

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

11 класс

Задача 1. Органическая химия

Оборудование и реактивы

- | | |
|---|----------|
| 1. Пробирка с образцом ацетилсалициловой кислотой | – 1 шт. |
| 2. Штатив с лапками | – 1 шт. |
| 3. Колба круглодонная (или Эрленмейера), 250 мл | – 1 шт. |
| 4. Обратный холодильник со шлангами | – 1 шт. |
| 5. Пипетка стеклянная, 2 мл | – 4 шт. |
| 6. Мерный цилиндр, 25 мл | – 1 шт. |
| 7. Груша резиновая | – 1 шт. |
| 8. Промывалка с дистиллированной водой | – 1 шт. |
| 9. Стеклянный фильтр | – 1 шт. |
| 10. Фильтровальная бумага | – 2 шт. |
| 11. Палочка стеклянная | – 1 шт. |
| 12. Шпатель | – 1 шт. |
| 13. Перчатки нитриловые | – 1 шт. |
| 14. Центры кипения | – 1 шт. |
| 15. Стакан стеклянный, 150–200 см ³ | – 1 шт. |
| 16. Защитные очки | – 1 шт. |
| 17. Салфетки бумажные | – 10 шт. |

Оборудование и реактивы общего пользования:

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Колба с концентрированной соляной кислотой | – 3 на лабораторию |
| 2. Колба Бунзена | – 1 шт. на пару |
| 3. Плитка электрическая | – 1 шт. на пару |

Задача 2. Координационная химия

Оборудование и реактивы:

- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Стакан химический, 50 мл | – 1 шт. |
| 2. Колба мерная с пробкой, 50 мл | – 3 шт. |

Оборудование и реактивы общего пользования:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Раствор соляной кислоты, 0,01 М | – 1 шт. на пару |
| 2. Раствор соли Fe ³⁺ в 0,01 М HCl, 0,0125 М | – 1 шт. на пару |
| 3. Раствор сульфосалициловой кислоты в 0,01 М HCl, 0,0125 М | – 1 шт. на пару |

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| 4. Спектрофотометр | – 1 шт. на лабораторию |
| 5. Кюветы для спектрофотометра | – 2 шт. на лабораторию |

Внимание!!! Вы обязаны выполнять необходимые требования безопасной работы с химическими реактивами и оборудованием! Не выполняйте посторонних действий, не относящихся к методике работы! Перед выполнением работы Вы обязаны надеть химический халат и защитные очки. Вы не должны общаться с другими участниками олимпиады. Нарушение данных требований является основанием для дисквалификации.

Категорически запрещается пробовать на вкус, нюхать вещества прямо из пробирки, перемешивать содержимое пробирки, закрывать горлышко пальцем!

Запишите в лист ответов номер Вашего варианта задания
(указан на пробирке с ацетилсалициловой кислотой и штативе с пробирками)

ЗАДАЧА 1. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ **СИНТЕЗ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ**

В данной задаче Вам предлагается провести синтез салициловой кислоты. путем гидролиза ее производного – ацетилсалициловой кислоты.

Методика эксперимента:

1. Соберите прибор для проведения реакции, состоящий из круглодонной колбы и обратного холодильника, к которому присоединены шланги для подвода воды.

2. Перенесите всю навеску (масса навески указана на пробирке) выданного Вам образца ацетилсалициловой кислоты в колбу.

3. Рассчитайте необходимый объем воды и концентрированной соляной кислоты для проведения синтеза (**Примечание:** для проведения синтеза на 1 г ацетилсалициловой кислоты необходимо использовать **15 мл воды и 0,2 мл концентрированной соляной кислоты**). В отдельном стакане приготовьте раствор соляной кислоты (**Примечание: приготовление раствора соляной кислоты необходимо проводить в вытяжном шкафу!**). Добавьте необходимый объем раствора соляной кислоты в колбу и поместите в нее несколько кусочков фарфора (центры кипения). Закрепите колбу в лапке штатива, после чего присоедините к ней обратный холодильник, закрепите его в лапке штатива, и удостоверьтесь в том, что обратный холодильник работает (имеется постоянный ток проточной воды).

После того как Вы собрали прибор и удостоверились в его работоспособности приступайте к нагреванию реакционной смеси (для проведения реакции Вам потребуется кипятить реакционную смесь в течение 2 часов). По истечению 2-ух часов, кипячение прекращается и колбу с реакционной смесью охлаждают под струей водопроводной воды.

4. Соберите прибор для вакуумного фильтрования. Размешайте осадок в колбе стеклянным шпателем (или стеклянной палочкой) и перенесите его на фильтр. Включите водоструйный насос, присоедините шланг к отводу колбы для фильтрования и отфильтруйте осадок. По окончании фильтрования оставьте осадок на фильтре на 20 мин при включенном вакууме.

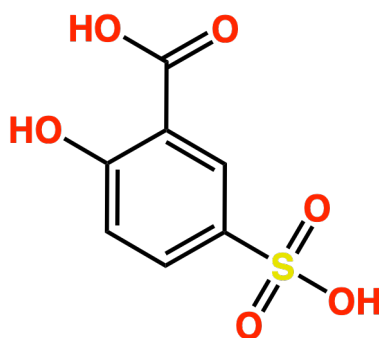
Примечание: кран водоструйного насоса можно закрывать исключительно при отсоединенном от прибора вакуумном шланге!

5. Взвесьте в присутствии сопровождающего тур полученный продукт и определите его выход в %.

ЗАДАЧА 2. ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕХИОМЕТРИИ ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МЕЖДУ ИОНОМ Fe^{3+} И СУЛЬФОСАЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

Салициловая кислота и ее производные часто используются для количественного определения ионов тяжелых металлов (Fe, Cu).

Так, сульфосалициловая (2-гидрокси-5-сульфобензойная) кислота (ССК) будучи бидентантным лигандом образует прочные ярко окрашенные комплексы с ионами Fe^{3+} , концентрацию которых можно определить фотометрически. Высокие коэффициенты молярной экстинкции данных комплексов позволяют определять малые концентрации целевых ионов.

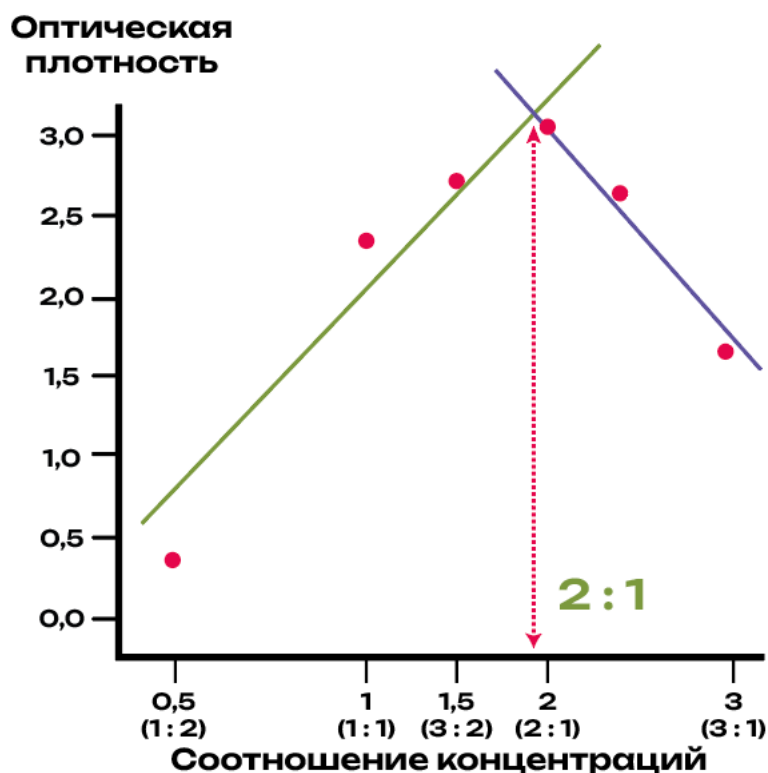


Структура ССК

Вам предстоит определить стехиометрию комплексообразования ССК с ионами Fe^{3+} в кислой среде ($\text{pH} = 2$) методом Жобá (метод изомолярных серий). Суть метода Жобá состоит в следующем: если комплекс является частицей, поглощающей электромагнитное излучение (свет) при данной длине волны, то концентрация комплекса (α , следовательно, и оптическая плотность раствора) в серии растворов с одинаковой общей концентрацией лиганда и комплексообразователя будет максимальной в случае, если стехиометрия комплекса будет совпадать с соотношением концентраций лиганда и комплексообразователя в растворе.

Практически, метод Жобá заключается в приготовлении серии растворов, в каждом из которых суммарная молярная концентрация лиганда и комплексообразователя одинакова. Соотношение концентраций лиганда и комплексообразователя в растворах подбирается таким образом, чтобы захватить все потенциальные стехиометрические соотношения «лиганд : комплексообразователь», в которых теоретически могут взаимодействовать лиганд и комплексообразователь (например, 1 : 2; 1 : 1; 2 : 1; 3 : 1; 3 : 2 и т.д.). Для каждого такого раствора определяется оптическая плотность при длине волны, характеризующей максимум поглощения комплекса. Строится график в координатах «соотношение концентраций «лиганд : комплексообразователь» и «оптической плотности». При корректном исполнении эксперимента точки на графике будут аппроксимироваться в две прямые, пересечение которых будет указывать на реальную стехиометрию комплекса (отметим, что данное пересечение должно соответствовать максимуму на полученном графике).

Так, ниже представлен модельный график, описывающий результаты определения стехиометрии комплексообразования по методу Жобá. Для выбранных соотношений максимум оптической плотности характеризовалась стехиометрия 2 : 1, что указывает на соответствующее соотношение лиганда и комплексообразователя в составе частицы, которая поглощает электромагнитное излучение.



1. В таблице в бланке ответов проведите расчет объемов аликвот раствора соли Fe^{3+} и сульфосалициловой кислоты, необходимых для приготовления шести растворов с соотношением концентраций ССК и Fe^{3+} , равным 1 : 1,5; 1 : 1; 1,5 : 1; 2 : 1; 3 : 1; 4 : 1.

2. В выданных Вам мерных колбах приготовьте три любых раствора из перечисленных выше путем отбора аликвот из общего раствора соли Fe^{3+} и сульфосалициловой кислоты, переноса их в мерную колбу и доведения раствора до метки. Учтите, что в конечные растворы должны характеризоваться $\text{pH} = 2$. Перемешайте раствор путем плотного закрытия колбы пробкой и переворачивания колбы (**придерживая пробку!**) несколько раз.

3. Проведите фотометрирование растворов при длине волны 506 нм. Для этого промойте кювету исследуемым раствором, наполните кювету спектрофотометра исследуемым раствором на 80-90% от общего объема кюветы (либо до метки на кювете, если такая присутствует). Проведите фотометрирование раствора, передайте бланк ответа оператору спектрофотометра для записи оптической плотности. **Внимание! Держать кювету необходимо за**

шлифованные (непрозрачные) грани. На кювете не должно оставаться следов растворов.

4. Повторите эксперимент для оставшихся соотношений концентраций.

5. Постройте график в координатах «соотношение концентраций ССК : Fe^{3+} » и «оптической плотности». Проведите аппроксимирование точек на графике, получите две прямые, найдите их точки пересечения и определите стехиометрию комплекса ССК и ионов Fe^{3+} .

Номер варианта _____

Шифр участника _____

11 класс

Часть 1

1. Напишите уравнения гидролиза ацетилсалициловой кислоты.

--

_____ балла / 3

2. Рассчитайте необходимый объем воды и соляной кислоты для проведения синтеза.

--

$V(\text{H}_2\text{O}) =$ _____ мл _____ балла / 1	$V(\text{HCl}) =$ _____ мл _____ балла / 1
--	--

3. Запишите массы получившейся соляной кислоты.

$m(\text{продукта}) =$ _____	Подпись сопровождающего тура _____
------------------------------	---------------------------------------

4. Рассчитайте выход салициловой кислоты:

--

Выход продукта: _____	_____ баллов / 30
-----------------------	-------------------

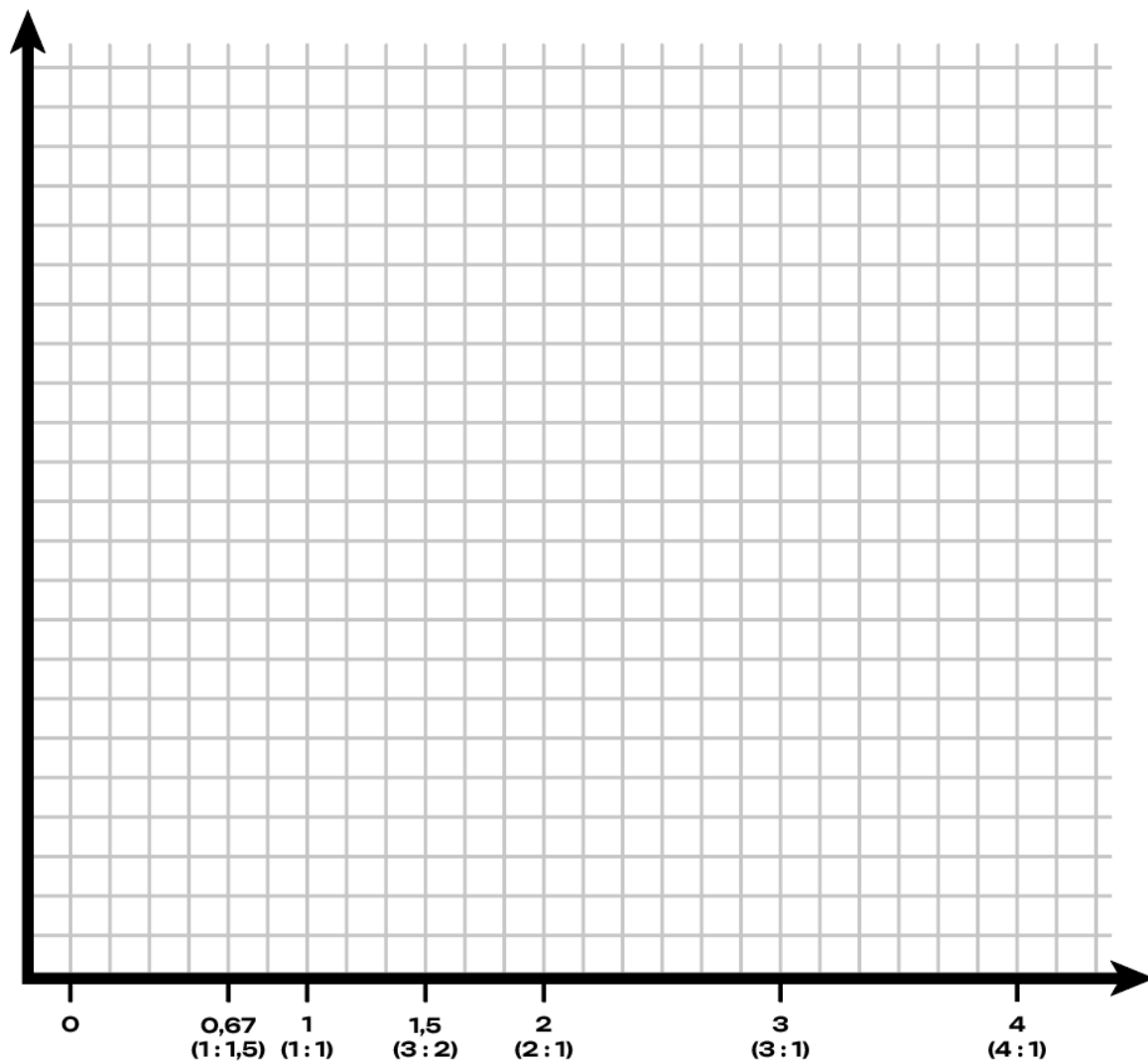
Часть 2.

5. Для определения стехиометрии комплексообразования между Fe^{3+} и ССК заполните таблицу ниже.

Соотношение концентраций ССК : Fe^{3+}	Объем раствора Fe^{3+} , мл	Объем раствора ССК, мл	Конечный объем, мл	Общая концентрация Fe^{3+} и ССК, М	Оптическая плотность раствора	Подпись оператора спектрофотометра	Балл
1 : 1,5			50	$5 \cdot 10^{-4}$			__ / 6
1 : 1							__ / 6
1,5 : 1							__ / 6
2 : 1							__ / 6
3 : 1							__ / 6
4 : 1							__ / 6

6. Постройте график в координатах «соотношение концентраций ССК : Fe^{3+} » и «оптической плотности». Проведите аппроксимирование точек на графике, получите две прямые, найдите их точки пересечения и определите стехиометрию комплекса ССК и ионов Fe^{3+} .

**Оптическая
плотность**



Соотношение концентраций

___ балла / 2

Состав комплекса:

___ балла / 2

7. Докажите математически справедливость метода Жобá.

___ балла / 5