

Последняя гонка

Доминик Торетто решил устроить качественный последний заезд перед тем, как окончательно уйти в отпуск, однако за множество предыдущих приключений у него совершенно истерлись колеса. Приехав в шиномонтаж на Калужском шоссе, наш герой принялся выбирать себе новенькие модные блестящие диски. Продавец предложил ему на выбор диски **A**, **B** или **B**, сказав, что каждый товар является сплавом двух металлов. Оказалось, Доминик только-только вышел с теоретического тура Олимпиады Гесса, поэтому ему стало интересно, что за металлы входят в состав каждого из дисков. Закупив побольше образцов и потратив кругленькую сумму, он отправился в свой гараж и достал три огромные ванны, в которые поместил диски каждого типа. Затем он залил их разными кислотами (в какие-то ванны налил серную, в какие-то соляную, в какие-то азотную, Доминик не был систематичен при этом) умеренной концентрации и немного нагрел, чтобы металлы точно растворились — как итог, он получил три раствора (**A**, **B**, **B**). К сожалению, у Доминика гораздо лучше получается показывать запредельную скорость, чем решать задачи по химии, поэтому для определения состава растворов ему пришлось обратиться к своему брату Колбочкину. Колбочкин знал, что семья превыше всего, поэтому сразу же бросил написание своей диссертации и отправился в гараж к Доминику; проведя несколько опытов за час, молодой химик быстро установил, что все три раствора по сути состоят из нитратов трех металлов (**1**, **2**, **3**), взятых попарно. Затем он подробно объяснил Доминику, как он сделал такие выводы, а также порадовал старшего брата демонстрационными экспериментами с отдельно взятыми солями этих металлов.

Радостный Доминик поставил себе в машину диски (все, не стал выбирать какой-то один тип), завел своего железного коня и умчал в закат под мощный трек Wiz Khalifa — See you Again.

P.S. Никто из организаторов олимпиады не стал бы себе ставить такие диски, так как в реальности их делают из более сложных сплавов.



Доминик пытается разобраться в задачах олимпиады Гесса.
Пока не получается.



Доминик купает диски в ванной с кислотой.

Легенда к демонстрационному эксперименту:

Есть три цветных раствора — два зеленых различных оттенков и один желтого цвета (растворы **1**, **2**, **3**). С ними проводится серия демонстрационных экспериментов, включающая в себя химические превращения. Растворы **1**, **2** и **3** представляют собой водные растворы индивидуальных веществ, содержащих один единственный катион металла; в этом практикуме нас интересует в основном катионный состав растворов, но и без анионов не обойдется. Так уж вышло, что раствор **1** получился в опытах у Колбочкина и Доминика с хлорид-анионом, раствор **2** с сульфатом, а раствор **3** с нитратом. Соответственно, **1** — это хлорид металла, **2** — это сульфат металла, **3** — это нитрат металла.

Легенда к экспериментальному блоку (пробирочным опытам):

У вас есть некоторое количество растворов **А**, **Б** и **В**. Каждый из этих растворов представляет собой попарные смеси (**1&2**, **1&3**, **2&3**, взаимное соотношение «буква раствора — пара веществ» неизвестно), а также набор следующих подписанных реактивов: растворы нитрита натрия NaNO_2 , фторида натрия NaF , карбоната натрия Na_2CO_3 , иодида калия KI и желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, нитрата бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

Выводы из демонстрационных опытов. Расшифруйте катионный состав растворов 1, 2 и 3.

Впишите в соответствующие клеточки растворов те вещества, которые содержатся в растворах. Этот блок можно заполнить в самом конце, после того, как вы проанализируете пробирочные опыты.

Раствор	Цвет раствора	Растворенное вещество
1	Изумрудно-зеленый	CrCl_3
2	Бледно-зеленый	NiSO_4
3	Желтый	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

Железо угадывается довольно просто по характерному цвету, а также буро-коричневому осадку гидроксида, отсутствию аммиачных комплексов.

Зеленые окраски растворов намекают на хром +3 и никель +2. Раствор 2 имеет ярко выраженное амфотерное поведение (образование осадка в щелочи и дальнейшее растворение), характерный сероватый цвет гидроксида, фиолетовый окрас аммиачного комплекса, а при окислении дает желтый раствор все это — явные признаки хрома.

Никель имеет характерный осадок гидроксида, нерастворимый в щелочи, типичный васильковый аммиакат, окисляется до черных соединений никеля +3, а также дает качественную реакцию с диметилглиоксимом.

Часть 1. Демонстрационный эксперименты с растворами 1, 2 и 3

№	Что сделали	Наблюдения	Уравнения реакций
1а	Добавили 3 М NaOH в 1	По каплям до довольно большого объема — серо-голубой осадок, при избытке — изумрудный раствор без мути и осадка.	$\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$ $\text{Cr(OH)}_3\downarrow + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na[Cr(OH)}_4]$
1б	Добавили 3 М NaOH в 2	Светло-бело-зеленый осадок, его становится много при избытке.	$\text{NiSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ni(OH)}_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
1в	Добавили 3 М NaOH в 3	От одной капли — бурый осадок, в избытке много осадка, раствор сверху бесцветный прозрачный.	$\text{Fe(NO}_3)_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$
2а	Добавили конц. NH ₃ в 1	От нескольких капель образуется серо-голубой осадок, при избытке осадка становится больше. После затыкания пробкой и перемешивания и непродолжительного стояния раствор приобретает грязно-фиолетовый окрас. Осадок остается.	$\text{CrCl}_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3 \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{Cr(OH)}_3\downarrow + 6 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cr(NH}_3)_6](\text{OH})_3$
2б	Добавили конц. NH ₃ в 2	По каплям — бирюзовая муть, в избытке — посинение, сверху васильковый, после перемешивания чистый васильковый раствор без осадка.	$\text{NiSO}_4 + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni(OH)}_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{Ni(OH)}_2\downarrow + 6 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ni(NH}_3)_6](\text{OH})_2$
2в	Добавили конц. NH ₃ в 3	По каплям бурый осадок, много темно-коричневого осадка в избытке. Через некоторое время осадок осядет, раствор сверху прозрачный бесцветный.	$\text{Fe(NO}_3)_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3 \text{NH}_4\text{NO}_3$

3а	Добавили крепкий NaClO в 1	Серый осадок от капелек, при избытке внизу желтый раствор хромата.	$\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaClO} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{HClO} + \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$ $2 \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaClO} + 4 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{NaCl} + 5 \text{H}_2\text{O}$ Засчитывать любой адекватный вариант, гидроксиды берутся от гидролиза гипохлорита
3б	Добавили крепкий NaClO в 2	По каплям коричневый осадок, падающий на дно, в избытке коричнево-черный осадок, может быть заметно выделение газа.	$2 \text{NiSO}_4 + \text{NaClO} + 4 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{NiO}(\text{OH})\downarrow + \text{NaCl} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Засчитывать любой адекватный вариант окисления никеля, гидроксиды берутся от гидролиза гипохлорита
3в	Добавили крепкий NaClO в 3	Сразу рыжий осадок, в избытке — много осадка.	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaClO} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl} + 3 \text{HClO}$
4а	Добавили раствор диметилглиоксима в подщелоченный раствор 1	Образуется серо-голубой осадок.	$\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$
4б	Добавили раствор диметилглиоксима в подщелоченный раствор 2	Образуется осадок при подщелачивании, затем при добавлении ДМГ розовая окраска.	$\text{NiSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{NiSO}_4 + 2 \text{HDmg} \rightarrow \text{Ni}(\text{Dmg})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
4в	Добавили раствор диметилглиоксима в подщелоченный раствор 3	Бурый осадок	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$

* диметилглиоксим в реакциях может выступать как одноосновная кислота, его можно записывать в виде HA или HDmg.

Часть 2. Экспериментальный блок (пробирочные опыты)

В таблице ниже запишите свои наблюдения в ходе экспериментов, приведите уравнения реакций, которые описывают данные наблюдения

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
K ₄ [Fe(CN) ₆], раствор A	Изб. A + K ₄ [Fe(CN) ₆]	Выпадает сине-зеленый осадок лазури	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 3 \text{KNO}_3$
	Изб. K ₄ [Fe(CN) ₆] + A	Явно видимый синий осадок лазури	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 3 \text{KNO}_3$
K ₄ [Fe(CN) ₆], раствор B	Изб. B + K ₄ [Fe(CN) ₆]	Выпадает сине-зеленый осадок лазури, но менее интенсивно окрашенный чем с А	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 3 \text{KNO}_3$ $2 \text{NiSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
	Изб. K ₄ [Fe(CN) ₆] + B	Явно видимый синий осадок лазури	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 3 \text{KNO}_3$ $2 \text{NiSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
K ₄ [Fe(CN) ₆], раствор B	Изб. B + K ₄ [Fe(CN) ₆]	Бело-желтая муть вверху пробирки	$2 \text{NiSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
	Изб. K ₄ [Fe(CN) ₆] + B	Голубой бледный осадок	$2 \text{NiSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
KI, раствор А	Изб. А + KI	Раствор буреет, интенсивно	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + \text{I}_2$ $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3 \text{ (бурый полииодид)}$
	Изб. KI + А	Раствор буреет, желто-оранжевый окрас	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + \text{I}_2$ $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3 \text{ (бурый полииодид)}$
KI, раствор Б	Изб. Б + KI	Медленно изменение окраски на более бурую	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + \text{I}_2$ $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3 \text{ (бурый полииодид)}$
	Изб. KI + Б	Явно быстрое побурение раствора	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + \text{I}_2$ $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3 \text{ (бурый полииодид)}$
KI, раствор В	Изб. В + KI	Нет видимых изменений	—
	Изб. KI + В	Нет видимых изменений	—

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
Na ₂ CO ₃ , раствор A	Изб. A + Na ₂ CO ₃	Бело-бурый осадок, видно выделение мелких пузырьков газа	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaNO}_3 + 3 \text{CO}_2\uparrow$ $2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaCl} + 3 \text{CO}_2\uparrow$
	Изб. Na ₂ CO ₃ + A	Нетонущий светло-бурый осадок	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaNO}_3 + 3 \text{CO}_2$ $2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaCl} + 3 \text{CO}_2$ <p>CO₂ не выделяется, потому что он поглощается избытком щелочного раствора карбоната</p>
Na ₂ CO ₃ , раствор B	Изб. B + Na ₂ CO ₃	Бело-бурый осадок, белого больше, выделяются мелкие пузырьки газа	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaNO}_3 + 3 \text{CO}_2\uparrow$ $\text{NiSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NiCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
	Изб. Na ₂ CO ₃ + B	Желтая муть	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaNO}_3 + 3 \text{CO}_2$ $\text{H}_2\text{O} + 2 \text{NiSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NiOH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$ <p>CO₂ не выделяется, потому что он поглощается избытком щелочного раствора карбоната</p>
Na ₂ CO ₃ , раствор B	Изб. B + Na ₂ CO ₃	Серый осадок в зеленом растворе	$2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaCl} + 3 \text{CO}_2$ $\text{NiSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NiCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
	Изб. Na ₂ CO ₃ + B	Бело-сине-зеленая муть	$2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaCl} + 3 \text{CO}_2$ $\text{H}_2\text{O} + 2 \text{NiSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NiOH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$ <p>CO₂ не выделяется, потому что он поглощается избытком щелочного раствора карбоната</p>

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
NaF, раствор А	Изб. А + NaF	Изменение оттенка цвета раствора на зеленый (пропадает окраска от железа); при небольшом количестве добавленного фторида может быть без изменений	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 6 \text{NaF} \rightarrow \text{Na}_3[\text{FeF}_6] + 3 \text{NaNO}_3$
	Изб. NaF + А	Попадающая в избыток фторида жидкость сразу становится бесцветной; со временем появляется белая муть	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaF} \rightarrow \text{FeF}_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$ Осадок возникает в избытке фторида из-за процессов гидролиза
NaF, раствор Б	Изб. Б + NaF	Изменение оттенка цвета раствора на зеленый (пропадает окраска от железа); или нет изменений	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 6 \text{NaF} \rightarrow \text{Na}_3[\text{FeF}_6] + 3 \text{NaNO}_3$
	Изб. NaF + Б	Попадающая в избыток фторида жидкость сразу становится бесцветной; аналогично раствору А, здесь тоже выпадает немного белого осадка со временем	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaF} \rightarrow \text{FeF}_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$ Осадок возникает в избытке фторида из-за процессов гидролиза
NaF, раствор В	Изб. В + NaF	Нет видимых изменений	—
	Изб. NaF + В	Обесцвечивание окраски раствора не происходит	—

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
NaNO ₂ , раствор A	Изб. A + NaNO ₂	Бурое окрашивание раствора	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_3 + 2 \text{HNO}_3$ $3 \text{NaNO}_2 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \rightarrow [\text{Fe}(\text{NO})](\text{NO}_3)_2 \text{ (бурое окрашивание)}$
	Изб. NaNO ₂ + A	Бурое окрашивание раствора	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_3 + 2 \text{HNO}_3$ $3 \text{NaNO}_2 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \rightarrow [\text{Fe}(\text{NO})](\text{NO}_3)_2 \text{ (бурое окрашивание)}$
NaNO ₂ , раствор B	Изб. B + NaNO ₂	Бурое окрашивание раствора, образование светло-желтой мути	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_3 + 2 \text{HNO}_3$ $3 \text{NaNO}_2 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \rightarrow [\text{Fe}(\text{NO})](\text{NO}_3)_2 \text{ (бурое окрашивание)}$ <p>Муть образуется из-за выпадения гидроксида железа вследствие гидролиза</p>
	Изб. NaNO ₂ + B	Менее бурое окрашивание раствора, выпадение светло- желтой мути	$2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_3 + 2 \text{HNO}_3$ $3 \text{NaNO}_2 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \rightarrow [\text{Fe}(\text{NO})](\text{NO}_3)_2 \text{ (бурое окрашивание)}$ <p>Муть образуется гидролиза железа и никеля в щелочном нитрите</p>
NaNO ₂ , раствор B	Изб. B + NaNO ₂	Нет видимых изменений	—
	Изб. NaNO ₂ + B	Нет видимых изменений	—

Как известно, не все так уж и однозначно с этими катионами. Тогда придется использовать ультимативный подход и обратиться к анионам. Здесь обойдемся без этих ваших шуточек с избытками и недостатками, воспользуемся старыми дедовскими аналитическими реакциями. Ведь дед — это семья, а мы все знаем, что от семьи отворачиваться нельзя.

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
Ba(NO ₃) ₂ , растворы	A + Ba(NO ₃) ₂	Нет видимых изменений	—
	B + Ba(NO ₃) ₂	Выпадает белый осадок	Ba(NO ₃) ₂ + NiSO ₄ → Ni(NO ₃) ₂ + BaSO ₄ ↓
	B + Ba(NO ₃) ₂	Выпадает белый осадок	Ba(NO ₃) ₂ + NiSO ₄ → Ni(NO ₃) ₂ + BaSO ₄ ↓

Выводы из демонстрационных опытов. Расшифруйте катионный состав А, Б и В, обоснуйте свой выбор.

Впишите в соответствующие клеточки растворов те вещества, которые содержатся в растворах. Помните, что все три раствора представляют из себя попарные смеси веществ 1, 2 и 3.

Раствор	Вещество 1	Вещество 2
А	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	CrCl_3
Б	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	NiSO_4
В	CrCl_3	NiSO_4

Обоснование:

На самом деле для точного определения того, какие вещества смешаны в какие пары, достаточно использовать лишь два опыта. Реакция с желтой кровяной солью или иодидом явно показывает, где железо есть, а где его нет. Далее по реакции с нитратом бария можно легко понять, где именно есть сульфат никеля. Таким образом вещества уже определяются однозначно.

Без анализа анионов растворы А и Б проявляют себя достаточно похожим образом. Различия есть в оттенках цветов в реакциях с нитритом, карбонатом и желтой кровяной солью, но на таком принципе очень сложно построить однозначно понятное определение.

Разбалловка

45 наблюдений (12 демо + 33 пробирочные реакции) по 1 баллу за наблюдение = 45 баллов

23 уникальные реакции (13 в демо + 10 в пробирочных) по 1 баллу за реакцию = 23 балла

Принимаются любые другие формы записи реакций (в том числе в ионном виде). Самое главное, чтобы сама идея реакции была адекватной, а реакция была уравнена. В таком случае, за реакцию выставляется полный балл, даже если она не совпадает с ключами. За корректно написанную по реагентам и продуктам, но не уравненную реакцию ставится 0,5 баллов.

По 1 баллу за состав растворов **1**, **2** и **3** = 3 балла

По 2 балла за состав смесей **А**, **Б** и **В** = 6 баллов

3 балла за корректное обоснование того, как именно были определены составы смесей **А**, **Б** и **В**. Может не совпадать с ключами.

ИТОГО 45 + 23 + 3 + 6 + 3 = 80 баллов

Список уникальных реакции:

- $\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$
- $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$
- $\text{NiSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$
- $\text{CrCl}_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_3$
- $\text{NiSO}_4 + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (не у всех могло быть видно осадок гидроксида)
 $\text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + 6 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$

8. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NH}_4\text{NO}_3$
9. $\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaClO} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{HClO} + \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$ (или любой другой альтернативный гидролиз)
10. $2 \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaClO} + 4 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{NaCl} + 5 \text{H}_2\text{O}$
11. $2 \text{NiSO}_4 + \text{NaClO} + 4 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{NiO}(\text{OH})\downarrow + \text{NaCl} + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
12. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaClO} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl} + 3 \text{HClO}$ (или любой другой альтернативный гидролиз)
13. $\text{NiSO}_4 + 2 \text{HDmg} \rightarrow \text{Ni}(\text{Dmg})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (альтернативно может быть реакция с $\text{Ni}(\text{OH})_2$)
14. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + 3 \text{KNO}_3$
15. $2 \text{NiSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
16. $2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + \text{I}_2$
 $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3$ (бурый полийодид)
17. $2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaNO}_3 + 3 \text{CO}_2\uparrow$
18. $2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6 \text{NaCl} + 3 \text{CO}_2\uparrow$
19. $\text{NiSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NiCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\text{H}_2\text{O} + 2 \text{NiSO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NiOH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$
20. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 6 \text{NaF} \rightarrow \text{Na}_3[\text{FeF}_6] + 3 \text{NaNO}_3$
21. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NaF} \rightarrow \text{FeF}_3\downarrow + 3 \text{NaNO}_3$
22. $2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_3 + 2 \text{HNO}_3$
 $3 \text{NaNO}_2 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \rightarrow [\text{Fe}(\text{NO})](\text{NO}_3)_2$
23. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{NiSO}_4 \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4\downarrow$