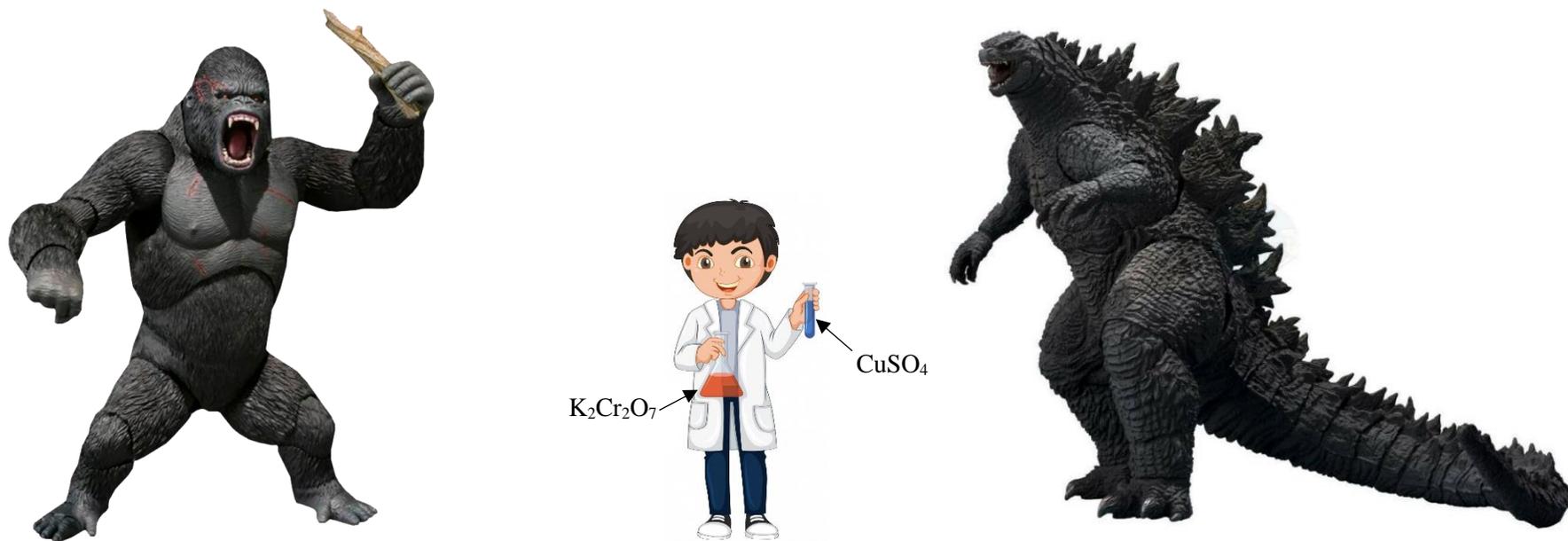


Герман Гесс против Годзиллы и Кинг-Конга.

В 1817 году извечно соперничающие знакомые – Годзилла и Кинг-Конг – решили устроить очередной спарринг на берегах реки Эмайыги в Эстонии. Выйдя на берег, гиганты обнаружили, что в Эстонии очень холодно, поэтому перед боем решили облачиться в экипировку – Кинг-Конг сделал себе накидку из шкуры, для дубления которой использовал соединение **А**. Годзилла же, отчистил свои металлические латы от ржавчины при помощи соединения **Б**. В пылу жаркой битвы Годзилла махнул хвостом, уронив в реку и банку с **А**, и банку с **Б**, от чего река окрасилась в темно-желто-зеленый грязный цвет (раствор **Х**). Монстры не сильно переживали об экологии Земли и, не убрав за собой последствия драки, ушли купаться в Чудское озеро.

Проходивший мимо реки после занятий в гимназии совсем еще юный Герман Гесс заметил нездоровый оттенок речных вод и сразу же поспешил посмотреть поближе, что случилось. Сходу определить состав раствора у него не получилось, поэтому он отобрал в склянки несколько проб раствора **Х** из реки и побежал в лабораторию. Там он и его друзья провели несколько опытов с различными реактивами, чтобы определить, насколько опасные реактивы разлиты в реке Эмайыги.

Посредством демонстрационных и пробирочных опытов Вам предстоит помочь Герману Гессу определить, что же обронили в реку Годзилла и Кинг-Конг, и спасти экологию Эстонии!



Часть 1. Демонстрационный эксперимент

№	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
1	К изб. раствора X добавили 2 мл $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})}$, затем всыпали немного цинка.	Наблюдается выделение газа, раствор из желтого постепенно становится изумрудно-зеленым, на дне выпадает красный осадок.	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \downarrow$ $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ $3\text{Zn} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
2	К раствору X добавили примерно равное количество 0,2 М раствора BaCl_2 . Затем добавили конц. NH_3 .	При добавлении хлорида бария раствор желтеет, наблюдается выпадение желтого осадка. При добавлении аммиака сверху возникает слой синего раствора. После отстаивания видно, что осадок частично белый.	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ $\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ba}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{BaCrO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$ $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
3	К раствору X по каплям добавляли 2 М КОН. Затем добавили избыток КОН.	При добавлении первых капель щелочи образуются частицы желтого осадка. При добавлении избытка образуется мутно-зеленый раствор снизу, сверху желтый раствор.	$2\text{OH}^- + 2\text{Cu}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{CuCrO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CuCrO}_4 + 2\text{OH}^- (\text{изб.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CrO}_4^{2-}$
4	К изб. раствора X добавили 2 мл $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})}$, затем по каплям добавляли 9% H_2O_2 . После добавили избыток H_2O_2 .	Появляется темно-синее окрашивание, выделяется газ. При добавлении избытка весь раствор становится темно-синим, через некоторое время раствор становится изумрудно-зеленым.	$2\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CrO}(\text{O}_2)_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CrO}_5 + 7\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{O}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
5	К изб. 9% H_2O_2 добавляли р-р X по каплям.	Появляется рубиновая окраска в верхней части раствора. Есть слабозаметное выделение газа.	$6\text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 9\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{K}_3\text{CrO}_8 + 7\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$
3	После отстаивания осадка пипеткой отобрали желтый р-р и добавили к нему BaCl_2 . В оставшийся синий осадок залили избыток конц. NH_3 .	Желтый раствор с BaCl_2 дает светло-желтый осадок. Осадок растворяется в аммиаке и дает синий раствор.	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_4 \downarrow$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$

Выводы (какие вещества может содержать в себе исследуемый раствор X?):

На основании опытов 1–3 можно с уверенностью сказать, что в растворе содержался катион меди (II), т.к. в первой реакции с цинком образуется красный осадок (медь), а степень окисления можно определить по окраске характерного аммиачного комплекса. В реакции с хлоридом бария можно заметить образование белого осадка, поэтому разумно предположить, что один из анионов – сульфат, таким образом одно из веществ могло бы быть сульфатом меди (применяется для удаления ржавчины). Для разгадки второго вещества обратим внимание на желтый цвет растворов при различных опытах. Если желтых осадков можно вспомнить несколько (иодид свинца, иодид серебра, фосфат серебра и т.д.), то желтый раствор сигнализирует о хромат-анионе. Об этом свидетельствуют также некоторые другие реакции: при восстановлении цинком или водородом в момент выделения хром (VI) восстанавливается до катиона хрома (III), имеющего характерный темно-зеленый цвет. Опыт 4 является реакцией образования пероксида хрома CrO_5 — это известная качественная реакция на перекись водорода. Таким образом в исходном растворе содержится или хромат или бихромат какого-то катиона, например натрия, калия или аммония. Т.к. из условия известно, что раствор изначально имел кислую среду, то оставляем только вариант с бихроматом. Бихроматы используют при дублении шкур. Таким образом, веществом **А** мог быть **$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$** (или $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{NH}_4\text{Cr}_2\text{O}_7$, веществом **Б** мог быть **CuSO_4** (или $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Проверить наши догадки можно в пробирочных опытах.

Часть 2. Пробирочные опыты

Реактив	Что сделали?	Наблюдения	Уравнения реакций
Pb(CH ₃ COO) ₂	Изб. X + реагент	На дно постепенно оседает желтый осадок. Сверху остается желтый раствор.	$\text{H}_2\text{O} + 2\text{Pb}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{PbCrO}_4\downarrow + 2\text{H}^+$ $\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$
	Изб. реагента + X	Сначала образуется осадок лаймового цвета, затем вниз оседает желтый осадок, раствор слабо-желтый, сверху остается лаймовое окрашивание.	$\text{H}_2\text{O} + 2\text{Pb}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{PbCrO}_4\downarrow + 2\text{H}^+$ $\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow$
AgNO ₃	Изб. X + реагент	Образование красно-коричневого осадка	$2\text{Ag}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\downarrow$
	Изб. реагента + X	Образование красно-коричневого осадка	$2\text{Ag}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\downarrow$
KI	Изб. X + реагент	Потемнение раствора, через некоторое время раствор приобретает темно-красно-коричневый оттенок.	$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
	Изб. реагента + X	Помутнение коричневого цвета, видно белесый осадок.	$14\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2\downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2\downarrow$

Na ₂ SO ₃	Изб. X + реагент	Слабое зеленоватое помутнение, которое через некоторое время исчезает, цвет раствора практически не меняется.	$2\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{SO}_3^{2-} \rightarrow$ $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
	Изб. реагента + X	Вниз оседает зеленый осадок, раствор остается прозрачным.	$2\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{SO}_3^{2-} \rightarrow$ $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
Na ₂ S ₂ O ₃	Изб. X + реагент	Цвет раствора не изменяется, вниз оседают крупные частицы, видны зеленые и светлые оттенки.	$2\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 3\text{S}\downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} +$ $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$
	Изб. реагента + X	По всей высоте пробирки заметны светло-желтые частицы, снизу заметен зеленый осадок.	$2\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 3\text{S}\downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} +$ $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$

Разбалловка:

Демонстрации – 4 балла за клеточку, пробирочные – 2 балла за клеточку.

(если реакций много, то можно дробить до 1/0,5).

Итого: 4*5*2 = 40 за демонстрации и 2*2*5*2 = 40 баллов за пробирочные. МАКСИМУМ 80 БАЛЛОВ.