

Техника безопасности на практическом туре

Участники должны соблюдать следующие правила техники безопасности. Любой участник, который нарушит эти правила, будет удален с практического тура и получит нулевой балл.

Находясь в аудитории, где проходит практический тур, участник должен:

- **носить** штаны, полностью закрывающие ноги;
- **носить** закрытую обувь без каблука;
- **носить** лабораторный халат с длинными рукавами;
- **носить** плотно прилегающие защитные очки;
- **носить** перчатки при работе с растворами и веществами;
- **собрать** длинные волосы в пучок.

Примечание: контактные линзы запрещены на практическом туре. Участники, которым необходима коррекция зрения, должны носить оптические очки под защитными очками.

Участникам запрещается есть и пить на рабочем месте. Жевательная резинка запрещена.

Участники должны работать только в отведённой для них области. Места общего пользования должны содержаться в чистоте.

Опасность поражения электричеством! Обратите внимание, что вы работаете с водными растворами рядом с электрооборудованием.

Не описанные в методике эксперименты или модификация методики недопустимы.

Сообщите вашему ассистенту о любых происшествиях, разлитых жидкостях или разбитом стекле незамедлительно.

Все отходы должны быть утилизированы надлежащим образом, чтобы избежать загрязнений или травм. **Выливайте** растворы в контейнеры с соответствующими метками. Если контейнер полон, сообщите ассистенту.

Маркировка GHS



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Код опасности	Опасность
H225	Легковоспламеняющаяся жидкость или пар
H226	Горючая жидкость или пар
H260	При контакте с водой образует самовоспламеняющиеся газы
H272	Может усилить пожар; окислитель
H290	Может вызывать коррозию металлов.
H301	Токсично при попадании внутрь
H302	Вредно при попадании внутрь
H304	Может быть смертельным при попадании внутрь
H311	Токсичен при попадании на кожу
H312	Вредно при попадании на кожу
H314	Вызывает серьезные ожоги кожи и повреждения глаз.
H315	Вызывает раздражение кожи
H317	Может вызвать аллергическую реакцию кожи
H318	Вызывает серьезные повреждения глаз
H319	Вызывает серьезное раздражение глаз.
H331	Токсично при вдыхании
H332	Вредно при вдыхании
H335	Может вызывать раздражение дыхательных путей.
H336	Может вызвать сонливость или головокружение.
H341	Предположительно вызывает генетические дефекты
H351	Предположительно вызывает рак
H361d	Предположительно наносит вред нерожденному ребенку
H361f	Предположительно наносит вред фертильности
H361fd	Предположительно наносит вред фертильности. Предположительно наносит вред нерожденному ребенку
H371	Может вызвать повреждение органов
H373	Может вызвать повреждение органов при длительном или многократном воздействии
H400	Очень токсично для водной флоры и фауны.
H410	Очень токсично для водной флоры и фауны с долгосрочными последствиями.
H411	Токсично для водной флоры и фауны с долгосрочными последствиями.
H412	Вредно для водной флоры и фауны с долгосрочными последствиями



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Вещества:	
1-Нитрозо-2-нафтол	H225, H302, H315, H317, H319, H341
Ацетатный буфер pH 5	H226, H314
Индикатор Ализариновый Красный S	Неопасный
Проявитель с анисовым альдегидом	H225, H290, H314, H319, H361fd, H412
Карбонатный буфер pH 10	H319
Ацетат меди(II)	H302, H314, H410
Реактив Эрлиха	H225, H290, H314, H317, H319
Элюент	H225, H319, H336
Элюент этилацетат/гексан	H225, H304, H315, H319, H336, H361ф, H373, H411
Этанол	H225, H319
Динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты	H332, H373
Этилацетат	H225, H319, H336
Хлорид железа(III) в этаноле	H225, H302, H315, H318, H319
Индикатор мурексид	Неопасный
α-Нафтол	H225, H302, H311, H315, H317, H318, H319, H335, H371, H410
Нингидриновый проявитель	H302, H315, H319
Азотная кислота	H272, H290, H314, H331
Перманганатный проявитель	H272, H302, H314, H315, H319, H335, H361d, H373, H410
Лиганд salen	H315, H319, H335
Лиганд salen в этаноле	H225, H315, H319, H335
Карбонат натрия	H319
Гидроксид натрия	H290, H314
Гипохлорит натрия	H290, H314, H410
Нитрит натрия	H272, H301, H319, H400
Нитропруссид натрия	H301
Сульфаниловая кислота	H290, H314, H315, H317, H319, H335
Серная кислота	H290, H314
Образец неизвестной аминокислоты	Неопасный
Неизвестные смеси аминокислот	Неопасный



Неизвестные образцы A-D	X302, X317, X319, X332, X335, X411
Неизвестные образцы E-H	H225, H260, H290, H301, H302, H311, H312, H315, H317, H319, H331, H336, H351, H373, H410, H412
Мочевина	Неопасный

Общие указания

Практический тур состоит из трёх задач и длится 5 часов. Перед началом практического тура у вас будет 20 минут для чтения. **В течение этого времени запрещено трогать оборудование или открывать листы ответов.**

Задания доступны для просмотра на мониторе. На вашем рабочем месте лежат распечатанные листы ответов: 11 скрепленных страниц и 4 отдельных листа для ТСХ-пластинок.

Листы ответов содержат поля для ответов с номерами вопросов. **Записывайте** ваши ответы в поля, соответствующие вопросам. Если вам нужно что-то записать вне отведённого поля, сделайте пометку внутри поля для ответа и запишите ваш ответ **на той же странице**.

Не пишите ваши ответы на обратной стороне листов ответов. Проверяющие увидят только их лицевую сторону. Не разделяйте скреплённые степлером страницы.

Приводите необходимые расчёты. Полным баллом будут оцениваться только верные ответы с промежуточными выкладками.

В случае вопросов с несколькими вариантами ответа, если вы хотите изменить ваш ответ, полностью **закрасьте** квадратик, в котором вы выбрали ответ, и **нарисуйте** новый квадратик рядом.

Начинайте работать, когда прозвучит команда "**START**". Наблюдатели объявят "**30 MINUTE WARNING**" за 30 минут до окончания практического тура. В конце тура, прозвучит команда "**STOP**" и вы должны будете незамедлительно закончить работу. Если вы не прекратите работу, вы получите нулевой балл за практический тур.



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Вы **не можете покидать** ваше рабочее место, кроме как в сопровождении ассистента. Если вам нужна помощь во время практического тура, **поднимите** соответствующую карточку.

 BATHROOM	Если вам нужно выйти в туалет
 ANALYSIS	Если вы хотите сдать ваш 96-луночный планшет
 UV	Если вам необходимо УФ-визуализация пластинки TCX
 CAM	Если вы хотите, чтобы ассистент сфотографировал вашу пластинку TCX
 Questions	Если вы хотите обновить реактив или заменить оборудование или если у вас есть другие вопросы

Выключатели для плитки ("**Hot plate**") и вакуума ("**Vacuum**") находятся за вашим монитором. Если вы не уверены, как включить оборудование, **попросите** вашего ассистента.

Перчатки, дистиллированная вода и бумажные салфетки могут быть заменены при необходимости без штрафа. Если вам нужна замена любого другого оборудования или реактива, и вы, и ассистент должны **расписаться в таблице** в конце листов ответов. Одна дополнительная пластинка для ТСХ (для вопроса Q2 или Q3 без УФ-индикатора) и любое другое оборудование или реактив могут быть выданы без штрафа. Каждая последующая замена будет приводить к потере 1 балла из 40 за практический тур.

Держите все ваше оборудование внутри выделенной для вас рабочей области.

Следующие сокращения будут использованы для агрегатного состояния веществ: твёрдый = s; жидкость = l; водный раствор = aq; растворы в органических растворителях = sol.

Пишите в листах ответов **только** ручкой, выданной организаторами. Не используйте перманентный маркер или карандаш для ваших ответов. Перманентный маркер используйте только для пометок на оборудовании, карандаш - только для пометок на пластинках ТСХ. **Используйте только** предоставленный организаторами калькулятор.

Официальная Английская версия практического тура доступна на вашем компьютере.

В конце практического тура **поместите** ваши листы ответов обратно в конверт. Не запечатывайте конверт.

При выходе не выносите ничего из лаборатории.



(Здоровья погибшим)



Периодическая таблица и справочная информация

Необходимые формулы

Закон Бугера-Ламберта-Бера	$A = \lg\left(\frac{I_0}{I}\right) = \varepsilon cd$
Спиновая составляющая магнитного момента	$\mu = \sqrt{n(n+2)} \text{ мБ}$

Периодическая таблица

1 H 1.008																	2 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 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	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 95.95	43 Tc	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
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 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th ICHO - United Arab Emirates - 2025

Номер	Задача	Баллы
1	Комплексная задача	10
2	Исследуя АминОазис	15
3	Готовы ли вы проявить ответы?	15
Сумма		40

Общие оборудование и реактивы

Оборудование



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Предмет	Количество	Этикетка
На столах общего пользования:		
Перчатки (S, M, L)	неограничено	
Бумажные салфетки	неограничено	
Ледяные бани со льдом и этанолом	неограничено	
УФ-лампа		
Промывалки с дистиллированной водой	неограничено	
Поддоны для пластинок ТСХ		
Станция для фотографирования пластинок ТСХ		
Расположены в центре лаборатории:		
Ёмкости с дистиллированной водой	неограничено	
У каждого участника:		
Плитка, закрытая фольгой, с двумя лапками	1	
Кристаллизатор (водяная баня)	1	Q1/Q3 Water Bath
Перманентный маркер	1	
Линейка	1	
Пинцет	1	
Карандаш	1	
Ручка	1	
Ластик	1	
Точилка	1	
Упаковка бумажных салфеток	1	
Контейнер для острых отходов	1	Sharp waste
Контейнер для обычных отходов	1	General waste



Preliminary Materials

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th ICHO - United Arab Emirates - 2025

Вещества

Вещество	Состояние	Концентрация	Количество	Находится в	Этикетка
Для каждого участника:					
Дистиллированная вода	I	-	500 мл	Промывалка, 500 мл	H ₂ O dist.
Этанол	I	-	50 мл	Бутылка, 100 мл	Ethanol



1. Комплексная задача

Оборудование

Предмет	Количество	Этикетка
Часть А		
В маркированном пакете:		
Магнитный якорь для перемешивания	1	Q1
Пластиковая пипетка Пастера	1	
Стальной шпатель	1	
Пинцет	1	
Бумага для взвешивания	2	
На столе/под столом:		
Стеклянный пористый фильтр	1	
Колба Бюхнера с резиновой вставкой	1	
Вакуумный насос со шлангом	1	
Стеклянный пузырек с крышкой для продукта	1	Fe-salen+ код участника
Термометр	1	
Пластиковая бутылка 125 мл	1	Q1 waste
В коробке:		Q1
Мерный цилиндр объемом 10 мл	1	
Стеклянный стакан объемом 50 мл	2	
96-луночный планшет	1	Код участника
Стеклянная палочка	1	
Микропипетка	1	Код участника
Наконечники для микропипетки	1 коробка	



Вещества

Вещество	Состояние	Концентрация	Количество	Находится в	Этикетка
Часть А					
Хлорид железа(III) в этаноле	sol	0.1264 M	5 мл	пузырек на 10 мл	FeCl₃
Лиганд salen	s	-	200 мг	пузырек на 10 мл	Salen
Для Части В					
Хлорид железа(III) в этаноле	sol	0.00045 M	4 мл	пузырек на 10 мл	Fe-Stock
Лиганд salen в этаноле	sol	0.00045 M	4 мл	пузырек на 10 мл	Salen-Stock

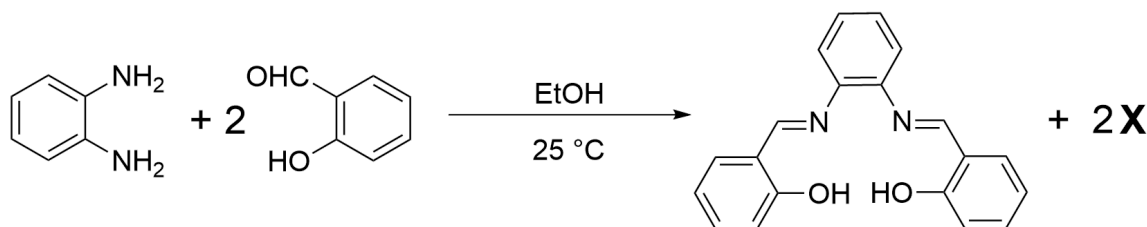
**10 баллов**

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	Сумма
1	20	0	18	3	2	3	47

Основания Шиффа - это класс органических соединений, характеризующихся наличием иминной группы ($-C=N-$). Они легко получаются в результате реакций конденсации между альдегидами/кетонами и аминами. Эти вещества выступают в качестве лигандов и образуют множество комплексов, в том числе саленовые комплексы, которые являются эффективными катализаторами окисления органических молекул.

Это задание состоит из двух частей. В **Части А**, используя предварительно синтезированный образец лиганда salen (*N,N'*-бис(салицилиден)-1,2-фенилендиамин), вы получите саленовый комплекс железа, который затем охарактеризуете по поглощению в УФ-видимой области в **Части В**.

Синтез лиганда salen из *o*-фенилендиамин и салицилового альдегида приведен ниже.



Q1.1 Определите продукт **X**, образующийся в ходе синтезе лиганда salen.

ЧАСТЬ А: Синтез комплекса железа с salen

Выключатели вакуумного насоса и плитки находятся за монитором.

1. **Перенесите** весь выданный лиганд "**Salen**" (200 мг, 0.632 ммоль) в стакан объемом 50 мл.
2. **Прилейте** 15 мл этанола и положите магнитный якорь.
3. Расположенную на плитке водяную баню **заполните** дистиллированной водой примерно на половину.



4. **Закрепите лапкой** стакан в водяной бане. **Погрузите** термометр в водяную баню с помощью лапки для термометра.

5. **Осторожно нагревайте** стакан с суспензией при перемешивании, пока температура водяной бани не достигнет примерно 60 °C (положение **VI** на регуляторе температуры). **Внимание! Опасность поражения электрическим током!**

6. С помощью пипетки Пастера **медленно добавьте** весь этанольный раствор FeCl_3 " **FeCl_3** ". Сразу же произойдет изменение цвета с оранжевого на темно-коричневый.

7. **Продолжайте перемешивание** в течение 20 минут, поддерживая температуру около 60 °C. В ходе реакции образуется мелкий темный осадок. В это время вы можете выполнять другие задания.

8. **Выключите** нагрев и продолжайте перемешивание еще 10 мин. Затем **снимите** стакан с плитки и дайте ему остыть до комнатной температуры.

С помощью пинцета извлеките магнитный якорь из стакана.

9. **Отфильтруйте** реакционную смесь с помощью установки для вакуумного фильтрования.

10. **Поднимите** карточку "**Questions**". Ассистент принесет вам ледяной этанол. **Промойте** осадок 2 мл ледяного этанола один раз.

11. **Сушите** продукт на фильтре в течение 3 мин при включенном вакуумном насосе.

12. **Осторожно перенесите** продукт в пузырек с надписью "**Fe-salen + код участника**". Для переноса вы **можете воспользоваться** бумагой для взвешивания. **Не скребите слишком сильно**, так как это может привести к разрушению стеклянного фильтра.

Q1.2 Сохраните пузырек. В конце тура ассистент **заберет** ваш пузырек, и вы вместе с ассистентом должны будете **расписаться** в листе ответов.



ЧАСТЬ В: Характеризация комплекса Fe-salen

Комплекс железа с salen может со временем разлагаться, поэтому важно соблюдать следующие правила:

- **Завершите** всю работу с микропипеткой за один подход.
- **Перемешивать не нужно** - это сделает спектрометр со встроенной функцией линейного встряхивания.
- Сначала **добавьте** "Salen-Stock" во все лунки, которые вы собираетесь использовать, затем **добавьте** этанол и в конце "Fe-Stock". Перед добавлением очередного реагента **необходимо закончить** добавление предыдущего реагента в лунки планшета. Необходимые объемы указаны в таблице ниже.
- **Сдайте** планшет сразу же после завершения добавления реагентов. Время, когда вы отдадите планшет, будет отмечено.
- **Обратите внимание, что вы можете сдать планшет только один раз, и вам его не вернут.**
- **Измерение значений оптической плотности может занять некоторое время, в течение которого вы должны заниматься другими задачами.**

Вам даны готовые растворы лиганда salen и хлорида железа(III), концентрация каждого из которых составляет 4.50×10^{-4} М.

Используя микропипетку, приготовьте растворы с девятью различными соотношениями металла и лиганда в соответствии с приведенной ниже таблицей. Эти растворы должны быть приготовлены в 96-луночном планшете.

Убедитесь, что планшет ориентирован точно так же, как на рисунке ниже.



PQ1

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
F	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
G	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
H	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Колонки обозначены цифрами 1-12. Колонки 1-9 предназначены для приготовления смесей в соответствии с таблицей ниже. Последние три колонки (10-12) должны быть пустыми. **Номер раствора должен совпадать с номером колонки, иначе баллов вы не получите.**

В таблице восемь рядов, обозначенных A-H. В каждом ряду может поместиться один набор растворов. Рекомендуется сделать три набора. Когда вам вернут список значений оптической плотности, вам будет предложено отметить, какой ряд (ряды) вы хотите выбрать в качестве принятых вами значений оптической плотности. Вы также сможете исключить из рассмотрения отдельные лунки в ряду, если считаете, что в них была допущена ошибка.



PQ1

Раствор/ № колонки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Salen- Stock / мкл	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Этанол / мкл	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fe-Stock / мкл	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Общий объем / мкл	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Перенесите растворы в соответствующие лунки с помощью микропипетки.

Q1.3 Как только вы заполните все нужные лунки, **поднимите** карточку "ANALYSIS". Ассистент заберет ваш планшет. Вы вместе с ассистентом должны **расписаться** на листе ответов. Ассистент запишет время сдачи в лист ответов. Ассистент проанализирует ваш планшет на спектрометре и вернет распечатанный список значений оптической плотности для всех лунок. Время анализа планшета на спектрометре будет указано в листе ответов.

Мы будем анализировать образцы в том порядке, в котором они будут представлены, и сделаем это как можно быстрее. В схеме оценивания учитывается время между сдачей планшета и началом ее анализа.

Q1.4 На изображении планшета **отметьте галочкой(ами)** букву(ы) ряда(ов), которую(ые) вы выбрали для определения принятых вами значений оптической плотности. Если вы выбрали несколько рядов, мы рассчитаем среднее из них в качестве принятого вами значения. Если вы допустили ошибку в какой-либо лунке, **зачеркните** соответствующий ей кружочек, и она не будет оцениваться.

Q1.5 Определите соотношение металла и salen, Fe:salen, в комплексе Fe-salen. При желании, используя распечатанный список значений оптической плотности, вы можете построить график зависимости оптической плотности (A) от мольной доли железа, $x(\text{Fe})$, на миллиметровке в листе ответов. График не будет оцениваться.



PQ1

Спиновая составляющая магнитного момента комплекса, μ , в магнетонах Бора (мБ), может быть рассчитана по следующей формуле, где n - число неспаренных электронов.

$$\mu = \sqrt{n(n+2)} \text{ мБ}$$

Для комплекса Fe-salen значение $\mu = 5.89$ мБ.

Q1.6 Определите число неспаренных электронов, n , в этом комплексе и степень окисления, z , железа.

Полученный комплекс Fe-salen содержит хлорид и не содержит координированного растворителя. Добавление нескольких капель водного раствора AgNO_3 к раствору комплекса не приводит к образованию осадка.

Q1.7 На основе ваших данных и приведенной информации **нарисуйте** структуру комплекса. **Не используйте** никаких сокращений для обозначения структуры лиганда.



2. Исследуя АминОазис

Оборудование

Предмет	Количество	Этикетка
Часть А		
В маркированных пакетах:		
Индикаторная бумага	5 полосок	Q2
Шкала pH	1	
Фильтровальная бумага	1	
ТСХ пластинка	1	Q2 TLC
На столе:		
Штатив для пробирок	1	
Стеклянная пробирка, 30 мл	25	
Стеклянный стакан в качестве водяной бани, 250 мл	1	Q2 Water bath
Держатель для пробирок	1	
Капилляры для ТСХ (в центрифужной пробирке)	5	Q2 Capillaries
Камера для ТСХ с фильтровальной бумагой	1	Q2 TLC chamber
Стеклянная чашка Петри	1	



PQ2

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Предмет	Количество	Этикетка
Часть В		
На столе/в коробке под столом:		
Лабораторный штатив с двумя зажимами для бюретки	1	Q2
Бюретка, 25.00 мл	2	
Воронка	2	
Стеклянная градуированная пипетка, 10.00 мл	1	
Стеклянная градуированная пипетка, 5.00 мл	1	
Груша для пипетки, трехходовая	1	
Коническая колба, 100 мл	3	
Мерный цилиндр, 10.0 мл	1	
Стеклянный стакан, 50 мл	3	

Предмет	Количество	Этикетка
Части А и В		
В маркированном пакете:		
Пластиковая пипетка Пастера	5 + 2 дополнительных	Q2
На столе:		
Пластиковая бутылка для жидких отходов, 1 л	1	Q2 Waste

**Вещества**

Вещество	Состояние	Концентрация	Количество	Находится в	Этикетка
Часть А					
5 неизвестных смесей аминокислот	aq	0.05–0.5% (каждая аминокислота)	10 мл	Центрифужные пробирки, 15 мл	Mix 1, Mix 2, Mix 3, Mix 4, Mix 5
Элюент	l	75 об.% изопропанола, 25 об.% H ₂ O	10 мл	Бутылочка, 25 мл	1. <i>i</i> PrOH:H ₂ O
Нингидриновый проявитель	sol	0.5%	10 мл	Капельница, 30 мл	2. Ninhydrin
Реактив Эрлиха	sol	0.2 г 4-диметиламино-бензальдегида в 5 мл этанола и 5 мл 20% H ₂ SO ₄	10 мл	Капельница, 30 мл	3. Ehrlich's reagent
Серная кислота	aq	50%	10 мл	Капельница, 30 мл	4. H ₂ SO ₄
Нитропруссид натрия	aq	10%	10 мл	Капельница, 30 мл	5. Na ₂ [Fe(CN) ₅ NO]
Гидроксид натрия	aq	5 M	10 мл	Капельница, 30 мл	6. NaOH
α-Нафтол	sol	1%	10 мл	Капельница, 30 мл	7. α-Naphthol
Мочевина	aq	5%	10 мл	Капельница, 30 мл	8. Urea
Гипохлорит натрия	aq	5% активного хлора	10 мл	Капельница, 30 мл	9. NaClO
Сульфаниловая кислота	aq	1% в 0.1 M HCl	10 мл	Капельница, 30 мл	10. Sulfanilic acid
Нитрит натрия	aq	5%	10 мл	Капельница, 30 мл	11. NaNO ₂



PQ2

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Вещество	Состояние	Концентрация	Количество	Находится в	Этикетка
Карбонат натрия	aq	10%	10 мл	Капельница, 30 мл	12. Na_2CO_3
1-Нитрозо-2-нафтол	sol	0.1%	10 мл	Капельница, 30 мл	13. 1-Nitroso-2-naphthol
Азотная кислота	aq	2 M	10 мл	Капельница, 30 мл	14. HNO_3

Часть В

Индикатор ализариновый красный S	aq	0.2%	10 мл	Капельница, 30 мл	15. Alizarin Red S
Индикатор мурексид	s	1% в NaCl	0.21 г	Капельница, 30 мл	16. Murexide
Ацетат меди(II)	aq	Нужно определить	150 мл	Бутылка, 250 мл	17. $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Динатриевая соль ЭДТА	aq	0.0200 M	100 мл	Бутылочка, 100 мл	18. $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$
Ацетатный буфер (pH 5.5)	aq	0.25 M ($\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{COOH}$)	30 мл	Бутылочка, 50 мл	19. Acetate buffer
Карбонатный буфер (pH 10)	aq	0.1 M ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$)	100 мл	Бутылочка, 100 мл	20. Carbonate buffer
Образец неизвестной аминокислоты	aq	1%	25.00 мл	Мерная колба, 100 мл	21. Sample X



15 баллов

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	Сумма
14	11.5	6.5	0	10	3	0	15	1	4	65

Часть А: Качественный анализ смесей

Даны пять водных растворов **Mix 1–Mix 5**, каждый из которых содержат по две из следующих десяти аминокислот:

Аргинин (**Arg**), цистеин (**Cys**), глутаминовая кислота (**Glu**), гистидин (**His**), лизин (**Lys**), фенилаланин (**Phe**), пролин (**Pro**), серин (**Ser**), триптофан (**Trp**), тирозин (**Tyr**).

Каждая аминокислота встречается только один раз. Структуры этих аминокислот приведены в листе ответов. Ваша задача — **определить** аминокислоты, присутствующие в каждом растворе **Mix 1–Mix 5**, используя ТСХ, измерение pH и качественные реакции.

ТСХ и реакция с нингидрином:

- **Нарисуйте** стартовую линию на ТСХ-пластине ("**Q2 TLC**") на расстоянии не менее 1 см от края.
- **Отметьте позиции 1–5** на стартовой линии и одним-двумя касаниями капилляра **нанесите** пятна соответствующих растворов **Mix 1–Mix 5**.
- **Элюируйте** ТСХ-пластину, используя раствор "**1. $i\text{PrOH}:\text{H}_2\text{O}$** " в качестве элюента, оставив фильтровальную бумагу в камере. Учтите, что этот шаг занимает много времени, поэтому вам следует продолжить выполнение задачи.
- После завершения **отметьте** фронт растворителя и **дайте** ТСХ-пластине высохнуть на воздухе.
- **Обязательно наденьте** перчатки для дальнейших операций при работе с раствором нингидрина.
- С помощью капельницы **добавьте** в чашку Петри раствор проявителя "**2. Ninhydrin**" так, чтобы он едва покрыл дно чашки.
- **Окуните** пластину ТСХ в раствор нингидрина с помощью пинцета, **дайте** излишкам проявителя стечь с пластины на бумажные салфетки.
- **Нагрейте** пластину ТСХ, используя плитку, покрытую алюминиевой фольгой. С помощью теста можно отличить аминокислоты с первичной α -аминогруппой (от коричневого до фиолетового цвета) и вторичной α -аминогруппой (желтый цвет). Перегрев может сделать все пятна коричневыми.
- **Обведите** все пятна карандашом.



Q2.1 Напишите на ТСХ-пластине карандашом ваш код участника и **поместите** ее на отдельный лист ответов для вопроса **2.1**. **Поднимите** карточку «САМ». Вы и ассистент **должны подписать** лист ответов. Ассистент сфотографирует его и вернет вам. **Положите** пластину ТСХ обратно в белую коробочку с вашим кодом участника, которую затем поместите в соответствующий пакет.

Q2.2 Внесите в таблицу свои результаты следующим образом:

- (a) **Укажите** приблизительное значение pH каждого раствора, определённое с помощью индикаторной бумаги;
 - (b) **Укажите**, были ли качественные реакции, описанные ниже, положительными (используйте знак плюс "+") или отрицательными (используйте знак минус "-").
- Оцениваться будут только знаки "+" или "-".**

Для некоторых реакций вам понадобится водяная баня:

- **Добавьте** в стакан "Q2 Water bath" 50 мл воды и **поставьте** его на плитку.
- **Установите** регулятор плитки в положение **X**.
- Когда вода закипит, **уменьшите** нагрев таким образом, чтобы наблюдалось спокойное кипение (**установите** регулятор плитки в положение между **VI** и **X**).

Реакция Эрлиха ("Ehrlich" в листе ответов):

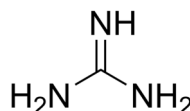
- **Добавьте** 10 капель "4. H_2SO_4 " к *примерно* 0.5 мл неизвестного раствора.
- **Добавьте** 10 капель "3. Ehrlich's reagent" и тщательно **перемешайте**.
- **Нагрейте** раствор на водяной бане.
- Появление **фиолетовой** окраски указывает на присутствие в растворе производных индола (бициклический гетероцикл).

Реакция с нитропруссидом ("Nitroprusside" в листе ответов):

- **Добавьте** 5 капель "6. NaOH " к *примерно* 1 мл неизвестного раствора.
- **Добавьте** 5 капель "5. $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ " и тщательно **перемешайте**.
- Появление **красной окраски** указывает на образование комплекса $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NOS})]$. **Обратите внимание**, что со временем эта окраска исчезает.

Реакция Сакагучи ("Sakaguchi" в листе ответов):

- **Добавьте** 5 капель "6. NaOH " к *примерно* 1 мл неизвестного раствора.
- **Добавьте** 5 капель "7. α -Naphthol" и тщательно **перемешайте**.
- При перемешивании **добавьте** 3 капли "8. Urea", а затем 5 капель раствора "9. NaClO ".
- Только **устойчивая красная окраска** указывает на присутствие в растворе производных гуанидина. Структура гуанидина приведена ниже:



Реакция Паули ("Pauly" в листе ответов):

- **Смешайте** 3 капли "11. NaNO_2 " с 5 каплями "10. Sulfanilic acid" (4-аминобензолсульфоновая кислота).
- **Сразу** после смешения первых двух реагентов, **добавьте** 3 капли неизвестного раствора и тщательно **перемешайте**.
- **Добавьте** 5 капель "12. Na_2CO_3 ".
- Появление **красной или красно-оранжевой** окраски свидетельствует о сочетании аминокислоты с солью диазония.

Реакция Гернгросса ("Gerngross" в листе ответов):

- **Добавьте** 3 капли "13. 1-Nitroso-2-naphthol" к *примерно* 1 мл неизвестного раствора.
- **Добавьте** 5 капель "4. H_2SO_4 " и 5 капель "14. HNO_3 ".
- **Нагрейте** раствор на водяной бане.
- Появление **красного** окрашивания указывает на наличие фенольной группы. **Обратите внимание**, что со временем эта окраска исчезает.

Q2.3 (а) Напишите трехбуквенные коды аминокислот (строка "AA" в листе ответов), которые вы идентифицировали в каждом растворе;

(b) Для каждой пары аминокислот, определенных в каждом растворе, **отметьте галочкой** аминокислоту с более высоким значением R_f (строка "Higher R_f " в листе ответов).

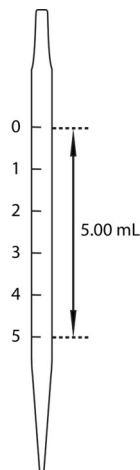


Часть В: Титриметрический анализ

Шаг 1. Стандартизация раствора ацетата меди(II)

1. **Заполните** бюретку 0.0200 М раствором "**18. Na₂H₂EDTA**".
2. В коническую колбу **добавьте**:
 - 3 мл "**19. Acetate buffer**" с помощью пипетки Пастера;
 - 3 капли раствора индикатора "**15. Alizarin Red S**" с помощью капельницы;
 - 5.00 мл "**17. Cu(CH₃COO)₂**" с помощью градуированной стеклянной пипетки.

Обратите внимание, что стеклянная пипетка объемом 5.00 мл градуирована, как показано ниже:



3. **Титруйте** до перехода окраски из розовой в устойчивую зеленую.
4. При необходимости **повторите** шаги 1-3.

Q2.4 Запишите наблюдаемые объемы (V_0 , мл – начальное показание бюретки; V_f , мл – конечное показание бюретки; T , мл – объем титранта).

Q2.5 Запишите принятый вами объем титранта Na₂H₂EDTA ($V_{\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}}$, мл).

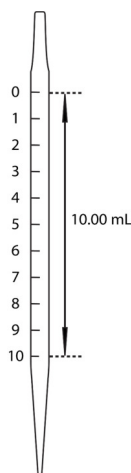
Q2.6 Рассчитайте концентрацию раствора ацетата меди(II) ($c_{\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2}$, М).



Шаг 2. Титрование образца неизвестной природной аминокислоты

5. **Заполните** до метки дистиллированной водой мерную колбу, содержащую "21. Sample X" (250 мг неизвестной аминокислоты).
6. **Заполните** новую бюретку стандартизированным раствором "17. $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ".
7. **Добавьте** 15 мл "20. Carbonate buffer" в капельницу с индикатором "16. Murexide". **Перемешайте** до полного растворения индикатора. **Приступайте** к титрованию сразу после приготовления раствора индикатора.
8. В коническую колбу **добавьте**:
- 10 мл "20. Carbonate buffer" с помощью мерного цилиндра;
 - отмеренные с помощью капельницы 2 мл приготовленного раствора мурексида;
 - 10.00 мл раствора **Sample X** с помощью стеклянной градуированной пипетки.

Обратите внимание, что стеклянная пипетка объемом 10.00 мл градуирована, как показано ниже:



9. **Титруйте** от розового цвета до полного исчезновения промежуточного фиолетового цвета. **Наблюдайте** изменение окраски на **белом фоне**, избегая попадания прямых солнечных лучей.

10. При необходимости **повторите** шаги 8-9.

Q2.7 Запишите наблюдаемые объемы (V_0 , мл – начальное показание бюретки; V_f , мл – конечное показание бюретки; T , мл – объем титранта).

Q2.8 Запишите принятый вами объем титранта $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ($V_{\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2}$, мл).



PQ2

Q2.9 Ацетат меди(II) реагирует с титруемой аминокислотой в соотношении 1:2. **Нарисуйте** разумную структуру продукта этой реакции (используйте "R" для обозначения бокового заместителя аминокислоты).

Q2.10 Рассчитайте молекулярную массу (M_r) аминокислоты в **Sample X**, основываясь на результатах титрования.

Примечание: на следующей странице для справки представлены молекулярные массы M_r и структуры природных аминокислот.



PQ2

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Глицин (Gly) $C_2H_5NO_2$ $M_r = 75.07$	Л-Аланин (Ala) $C_3H_7NO_2$ $M_r = 89.09$	Л-Серин (Ser) $C_3H_7NO_3$ $M_r = 105.1$	Л-Пролин (Pro) $C_5H_9NO_2$ $M_r = 115.1$
Л-Валин (Val) $C_5H_{11}NO_2$ $M_r = 117.1$	Л-Треонин (Thr) $C_4H_9NO_3$ $M_r = 119.1$	Л-Цистеин (Cys) $C_3H_7NO_2S$ $M_r = 121.2$	Л-Лейцин (Leu) $C_6H_{13}NO_2$ $M_r = 131.2$
Л-Изолейцин (Ile) $C_6H_{13}NO_2$ $M_r = 131.2$	Л-Аспарагин (Asn) $C_4H_8N_2O_3$ $M_r = 132.1$	Л-Аспарагиновая кислота (Asp) $C_4H_7NO_4$ $M_r = 133.1$	Л-Глутамин (Gln) $C_5H_{10}N_2O_3$ $M_r = 146.1$
Л-Лизин (Lys) $C_6H_{14}N_2O_2$ $M_r = 146.2$	Л-Глутаминовая кислота (Glu) $C_5H_9NO_4$ $M_r = 147.1$	Л-Метионин (Met) $C_5H_{11}NO_2S$ $M_r = 149.2$	Л-Гистидин (His) $C_6H_9N_3O_2$ $M_r = 155.2$
Л-Фенилаланин (Phe) $C_9H_{11}NO_2$ $M_r = 165.2$	Л-Аргинин (Arg) $C_6H_{14}N_4O_2$ $M_r = 174.2$	Л-Тирозин (Tyr) $C_9H_{11}NO_3$ $M_r = 181.2$	Л-Триптофан (Trp) $C_{11}H_{12}N_2O_2$ $M_r = 204.2$



3. ГОТОВЫ ЛИ ВЫ ПРЕДЛОЖИТЬ ОТВЕТЫ?

Оборудование

Предмет	Количество	Этикетка(и)
Камера для проявления PS	1	PS
Камера для проявления AS	1	AS
Камера для ТСХ, 250 мл, с фильтровальной бумагой	2	Q3 TLC
Чашка Петри	2	1:3 и 1:6
Бутылка, 250 мл	1	Q3 waste
Пробирки Эппендорфа (2 мл)	8 + 2 дополнительных	E, F, G, H, EF, EG, FH, GH
Подставка для пробирок Эппендорфа	1	-
Плавучий штатив	1	В коробке с надписью Q3
В маркированных пакетах:		
Пластина для ТСХ без УФ-индикатора	2	Q3 TLC A + код участника
Пластина для ТСХ с УФ-индикатором	1	Q3 TLC UV A + код участника
Пластина для ТСХ без УФ-индикатора	5 + 4 дополнительных	TLC B + код участника
Пластиковый шпатель	4 + 1 дополнительный	В коробке с надписью Q3
Пипетка Пастера	10 + 10 дополнительных	В коробке с надписью Q3
Капилляры в центрифужной пробирке	15 + 15 дополнительных	Q3 capillaries



PQ3

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Вещества

Вещество	Состояние	Концентрация	Количество	Находится	Этикетка
Проявитель KMnO_4	aq	-	40 мл	Бутылочка 50 мл	PS
Проявитель с анисовым альдегидом	sol	-	40 мл	Бутылочка 50 мл	AS
Элюент EtOAc:гексан	l	1:6	20 мл	Бутылочка 50 мл	1:6
Элюент EtOAc:гексан	l	1:3	40 мл	Бутылочка 50 мл	1:3
Этилацетат	l	-	20 мл	Бутылочка 50 мл	EtOAc
1 в EtOAc	sol	0.1 M	0.3 мл	Пузырек 2 мл	A, B, C, D
2 в EtOAc	sol	0.1 M	0.3 мл	Пузырек 2 мл	
3 в EtOAc	sol	0.1 M	0.3 мл	Пузырек 2 мл	
4 в EtOAc	sol	0.1 M	0.3 мл	Пузырек 2 мл	
5	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	E, F, G, H
6	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	
7	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	
8	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	
9	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	
10	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	
11	-	Чистый	200 мг	Пузырек 2 мл	



15 баллов

3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5.8	2

3.13	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18	3.19	3.20	3.21	3.22	Сумма
1.2	4	1	2	1	0	4	15	4	12	62

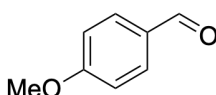
Тонкослойная хроматография (ТСХ) — мощный метод анализа в органической химии. В этой задаче рассматриваются некоторые из ее многочисленных применений.

В Части А вы будете использовать три способа проявления для определения растворов неизвестных веществ **A–D**.

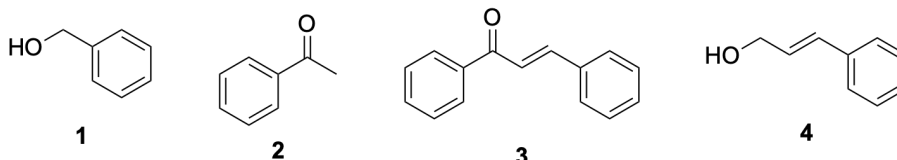
В Части В вы определите неизвестные вещества **E–H** с помощью их попарных реакций и последующего анализа реакционных смесей методом ТСХ.

Часть А: Проявление ТСХ

Вам выдан щелочной раствор KMnO_4 (**PS**) и подкисленный раствор анисового альдегида (**AS**) в качестве проявителей, а также четыре неизвестных образца **A–D**. Структура анисового альдегида приведена ниже.



Каждый образец содержит одно из веществ **1–4** без повторов. Вы должны определить, какому веществу соответствует каждый образец, на основе вида ТСХ-пластин в различных проявителях и в УФ-свете.



1. **Включите** нагрев на плитке (**установите** регулятор **между** положениями **VI** и **X**) и медленное перемешивание (оно необходимо для охлаждения электронных компонентов в плитке).



2. Для этой части вам понадобятся две пластины ТСХ из пакета "Q3 TLC A" и одна из пакета "Q3 TLC UV A". **Подготовьте** пластины, как показано на рисунке ниже: **нарисуйте** стартовую линию и четыре точки, подписанные как **A-D**, на равном расстоянии друг от друга.



3. **Подпишите** сверху две пластины ТСХ из первого пакета как "AS" и "PS". **Подпишите** пластину из второго пакета как "UV". **Не обрабатывайте эту пластину проявителями и не нагревайте ее**, она будет использоваться для УФ-визуализации.

4. **Подготовьте** камеру ТСХ, помеченную как "1:6", используя элюент EtOAc:Hexane = 1:6. Уровень элюента должен быть ~0.5 см. Слейте излишки элюента в бутылку с маркировкой "Q3 waste".

5. **Нанесите** на три пластины ТСХ образцы **A-D** с помощью стеклянного капилляра. Не наносите слишком много; **диаметр** пятна должен быть **менее 4 мм**.

6. **Используя** пинцет, поместите пластины ТСХ в камеру и **проведите** элюирование. В одной камере можно проводить одновременно элюирование нескольких пластин ТСХ. Желательно, чтобы длина пробега растворителя была не менее 5 см. Камера **всегда должна быть закрыта**.

7. После того, как элюирование проведено, **извлеките** пластины из камеры и **отметьте** линию фронта растворителя.

8. **Высушите** пластины на воздухе до тех пор, пока весь видимый растворитель не испарится.



ТСХ-пластина PS

9. **Держите** наготове бумажные салфетки. В камеру, помеченную как **PS**, налейте соответствующий проявитель. **Возьмите** ТСХ-пластину **PS** пинцетом и **окуните** ее в проявитель **PS**. **Убедитесь**, что проявитель покрыл пластину до линии фронта растворителя.

10. **Извлеките** пластину и дайте избытку проявителя стечь с пластины на бумажные салфетки. **Протрите** заднюю поверхность пластины.

Q3.1 Отметьте наличие каких-либо пятен до нагревания. **Поставьте** галочку(и) в соответствующую(ие) ячейку(и), если для данного образца есть пятно; **поставьте** галочку в ячейку "N", если ни одно пятно не появилось.

Q3.2 Нарисуйте вид ТСХ-пластины **PS** до нагревания.

11. **Нагрейте** пластину на горячей плитке до появления пятен (~5-60 с). Используйте пинцет, чтобы положить пластину на плитку и убрать с нее.

Q3.3 Укажите только **дополнительное(ые) пятно(а)**, появившееся(иеся) после нагревания, поставив галочку(и) в соответствующую(ие) ячейку(и); **поставьте** галочку в ячейку "N", если дополнительных пятен не появилось.

12. **Обведите** карандашом все пятна на пластинке ТСХ.

Q3.4 Нарисуйте вид ТСХ-пластины **PS** после нагревания.

ТСХ-пластина AS

13. **Проявите** ТСХ-пластину **AS** проявителем **AS**, таким же образом, как и для **PS**. **Закройте** камеру для проявления.

Q3.5 Отметьте наличие каких-либо пятен до нагревания. **Поставьте** галочку(и) в соответствующую(ие) ячейку(и), если пятно есть для данного образца; **поставьте** галочку в ячейку "N", если ни одно пятно не появилось.

Q3.6 Нарисуйте вид ТСХ-пластины **AS** до нагревания.

14. **Нагрейте** пластину.

Q3.7 Укажите только **дополнительное(ые) пятно(а)**, появившееся(иеся) после нагревания, поставив галочку(и) в соответствующую(ие) ячейку(и); **поставьте**



галочку в ячейку "N", если дополнительных пятен не появилось.

15. **Обведите** все пятна на пластине карандашом.

Q3.8 Нарисуйте вид ТСХ-пластины **AS** после нагревания.

ТСХ-пластина UV

ТСХ-пластина UV используется для сравнения действия проявителей и УФ-визуализации. **НЕ нагревайте эту пластину!**

16. **Поднимите** карточку "**UV**". Ассистент отведет вас к УФ-лампе.

17. **Обведите** все пятна, видимые в УФ-свете.

Q3.9 Укажите, у какого вещества наблюдается **наименьшее** поглощение УФ-излучения.

Q3.10 Нарисуйте вид ТСХ-пластины UV.

Q3.11 Положите все три ТСХ-пластины на отдельный лист ответов. **Поднимите** карточку "**SAM**". На этом этапе вы и ассистент **должны расписаться** на листе ответов. Ассистент возьмет ТСХ-пластины с вашим листом ответов для фотографии и затем вернет их вам. После этого **положите** три ТСХ-пластины в соответствующие пакеты (обозначенные как "**Q3 TLC A**" и "**Q3 TLC UV A**"). Для оценки будут использоваться как фотография, так и сданные вами пластины.

Q3.12 На основе результатов ТСХ:

(a) **Отметьте галочкой(ами)** наиболее полярное(ые) соединение(я) **A-D**.

(b) **Отметьте галочкой(ами)** наименее полярное(ые) соединение(я) **A-D**.

Q3.13 Основываясь исключительно на ваших экспериментальных наблюдениях, отметьте галочкой(ами) ячейку(и), соответствующую(ие) утверждению(ям), которое(ые) вы сочли правильным(и). Не полагайтесь на теоретические представления или предположения.

(a) **PS** не проявляет алкены.

(b) **PS** проявляет алкены без нагревания.

(c) **PS** проявляет алкены только при нагревании.

(d) **AS** проявляет алкены без нагревания.

(e) **AS** не проявляет карбонильные соединения со связями α -CH.

(f) **AS** проявляет карбонильные соединения со связями α -CH без нагревания.



PQ3

- (g) **AS** проявляет карбонильные соединения со связями α -CH только при нагревании.
- (h) УФ не показывает соединения, поглощающие УФ-свет использованной лампы.
- (i) УФ показывает соединения, поглощающие УФ-свет использованной лампы.

Q3.14 Укажите, каким образцам **A-D** соответствуют соединения **1-4**.



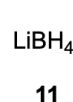
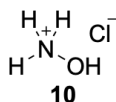
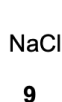
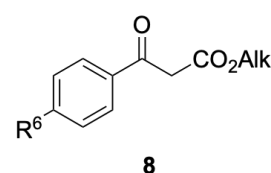
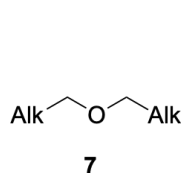
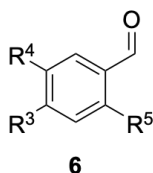
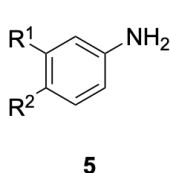
Часть В: Идентификация неизвестных соединений по их реакциям

Концентрация реагента влияет на скорость большинства химических реакций. Это часто делает реакции без растворителя (реакции, проводимые с небольшим количеством растворителя или вообще без него) более надежными, чем реакции, проводимые в растворителях. В этом задании вам предстоит провести серию реакций практически без растворителя для идентификации неизвестных соединений. Этот метод позволяет провести эти реакции за 10 минут, в то время как в растворителе они идут 1-10 часов.

У вас есть четыре неизвестных образца: **E**, **F**, **G** и **H**. Образцы отличаются друг от друга, каждый содержит одно из семи соединений, перечисленных ниже (**5-11**).

Ход реакции будет контролироваться с помощью ТСХ, проявленной в **PS**.

НЕ нюхайте соединения, так как они могут быть токсичными!



Не полагайтесь на запах или внешний вид вещества при идентификации. Именно поэтому заместители не указаны. "Alk" - это алкильный заместитель. Заместители R¹-R⁶ инертны в реакциях, которые вы будете проводить. Для идентификации образцов мы рекомендуем полагаться на проведенные эксперименты.

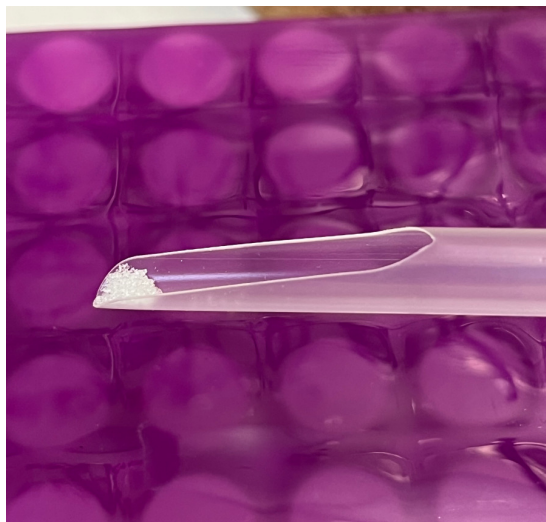
Проверка на растворимость/смешиваемость

Проведите проверку на растворимость/смешиваемость с EtOAc для неизвестных соединений **E-H** следующим образом:

1. **Возьмите** пробирку Эппендорфа **маркированную** буквами **E-H**.
2. **Добавьте** одну каплю (если это жидкость) или один маленький шпатель (если это твердое вещество, см. рисунок ниже) соответствующего неизвестного образца.



Один маленький шпатель выглядит следующим образом



3. **Добавьте** ~1 мл EtOAc.

Q3.15 Запишите свои наблюдения для каждого соединения (отметьте галочкой "Y", если оно растворяется/смешивается, или "N", если не растворяется/не смешивается).

4. **Сохраните** пробирки, так как эти образцы будут использоваться в качестве свидетелей для последующего анализа методом ТСХ.

ТСХ-анализ чистых неизвестных веществ

5. **Подготовьте** пластинки для ТСХ; **используйте** пластинки из пакета, обозначенного как "Q3 TLC B". **Нарисуйте** линию старта и отметьте места пятен **Е-Н. Подпишите** пластинку обозначением UNK.

6. **Подготовьте** новую камеру с элюентом EtOAc:Hexane = 1:3. **Проведите** ТСХ для **Е-Н. Отметьте** линию фронта растворителя.

7. **Проявите** пластинку для ТСХ с помощью **PS**. **Нагрейте** пластинку. **Обведите** все проявившиеся пятна.

Q3.16 Поместите эту пластинку на отдельный лист ответов. **Поднимите** карточку "CAM". Ассистент подойдет и возьмет пластинки, чтобы сфотографировать. По окончании задания **положите** пластинки ТСХ обратно в пакет с надписью "Q3 TLC



В". Как фотография, так и сданная пластинка будут использоваться для выставления баллов после тура.

Q3.17 Отметьте свои наблюдения после проявления в **PS** ("Y" - проявляется, "N" - не визуализировано) в таблице.

Если соединение не проявляется с помощью **PS**, вам не нужно делать контрольное пятно этого соединения на ТСХ в оставшейся части этого эксперимента.

Попарные реакции

Проведите попарные реакции между неизвестными образцами **Е-Н** следующим образом.

При правильном выполнении ТСХ **все** продукты реакций **должны быть видны**.

Между парами E+H и F+G **реакции не идут**, поэтому их проводить **не нужно**.

8. **Разогрейте** водяную баню до спокойного кипения: **установите** регулятор в положение **X**, а когда вода закипит, **уменьшите** нагрев, чтобы кипение было спокойным (установите регулятор между положениями **VI** и **X**).

9. **Используйте** четыре пробирки Эппендорфа, промаркированные для четырех попарных реакций, которые вам нужно провести. Например, реакция между **Е** и **F** проводится в пробирке Эппендорфа с надписью "**EF**".

10. **Добавьте** первый реагент (**две капли** жидкости или **два маленьких шпателя** твердого вещества).

11. **Добавьте только одну каплю** EtOH в качестве растворителя.

12. **Добавьте** второй реагент (**две капли жидкости** или **два маленьких шпателя** твердого вещества).

13. **Не закрывайте** реакционный сосуд.

Q3.18 Вы можете **записать** свои наблюдения (если они есть) в таблицу. Эта таблица предназначена для вашего удобства, она не будет оцениваться!

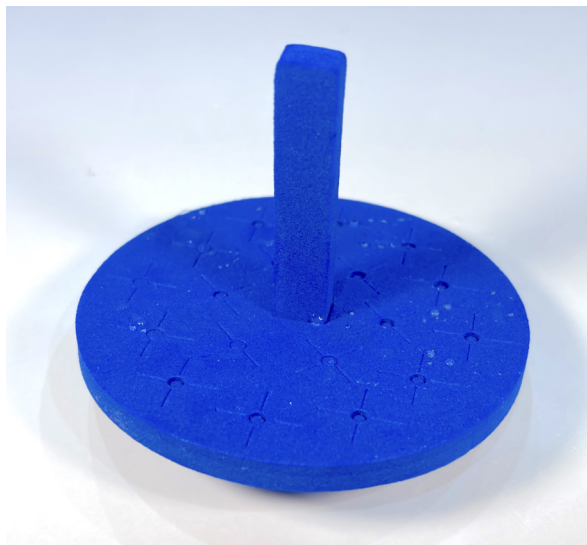
14. **Нагревайте** реакционную смесь в течение 10 минут, поместив пробирку в плавающий штатив и поставив его в предварительно нагретую водяную баню (см. рисунок ниже).



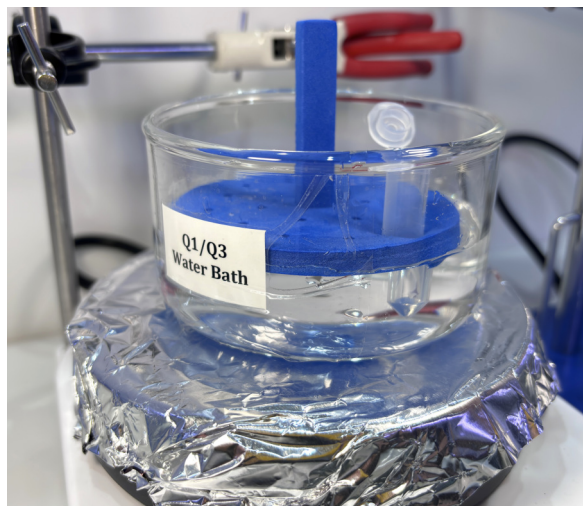
PQ3

أولمبياد الكيمياء الدولي السابع والخمسون
الإمارات العربية المتحدة
57th IChO - United Arab Emirates - 2025

Плавучий штатив



Реакционная установка



15. Через 10 мин **выньте** реакционную смесь и **дайте ей остыть** до комнатной температуры.

16. **Добавьте** EtOAc (~1.5-1.8 мл), **закройте** пробирку и осторожно **перемешайте**.

17. **Проведите** ТСХ-анализ реакционной смеси, после чего проявите пластинку в **PS** и нагрейте ее. Сначала **подпишите** пластинку для ТСХ соответствующей комбинацией букв, например **EF**. **Отметьте** три пятна: **E** - для соединения **E**, **R** - для реакционной смеси, **F** - для соединения **F**. **Используйте** элюент EtOAc:Hexane = 1:3 для всех ТСХ, **кроме реакции между F и H**, для которой необходимо использовать элюент EtOAc:Hexane = 1:6. **Отметьте** линию фронта растворителя. **Обведите все пятна** на пластине для ТСХ.

Q3.19 Отметьте результат реакции ("Y" = реакция идет; "N" = реакции нет) в соответствии с данными ТСХ для реакций каждой пары в листе ответов.

Q3.20 Определите неизвестные вещества в соответствии с вашими наблюдениями. **Напишите** соответствующую букву **E-H** под соединениями **5-11** или **отметьте** "N", если вещество отсутствует во всех пробирках **E-H**.

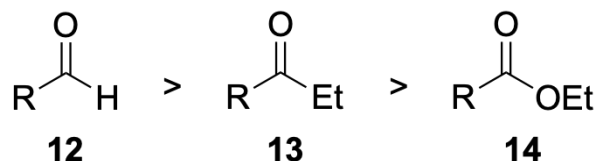
Q3.21 Для каждой реагирующей пары **нарисуйте** структуры продуктов в соответствии с используемыми реагентами **E-H**; **отметьте** "N" в случае отсутствия продукта.



Подсказки:

Одна реагирующая пара дает два органических продукта;
другая реагирующая пара дает циклический продукт.

Ниже перечислены карбонильные соединения в порядке убывания их реакционной способности в реакциях с определенным нуклеофилом.



Q3.22 Поместите каждую пластинку ТСХ в соответствующее место на отдельном листе ответов. **Поднимите** карточку "CAM". Ассистент возьмет пластины, чтобы сфотографировать. **Поместите** все пластины для ТСХ из этой части в пакет с надписью "Q3 TLC B". Как фотография, так и сданные пластины будут использованы для выставления баллов после тура.