

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
2023-2024 учебный год
Экспериментальный тур (4 часа)
11 класс
Максимальный балл – 30 баллов**

Вам выдано два набора реактивов:

в первом наборе в семи пронумерованных пробирках выданы растворы следующих индивидуальных соединений: KI, NaOH, NaHCO₃, Na₂S, BaCl₂, FeCl₂, NH₃ (p-p).

Во втором наборе: Cu₂(OH)₂CO₃ (кристаллический), растворы: H₂SO₄, NaOH, HCl

Задание. Из веществ второго набора выберите только два вещества и синтезируйте реактив, необходимый для идентификации растворов из первого набора. Опишите последовательность ваших действий при синтезе реактива и наблюдаемые явления. Напишите уравнение реакции синтеза вещества, необходимого для идентификации растворов из первого набора. Напишите уравнения взаимодействия синтезированного реактива с идентифицируемыми соединениями. Зафиксируйте ваши наблюдения. Решение представьте в виде таблицы:

№ пробирки	Наблюдения при добавления реактива	Уравнение реакции	Идентифицированное соединение

Реактивы и оборудование на каждого участника.

Реактивы: первый набор: 5% растворы KI, NaOH, NaHCO₃, Na₂S, BaCl₂, [Zn(NH₃)₄]SO₄, NH₃ (p-p).

Второй набор: Cu₂(OH)₂CO₃ кристаллический, H₂SO₄, NaOH, HCl,

Оборудование:

первый набор: штативы с пронумерованными пробирками, в которых 5% растворы идентифицируемых веществ KI, NaOH, NaHCO₃, Na₂S, BaCl₂, [Zn(NH₃)₄]SO₄, NH₃ (p-p).

Второй набор: в бьюксе (Cu₂(OH)₂CO₃ кристаллический, склянки с подписанными веществами: H₂SO₄, NaOH, HCl, необходимых для синтеза реактива для идентификации, спиртовка, шпатель для отбора кристаллического малахита, зажим для пробирок, спички, колба или стакан для синтезируемого реактива

Приготовление раствора [Zn(NH₃)₄]SO₄. (готовят заранее)

[Zn(NH₃)₄]SO₄ готовят путем прибавления концентрированного раствора аммиака к 5 %-ному раствору сульфата цинка. Выделяющийся после прибавления первых порций аммиака осадок гидроксида цинка растворяют в избытке аммиака. Однако не следует допускать большого избытка последнего. Поэтому не нужно добиваться полного растворения осадка.

После растворения основной массы осадка суспензию разделить отстаиванием, затем слить прозрачную надосадочную жидкость и использовать в задаче. Участникам следует выдавать свежеприготовленный раствор

Решение: Чтобы можно было различить 7 выданных соединений, реактив должен давать характерную реакцию как минимум с 6-тью из них. Значит продукты должны отличаться не только по состоянию в растворе (газ, осадок), но и по цвету.

Из возможных реактивов такое различие характерно только для соединений меди. Поэтому приходим к выводу, что мы должны синтезировать CuCl_2 или CuSO_4 . При этом CuCl_2 не позволит различить BaCl_2 и FeCl_2 , а CuSO_4 – позволит.

Окончательный вывод – мы должны синтезировать CuSO_4 .

Синтез реактива. Сульфат меди (II) может быть получен путем взаимодействия двух из выданных вещества – основного карбоната меди и серной кислоты – по реакции: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CuSO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

Для этого добавим к раствору серной кислоты избыток основного карбоната меди. Наблюдаем выделение газа и растворение основного карбоната меди с образованием голубого раствора сульфата меди. После прекращения выделения газа сольем раствор с осадка.

Идентификация соединений. Идентификацию соединений можно проводить в произвольном порядке. Для ее осуществления будем прибавлять по 1 – 2 капли реактива к 1 – 2 миллилитрам идентифицируемых растворов (недостаток реактива); там, где наблюдаемых при этом эффектов не достаточно для надежной идентификации (например, реакция с тиосульфатом), будем прибавлять к 1 – 2 миллилитрам реактива 1 – 2 капли анализируемого раствора (избыток реактива).

Заполним таблицу:

№ пробирки	Наблюдения при добавлении реактива	Уравнение реакции	Идентифицированное соединение
1	Бурое окрашивание раствора, выпадение белого осадка (цвет виден после отстаивания)	$2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$	KI
2	Выпадение синего осадка	$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	NaOH
3	Выпадение голубого осадка, через некоторое время наблюдаем медленное выделение газа (в виде пузырей в осадке, осадок всплывает)	$2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	NaHCO ₃
4	Выпадение черного осадка	$\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	Na ₂ S
5	Выпадение обильного	$\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{CuCl}_2$	BaCl ₂

	белого осадка, нерастворимого в кислотах		
6	Появление василькового окрашивания и выпадение белого осадка	$\text{CuSO}_4 + 2[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 2\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
7	При недостатке реактива – интенсивное васильковое окрашивание, при избытке – выпадение голубого осадка*	а) CuSO_4 (недост.) + $4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ б) CuSO_4 (изб.) + $2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	NH_3

Система оценивания.

Критерии оценивания	Баллы
1. Правильность установления реактива для идентификации соединений (баллы выставляются сразу же после сообщения участником формулы реактива)	4 б
2. Запись методики синтеза реактива и наблюдений при синтезе	3 б
3. Уравнение синтеза реактива	3 б
4. Фиксирование наблюдений при идентификации соединений	3 б
5. Правильность идентификации соединений (по 1 б за каждое соединение)	7б
6. Уравнения реакций идентификации (по 1 б за каждое уравнение), (если приведено несколько уравнений, например, при избытке и недостатке реактива – считать как одно)	10 б
Итого	30 б