

Химическая олимпиада имени Германа Гесса

Заключительный этап

Практический тур

(ФИО участника)

(населенный пункт, школа, класс)

Москва, 17 марта 2026

Заполняется по результатам практикума:

Балл за практикум	Проверяющий	Подпись участника

Качественный изобретатель

Качественный анализ – дело нехитрое, как считают многие. Надо всего лишь смешать пробирки и посмотреть на осадок красивого цвета. Но, конечно же, на самом деле все сложнее. Нужно, чтобы реакция была воспроизводимой, работала даже при маленьких концентрациях вещества, была селективной по отношению к другим веществам. И чтобы аналитический сигнал был в виде четко идентифицируемого вещества (если это кристаллический осадок, ну к примеру, розового цвета, будет прелестно, но это наши фантазии, конечно же).

Мы придумали демонстрационный эксперимент, который показывает основные принципы качественного анализа и позволяет установить, какие катионы находятся в неизвестной смеси. Примерно то же самое мы ожидаем и от вас.

Вам требуется описать происходящее в демонстрационном эксперименте и определить неизвестные катионы в растворе. После вам выдаются растворы пяти катионов и отдельный **раствор Y**, содержащий два катиона из пяти. Ваша задача – придумать качественную реакцию на каждый катион, которая будет давать уникальный аналитический сигнал, и после с помощью выявленных качественных реакций определить катионы в вашем растворе.

Легенда к демонстрационному эксперименту

У вас есть три раствора – CuSO_4 , MnSO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. С ними проводится серия демонстрационных экспериментов с реагентами, описанными в таблице ниже. С каждым раствором будет проведено шесть опытов, после чего аналогичные шесть опытов будут проведены с **раствором X**, полученным смешением двух растворов из изначального списка.

Легенда к экспериментальному блоку (пробирочным опытам)

У вас есть некоторое количество растворов, содержащих катионы Ti^{3+} , VO_2^+ , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} . Растворы, содержащие катионы Ti^{3+} и VO_2^+ , подкислены. Также у вас имеется набор следующих подписанных реактивов: растворы гидроксида натрия (NaOH), пероксида водорода (H_2O_2), аммиака (NH_3), диметилглиоксима (H_2dmg , считайте его одноосновной кислотой) и желтой кровяной соли ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$).

Часть 1. Демонстрационные эксперименты

№	Что сделали	Наблюдения	Уравнения реакций
1	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$	Образовался синий желеобразный осадок	$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
2	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$	?	?
3	$\text{CuSO}_4 + \text{NH}_3$	Образовался синий желеобразный осадок; при дальнейшем добавлении весь осадок растворился с образованием раствора василькового цвета	
4	$\text{MnSO}_4 + \text{NaOH}$		
5	$\text{MnSO}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$		
6	$\text{MnSO}_4 + \text{NH}_3$		
7	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH}$		
8	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$		
9	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NH}_3$		

10	Раствор X + NaOH		-
11	Раствор X + NaOH + H ₂ O ₂		-
12	Раствор X + NH ₃		-

Выводы из демонстрационных опытов. Расшифруйте состав раствора X

Напишите ниже катионы переходных металлов, входящих в состав **раствора X**. Этот блок можно заполнить в самом конце, после того как вы проанализируете пробирочные опыты.

Катион 1	Катион 2

Ниже приведите **обоснование** того, почему вы решили, что в растворе содержатся именно такие катионы. Обоснование методом исключения не засчитывается. Назовите характерные реакции, которые помогли Вам в этом

Часть 2. Экспериментальный блок (пробирочные опыты)

В таблице ниже запишите свои краткие наблюдения в ходе экспериментов, например, синий↓ или бесцветный↑.

	VO_2^+	Ni^{2+}	Co^{2+}	Fe^{3+}	Ti^{3+}	р-р Y
Цвет						
+ NaOH						
+ H_2O_2						
+ NH_3						
+ H_2dmg						
+ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$						

Полные наблюдения

Напишите свои полные наблюдения в проведенных взаимодействиях. Не забудьте написать соответствующие уравнения взаимодействий (можно как в ионном, так и в молекулярном виде).

№	Ион	Реактив	Наблюдения	Уравнения реакций
1	VO_2^+	+ NaOH		
		+ H_2O_2		
		+ NH_3		

		+ H ₂ dmg		
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		
2	Ni ²⁺	+ NaOH		
		+ H ₂ O ₂		
		+ NH ₃		
		+ H ₂ dmg		
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		
3	Co ²⁺	+ NaOH		
		+ H ₂ O ₂		

		+ NH ₃		
		+ H ₂ dmg		
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		
4	Fe ³⁺	+ NaOH		
		+ H ₂ O ₂		
		+ NH ₃		
		+ H ₂ dmg		
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		
5	Ti ³⁺	+ NaOH		

		+ H ₂ O ₂		
		+ NH ₃		
		+ H ₂ dmg		
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		
6	p-p Y	+ NaOH		—
		+ H ₂ O ₂		—
		+ NH ₃		—
		+ H ₂ dmg		—
		+ K ₄ [Fe(CN) ₆]		—

Выводы из пробирочных опытов. Расшифруйте состав раствора Y

Напишите ниже катионы переходных металлов, входящих в состав **раствора Y**.

Катион 1	Катион 2

Ниже приведите **обоснование** того, почему вы решили, что в растворе содержатся именно такие катионы. Обоснование методом исключения не засчитывается. Назовите характерные реакции, которые помогли Вам в этом