закрывающийся пластиковый пакетик с:	1
• рН-индикаторной бумагой и шкалой	1
• Фильтровальной бумагой для воронки Хирша	2
• Фильтровальной бумагой для горячего фильтрования	2
• Фильтровальной бумагой для воронки Бюхнера	2

<b>Задача 2:</b>	
Бюретка (50 см <sup>3</sup> )	1
Мерный цилиндр (25 см <sup>3</sup> )	1
Коническая колба (250 см <sup>3</sup> )	4
Пластиковая воронка (диам. 40 мм)	1
<b>Задача 3:</b>	
Высокая пластиковая емкость (бокал)	1
Кондуктометр	1
Трехходовая резиновая груша для заполнения пипеток (50 см <sup>3</sup> )	1
Пипетка (50 см <sup>3</sup> )	1
Мерная колба (250 см <sup>3</sup> )	1
Бюретка (50 см <sup>3</sup> )	1
Пластиковая воронка (диам. 40 мм)	1
Лист миллиметровой бумаги с подписанными осями	1
<b>Для использования в нескольких задачах:</b>	
Карандаш	1
Маркер	1
Конверт с Вашим кодом	1
Промывалка с дистиллированной водой (500 см <sup>3</sup> )	1
Держатель лапки штатива	4
Лапка штатива	4
Штатив под реторту со штырем (только на факультете Зоологии)	3
Мерный цилиндр (10 см <sup>3</sup> )	1
Рулон туалетной бумаги	1
Пластиковые пипетки (3 см <sup>3</sup> )	8
<b>Оборудование общего пользования:</b>	
УФ лампа	
Весы (до третьего десятичного знака)	
Подписанные контейнеры для отходов, содержащих EDTA, медь и серебро	
Фиолетовые резиновые перчатки всех размеров	





## Реактивы на каждом рабочем месте

Реактив	R фразы	S фразы
<b>Задача 1:</b>		
3,4-диметоксибензальдегид: 0.50 г, предварительно отвешен в пузырьке, подписанном 'DMBA 0.5 g'.	22-36/37/38	22-24/25
1-инданон: 0.40 г, предварительно отвешен в пузырьке, подписанный '1-indanon'.	22	-
NaOH: 0.10 г, предварительно отвешен в пузырьке.	34-35	26-36-37/39-45
HCl (3.0 M): 10 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> бутылочке.	34-37	24-26-36-45
Смесь диэтиловый эфир:гептан (1:1): 25 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> бутылочке, подписанной 'Et <sub>2</sub> O:Heptane (1:1)'.	Диэтиловый эфир 12-19-22-66-67, Гептан 11-38-50/53-65-67	Диэтиловый эфир 9-16-29-33, Гептан 9-16-23-29-33-60-61-62
Этилацетат: 1 см <sup>3</sup> в маленьком пузырьке.	11-36-66-67	16-26-33
Образец 1-инданона, растворенный в этилацетате: 1.0 см <sup>3</sup> в пузырьке, подписанном '1-indanone in ethyl ethanoate'.	См выше	См выше
Образец 3,4-диметоксибензальдегида, растворенный в этилацетате: 1.0 см <sup>3</sup> в маленьком пузырьке, подписанном 'DMBA in ethyl ethanoate'.	См выше	См выше
Этанол (смесь с водой 9:1): 100 см <sup>3</sup> в 125 см <sup>3</sup> бутылочке, подписанной 'EtOH:H <sub>2</sub> O (9:1)'.	11	7-16
<b>Задача 2:</b>		
Комплексная соль: три образца массой приблизительно 0.1 г, точно отвешенные в пузырьках, подписанных 'Sample 1', 'Sample 2' и 'Sample 3'.	22-25-36/37/38	26-28-37/39-45
Комплексная соль: три образца массой приблизительно 0.2 г, точно отвешенные в пузырьках, подписанных 'Sample 4', 'Sample 5' и 'Sample 6'.	22-25-36/37/38	26-28-37/39-45
Аммиачный буфер с pH 10: 10 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> стеклянной бутылочке, подписанной 'pH 10 ammonium buffer'.	20/21/22-36/37/38	26-36
Индикатор мурексид (раствор в H <sub>2</sub> O): 10 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> стеклянной бутылочке.	-	24/25
Динатриевая соль ЭДТА (EDTA) (0.0200 M раствор в H <sub>2</sub> O): 150 см <sup>3</sup> в 250 см <sup>3</sup> стеклянной бутылочке.	22	36
Этановая (уксусная) кислота: 10 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> стеклянной бутылочке, подписанной 'Ethanoic acid'.	10-35	23-26-45
Индикатор 2,7-дихлорофлуоресцеин (раствор в смеси EtOH : H <sub>2</sub> O 7:3): 10 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> стеклянной бутылочке, подписанной 'Dichlorofluorescein indicator (solution in 7:3 EtOH:H <sub>2</sub> O)'.	36/37/38	26-36-37/39
Декстрин (2% в H <sub>2</sub> O): 25 см <sup>3</sup> в 30 см <sup>3</sup> бутылочке, подписанной 'Dextrin (2% in H <sub>2</sub> O)'.	-	24/25
Нитрат серебра (0.1000M раствор в H <sub>2</sub> O): 150 см <sup>3</sup> в 250 см <sup>3</sup> бутылке из темного стекла	8-34-50/53	26-36-45-60-61
<b>Задача 3:</b>		
Додецилсульфат натрия: примерно 4.3 г, точно отвешенный в склянке, подписанной 'SDS'.	22-36/37/38	26-36/37
Калибровочный раствор для кондуктометра 'HI 70031': 20 см <sup>3</sup> в пакетице из фольги.	Безвредный	Безвредный

## Безопасность, RIS фразы

### Указания конкретных рисков

Число R	Расшифровка
8	Контакт с горючими материалами может привести к возгоранию
10	Воспламеняемы.
11	Легко воспламеняемы
12	Очень легко воспламеняемы.
19	Может образовать взрывоопасные пероксиды.
22	Опасен, если проглотить.
25	Токсичен, если проглотить.
34	Вызывает ожоги.
35	Вызывает сильные ожоги.
36	Раздражает глаза.
37	Раздражает дыхательные пути.
38	Раздражает кожу.
65	Опасен: если проглотить, может разрушить легкие.
66	Повторный контакт может привести к обезвоживанию и потрескиванию кожи.
67	Пары могут вызвать сонливость и головокружение.

### Комбинация конкретных рисков

Число R	Расшифровка
20/21/22	Опасен при вдыхании, контакте с кожей и приеме во внутрь.
36/37/38	Раздражает органы зрения, дыхания и кожу.
50/53	Очень токсичен для организмов проживающих в воде; может вызвать продолжительные эффекты в водной среде

## Безопасность, R\S фразы

### Указание необходимых мер предосторожностей

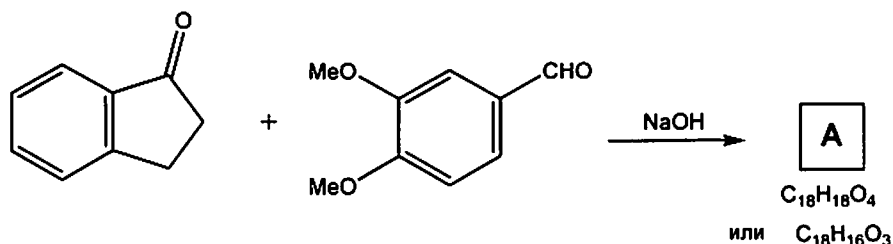
Число S	Расшифровка
7	Держите сосуд плотно закрытым.
9	Держите сосуд в хорошо вентилируемом месте.
16	Держите подальше от средств возгорания. Не курить.
22	Не вдыхать пыль.
23	Не вдыхать газ/дым/пары/аэрозоль.
24	Не допускайте контакта с кожей.
26	При попадании в глаза, смойте большим количеством воды и обратитесь за медицинской помощью.
28	При попадании на кожу, смойте большим количеством воды.
29	Не выливайте в раковину.
33	Избегайте статических разрядов.
36	Пользуйтесь соответствующей защитной одеждой.
45	При несчастном случае или недомогании немедленно обратитесь за медицинской помощью (если возможно, укажите этикетку вещества).
60	Этот материал и/или сосуд, в котором он находится, должны быть помечены как вредные отходы.
61	Не допускайте попадания в окружающую среду.
62	При проглатывании, не вызывайте рвоту: немедленно обратитесь за медицинской помощью и укажите сосуд или этикетку.

### Комбинация необходимых мер предосторожностей

Число S	Расшифровка
24/25	Избегайте контакта с кожей и глазами.
36/37	Пользуйтесь соответствующими защитной одеждой и перчатками.
36/37/39	Пользуйтесь соответствующими защитной одеждой, перчатками и защитными средствами для лица/глаз.
37/39	Пользуйтесь соответствующими перчатками и защитными средствами для лица/глаз.

## Задача 1 – Экологически чистая кротоновая конденсация.

Для проведения экологически чистых реакций необходимо минимизировать количества используемых растворителей. В этой задаче кротоновая конденсация проводится без растворителя.



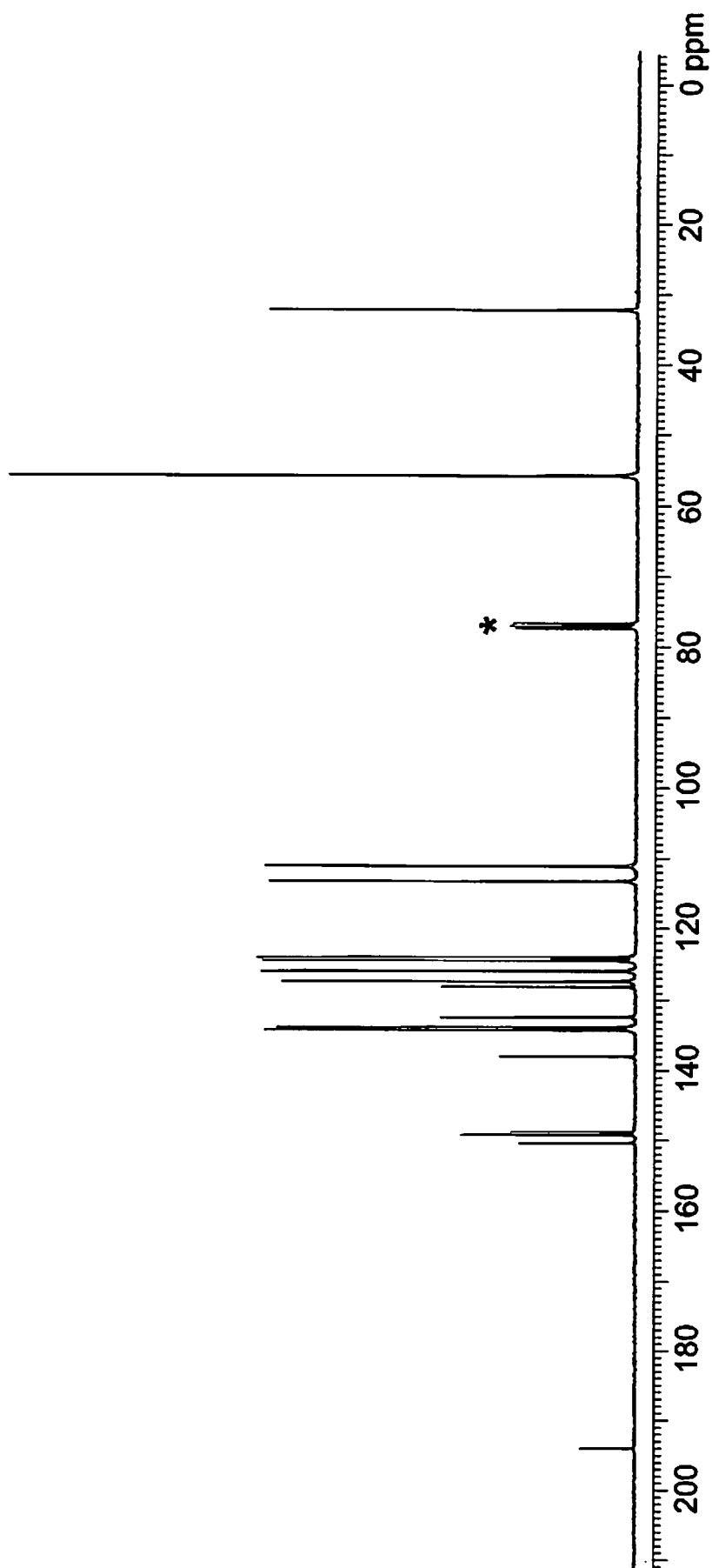
1. Перенесите 3,4-диметоксибензальдегид (DMBA 0.50 г, 3.0 ммоль) и 1-инданон (0.40 г, 3.0 ммоль) в 25 см<sup>3</sup> стакан. Используя металлический шпатель, тщательно перемешивайте и перетирайте смесь до тех пор, пока оба твердых компонента не станут однородным маслом.
  2. К полученной смеси добавьте NaOH (0.1 г, 2.5 ммоль) и тщательно перемешивайте и перетирайте реакционную массу, пока она не затвердеет.
  3. Оставьте полученную смесь на 20 мин, затем добавьте к ней 4 см<sup>3</sup> HCl (3 М). Размешайте и соскребите со стенок стаканчика весь не покрытый раствором продукт. Тщательно разотрите все комки в реакционной смеси с помощью стеклянной палочки.
- a) Измерьте и запишите в лист ответов pH реакционной смеси.
4. Отфильтруйте сырой продукт под вакуумом через воронку Хирша. Ополосните стаканчик 2 см<sup>3</sup> HCl (3 М) и аккуратно вылейте его содержимое на воронку Хирша с неочищенным продуктом. Затем просушите продукт на фильтре, просасывая через него в течение 10 мин воздух с помощью вакуумного насоса.
- b) Запишите в листе ответов массу неочищенного продукта (вещество может быть немного влажным), используя склянку с надписью 'CPA' в качестве контейнера для взвешивания.
5. Для того чтобы проверить, прошла ли реакция до конца, сделайте ТСХ с использованием смеси Et<sub>2</sub>O:heptane (1:1) в качестве элюента. Для

сравнения используйте предоставленные Вам растворы обоих исходных веществ в этилацетате. Сырой продукт растворим в этилацетате. [ВНИМАНИЕ: Вам предоставлены три пластинки ТСХ. Вы можете использовать их все, но только одну из них, лучшую на Ваш взгляд, поместите в закрывающийся полиэтиленовый пакетик с Вашим кодом. Эту же пластинку Вы должны зарисовать в лист ответов.]

- с) Используя УФ-лампу для проявления, обведите карандашом пятна на пластинке, зарисуйте лучшую, на Ваш взгляд, пластинку в листе ответов и поместите ее в закрывающийся полиэтиленовый пакетик с Вашим кодом. Определите и запишите значения  $R_f$  для всех обнаруженных веществ.

6. Перекристаллизуйте сырой продукт из смеси EtOH:H<sub>2</sub>O (9:1). Используйте 100 см<sup>3</sup> коническую колбу и магнитную мешалку. Для перетирания комков используйте стеклянную палочку. (ВНИМАНИЕ: В процессе перекристаллизации необходимо провести горячее фильтрование с использованием стеклянной воронки для удаления небольших количеств нерастворимых примесей). Оставьте коническую колбу с фильтратом охлаждаться до комнатной температуры, а затем охладите на ледяной бане в течение 1 часа (для приготовления ледяной бани используйте пенопластовый лоток). Отфильтруйте под вакуумом выпавший продукт на воронке Бюхнера и просушите его на фильтре просасывая через него в течение 10 мин воздух с помощью вакуумного насоса. Используя баночку с Вашим кодом и надписью 'RPA' в качестве контейнера для взвешивания, соберите в нее перекристаллизованный продукт.

- d) Запишите в листе ответов массу перекристаллизованного продукта.
- e) Определите все возможные структуры продукта А, используя информацию из листа ответов.
- f) Спектр <sup>13</sup>C ЯМР А показан на следующей странице. Пики растворителя (CDCl<sub>3</sub>) помечены звездочкой. На основании этого спектра определите правильную формулу А. Отметьте свой ответ на листе ответов.
- g) Рассчитайте выход перекристаллизованного продукта на основании той формулы, которую Вы выбрали для этого вещества.



## Задача 2 – Анализ комплексной соли меди(II)

Вам выдана комплексная соль меди(II), анион которой состоит только из меди, хлора и кислорода. Катионом является тетраметиламмоний. Кристаллизационная вода отсутствует. Вам необходимо определить соотношение ионов меди и хлорид-ионов методом титрования, и затем определить состав комплексной соли.

*Количественное определение ионов меди методом титрования.*

1. Вам выданы три точно взвешенных образца медьсодержащей комплексной соли; масса каждого из образцов равна приблизительно 0.1 г. На этикетках этих образцов написано "Sample 1", "Sample 2", "Sample 3" и указаны точные массы комплексной соли. Возьмите первый образец ("Sample 1"), запишите его массу и количественно перенесите содержимое в коническую колбу объемом 250 см<sup>3</sup>, используя примерно 25 см<sup>3</sup> воды.
2. Добавляйте аммиачный буферный раствор (pH 10) до тех пор, пока не растворится первоначально образующийся осадок ( $\approx 10$  капель).
3. Добавьте 10 капель раствора индикатора мурексида.
4. Титруйте раствором ЭДТА (0.0200 моль·дм<sup>-3</sup>) до момента, когда окраска раствора станет фиолетовой, и эта окраска будет сохраняться не менее 15 секунд. Запишите объем раствора ЭДТА, израсходованного на титрование.
5. Если посчитаете необходимым, повторите шаги 1-4 для образцов "Sample 2" и "Sample 3".

**ВНИМАНИЕ:** в п. а) будет оцениваться только одно значение объема, которое вы впишете в лист ответов. Оно может быть получено либо из усреднения по нескольким опытам, либо по одному опыту – тому, который вам кажется наиболее точным.

- a) Рассчитайте объем раствора ЭДТА, необходимый для количественного взаимодействия с комплексной солью массой 0.100 г.
- b) Напишите уравнение реакции, протекающей при титровании.
- c) Рассчитайте массовую долю (в процентах) меди в образце.

Вам необходимо будет тщательно промыть бюретку перед следующей стадией работы – определением хлорид-ионов методом титрования. Все остатки раствора ЭДТА сливайте в контейнер для отходов, подписанный 'EDTA'.

*Количественное определение хлорид-ионов методом титрования*

1. Вам выданы три точно взвешенных образца медьсодержащей комплексной соли; масса каждого из образцов равна приблизительно 0.2 г. На этикетках этих образцов написано "Sample 4", "Sample 5", "Sample 6" и указаны точные массы комплексной соли. Возьмите первый образец ("Sample 4"), запишите его массу и количественно перенесите содержимое в коническую колбу объемом  $250 \text{ см}^3$ , используя примерно  $25 \text{ см}^3$  воды.

2. Добавьте 5 капель раствора уксусной кислоты (на этикетке написано «ethanoic acid»), затем 10 капель раствора индикатора дихлорофлуоресцеина («dichlorofluorescein») и  $5 \text{ см}^3$  декстрина («dextrin») (2%-ная водная суспензия).

**ВНИМАНИЕ:** Перед использованием суспензию декстрина необходимо тщательно встряхнуть.

3. Титруйте раствором нитрата серебра ( $0.1000 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$ ), постоянно перемешивая, пока белая суспензия не станет розовой и окраска не перестанет исчезать при перемешивании.

4. Если посчитаете необходимым, повторите шаги 1-3 для образцов "Sample 5" и "Sample 6".

**ВНИМАНИЕ:** в п. d) будет оцениваться только одно значение объема, которое вы впишете в лист ответов. Оно может быть получено либо из усреднения по нескольким опытам, либо по одному опыту – тому, который вам кажется наиболее точным.

d) Рассчитайте объем раствора нитрата серебра, необходимый для количественного взаимодействия с 0.200 г комплексной соли.

e) Запишите уравнение реакции, протекающей при титровании.

f) Рассчитайте массовую долю (в процентах) хлорид-ионов в образце комплексной соли.

Массовые доли углерода, водорода и азота в комплексной соли были определены предварительно и составляют:

Углерод: 20.87 %	Водород: 5.17 %	Азот: 5.96 %
------------------	-----------------	--------------

g) Определите, массовая доля какого из элементов в составе комплексной соли определяется с наибольшей погрешностью. Подчеркните в листе ответов символ этого элемента.

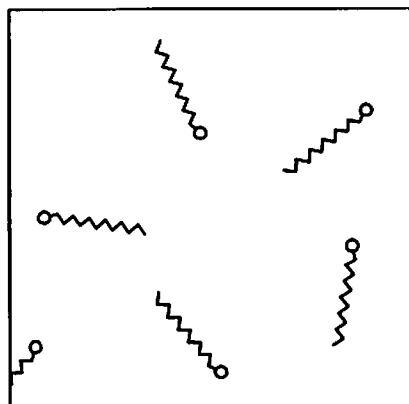
h) Определите формулу комплексной соли меди. Приведите ваши расчеты.



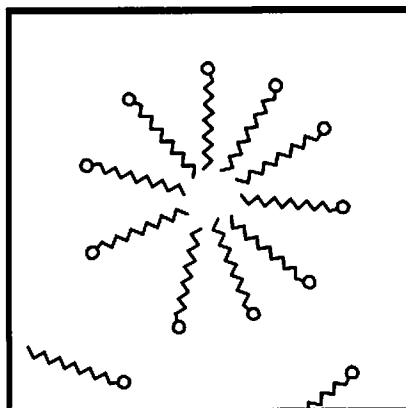
### Задача 3 – Критическая концентрация мицеллообразования ПАВ

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) играют важную роль в нашей жизни. Одно из таких веществ – додецилсульфат натрия (SDS),  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$  (относительная молекулярная масса: 288.37).

В очень разбавленных водных растворах SDS находится в виде отдельных мономеров. Однако, при постепенном повышении концентрации, начиная с некоторого определенного значения, происходит образование ассоциатов, называемых *мицеллами*, а число свободных мономеров при этом остается неизменным. Концентрацию, при которой начинают образовываться мицеллы, называют *критической концентрацией мицеллообразования (ККМ)*. Этот процесс схематически показан ниже на рисунке.



Низкая концентрация SDS –  
только момеры



Высокая концентрация SDS –  
мицеллы и момеры

В этом эксперименте вы должны определить критическую концентрацию мицеллообразования SDS путем измерения электропроводности растворов SDS различной концентрации.

1. У вас имеется точная навеска SDS (около 4.3 г) в пузырьке, мерная колба на  $250 \text{ см}^3$ , бюретка на  $50 \text{ см}^3$ , пипетка на  $50 \text{ см}^3$ , кондуктометр, калибровочный раствор для кондуктометра (только для калибровки) и высокая пластиковая емкость (бокал).
2. Вы должны измерить электропроводность  $\sigma$ , в  $\text{мкСм}\cdot\text{см}^{-1}$  ( $\mu\text{S}\cdot\text{см}^{-1}$ ) растворов SDS различной концентрации  $c$ , вплоть до  $30 \text{ ммоль}\cdot\text{дм}^{-3}$  ( $\text{mmol dm}^{-3}$ ).

**ВНИМАНИЕ:** можно считать, что при смешивании жидкостей их объемы складываются.

а) Запишите концентрацию приготовленного вами исходного раствора SDS.



- b) Запишите ваши результаты в таблицу, приведенную в листе ответов, и по ним на миллиметровке постройте график, позволяющий правильно определить критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ).
- c) По вашему графику определите критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ).

### Примечания

- 1) Перемешивайте растворы SDS аккуратно, чтобы не образовывалась пена.
- 2) Для правильной работы кондуктометра в пластиковой емкости (бокале) должно быть не менее 50 см<sup>3</sup> раствора.
- 3) Для калибровки кондуктометра:

- Включите кондуктометр, нажав один раз кнопку ON/OFF.
- Далее нажмите кнопку ON/OFF еще раз и держите нажатой около 3 секунд, пока не увидите на экране надпись 'CAL', которая означает переход в режим калибровки. Отпустите кнопку ON/OFF и на дисплее начнет мигать надпись '1413'. Выполните следующий шаг немедленно, до того момента, пока на экране не появится '0' (что означает выход из режима калибровки)
- Погрузите зонд кондуктометра в пакет, содержащий калибровочный раствор 'H1 70031', не превышая максимально возможный уровень погружения.
- Аккуратно перемешайте раствор зондом и подождите около 20 секунд, пока показание не установится.
- Когда дисплей перестанет мигать, кондуктометр откалиброван и готов к работе.
- По окончании калибровки промойте кондуктометр дистиллированной водой и высушите салфеткой из туалетной бумаги.

### 4) Для измерения электропроводности:

- Включите кондуктометр, нажав кнопку ON/OFF.
- Погрузите зонд кондуктометра в исследуемый раствор так, чтобы уровень жидкости был между верхней и нижней меткой.
- Аккуратно перемешайте раствор и подождите, пока показание установится. Кондуктометр автоматически учитывает колебания температуры.

Электропроводность раствора в мСм·см<sup>-1</sup> будет показана на экране.