

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
2020/2021 учебный год.**

10 класс

240 минут

Задача 10-1. (5 баллов)

Продукт сгорания магния на воздухе (при температуре 800 °С и давлении 1 атм.) растворили в кипящей воде. При растворении в осадок выпало 2,32 г белого вещества, при этом в воздухе ощущался слабый неприятный запах. Напишите все возможные уравнения реакций и назовите их продукты по номенклатуре ИЮПАК. Вычислите объем газа, выделившегося в ходе реакции.

Задача 10-2. (12 баллов)

Как говорится, «красота – это страшная сила». В 1775 году шведский химик-фармацевт Карл Вильгельм Шееле получил соединение красивого зеленого цвета, которое позднее стали называть «зеленью Шееле». Полученный им пигмент быстро стал популярен в среде художников и модельеров, которые использовали его для обработки тканей. К концу 19-го века «зелень Шееле» практически полностью вытеснила известные ранее пигменты зеленого цвета. К сожалению, за такую красоту многим пришлось расплачиваться собственной жизнью из-за высокой токсичности такого соединения, поэтому в настоящее время оно запрещено к применению во всех странах мира.

Чтобы получить «зелень Шееле», к раствору натриевой соды, нагретому до 90°С, прибавляют оксид трехвалентного мышьяка, в результате чего получается новая соль. К свежеполученному раствору этой соли добавляют раствор медного купороса, в результате чего выпадает практически нерастворимый в воде зеленый осадок. После его фильтрации осадок высушивают при 43°С, а затем нагревают до 50-60°С, чтобы усилить его окраску. Цвет «зелени Шееле» варьируется в зависимости от соотношения меди и мышьяка, поскольку она представляет собой смесь из нескольких соединений, элементный состав которых приведен в таблице ниже.

Соединение	$\omega(\text{Cu}), \%$	$\omega(\text{As}), \%$	$\omega(\text{O}), \%$	$\omega(\text{H}), \%$
1	22,91	54,02	23,07	-
2	37,28	43,95	18,77	-
3	33,90	39,96	25,60	0,54
4	40,35	31,71	27,09	0,85

- 1) Напишите уравнения реакций, приводящих к получению «зелени Шееле» (для любого из четырех соединений).
- 2) Предположите состав четырех соединений, входящих в состав «зелени Шееле».
- 3) Предположите, почему окраска пигмента усиливается при его высушивании и последующем нагревании.
- 4) Одним из недостатков «зелени Шееле» является то, что со временем она чернеет на воздухе. Предположите причину такого поведения этого пигмента.

Задача 10-3. (10 баллов)

Для реакции $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 (\text{ж}) + \text{H}_2\text{O} (\text{ж}) \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} (\text{р}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{ж})$ константа скорости прямой реакции при температуре 9,6 °С составляет 38,45 мл/(моль*с). Зависимость скорости реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

где k – константа скорости реакции, A – предэкспоненциальный множитель, не зависящий от температуры, E_a – энергия активации реакции, R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура

Найдите значение константы скорости прямой реакции при температуре 45,8 °С, если энергия активации обратной реакции равна 53,5 кДж/моль, а энтальпии образования исходных и конечных продуктов реакции составляют:

Вещество	CH ₃ COOC ₂ H ₅ (ж)	H ₂ O (ж)	CH ₃ COOH (р)	C ₂ H ₅ OH (ж)
ΔH _f ⁰ , кДж/моль	-469,9	-285,8	-485,2	-276,9

Задача 10-4. (8 баллов)

Качественный анализ показал, что сточные воды предприятия по производству электроники содержат большое количество ионов Zn²⁺, Mn²⁺, Pb²⁺ и Cd²⁺. Для того, чтобы произвести их очистку, сточные воды обработали сероводородной водой, в результате чего образовались осадки сульфидов некоторых металлов. Полученные осадки извлекли, промыли водой и отправили в цех для разделения и вторичной переработки. Затем сточные воды обработали раствором сульфида натрия, чтобы осадить оставшиеся металлы. Полученные осадки также извлекли, промыли водой и отправили в цех для разделения и вторичной переработки. Предложите схему извлечения вышеуказанных металлов из сточных вод и их последующего разделения и вторичной переработки с получением чистых металлов.

Справочные данные:

$$PP(ZnS) = 1,6 * 10^{-21}$$

$$PP(MnS) = 2,5 * 10^{-10}$$

$$PP(PbS) = 2,5 * 10^{-27}$$

$$PP(CdS) = 7,9 * 10^{-27}$$

$$K_{д,1}(H_2S) = 10^{-7}$$

$$K_{д,2}(H_2S) = 1,3 * 10^{-13}$$

Задача 10-5. (11 баллов)

При взаимодействии растворов дихлорида некоторого металла А и аммиака в зависимости от концентрации и соотношения реагентов могут получаться разные продукты. Если аммиак находится в избытке, то в осадок выпадает *плавкий белый преципитат*, на 9,2 масс. % состоящий из азота и на 23,2 масс. % - из хлора. Если же количества хлорида металла А и аммиака сопоставимы, а реакция протекает в разбавленных растворах, то образуется *неплавкий белый преципитат*, который содержит 5,6 масс. % азота и 14,1 масс. % хлора. Установите формулы преципитатов и напишите уравнения образования обоих веществ. Могут ли данные вещества использоваться в качестве аммонийных удобрений?