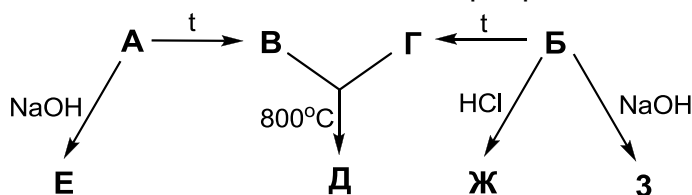


10 класс

Задача 1. Два гидроксида

Вещества **А** и **Б** имеют одинаковые молярные массы и являются бесцветными аморфными гидроксидами, нерастворимыми в воде. Известно, что гидроксид **А** реагирует с раствором гидроксида натрия (*реакция 1*), а гидроксид **Б** – как с раствором гидроксида натрия (*реакция 2*), так и с соляной кислотой (*реакция 3*). При нагревании **А** и **Б** разлагаются (*реакции 4 и 5*) с образованием оксидов **В** и **Г**, широко распространенных в природе и являющихся основой множества драгоценных камней. Молярные массы оксидов **В** и **Г** различаются в 1.7 раза. Если смешать данные оксиды в мольном соотношении 1 : 1 и нагреть до 800°C (*реакция 6*), то образуется соединение **Д** ($\omega(\text{O}) = 49.38\%$), встречающееся в природе в виде минералов кианит и силлиманит. Описанные превращения отражены на схеме:



1. Установите формулы веществ **А–З**, ответ подтвердите расчетом.
2. Запишите уравнения *реакций 1–6*.
3. При сливании 267 г 10% раствора **Ж** и 60 г 20% раствора NaOH выпадает осадок **Б** (*реакция 7*). Напишите уравнение *реакции 7*, рассчитайте массу осадка **Б** и массовые доли веществ (в %) в растворе после окончания реакции.

Задача 2. Четыре соли

Бесцветные средние соли **А–Г** хорошо растворимы в воде, окрашивают пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет. В состав всех солей входят металл **М** и неметалл **З**. Для установления состава данных солей исследовали их термическую устойчивость и отношение к действию раствора соляной кислоты. Результаты экспериментов приведены в таблице:

Соль	Действие раствора HCl	Нагревание твердой соли
А	Видимых изменений не наблюдалось	Устойчива к прокаливанию
Б	Выделялся газ Х с резким запахом «жженных спичек» (<i>реакция 1</i>)	При нагревании выше 600°C без доступа воздуха превратилась в смесь солей А и В (<i>реакция 2</i>)
В	Выделялся газ У с запахом тухлых яиц (<i>реакция 3</i>)	При нагревании на воздухе постепенно превратилась в соль А (<i>реакция 4</i>)
Г	Выделялся газ Х и выпал желтоватый осадок простого вещества З (<i>реакция 5</i>)	При нагревании выше 200°C превратилась в смесь солей А и В и простого вещества З (<i>реакция 6</i>)

Дополнительно известно, что:

- при действии на соль **А** раствором хлорида бария выпадает белый осадок, нерастворимый в кислотах и щелочах (*реакция 7*);
- сжигание газа **У** в недостатке кислорода (*реакция 8*) привело к простому веществу **З**, а в избытке кислорода (*реакция 9*) – к газу **Х**;
- молярные массы газов **Х** и **У** различаются в 1.88 раза;
- массовая доля кислорода в соли **Г** равна 30.38%.

1. На основании проведенных экспериментов определите элементы **M** и **Z** и формулы солей **A–Г**, приведите их названия. Установите формулы газов **X** и **Y**, ответ аргументируйте.
2. Запишите уравнения *реакций* 1–9, для *реакции* 5 запишите полное и сокращенное ионно-молекулярные уравнения.
3. Соль **A** образует устойчивый кристаллогидрат, содержащий 69.56% кислорода (по массе), данное вещество встречается в природе в виде минерала. Установите формулу данного кристаллогидрата и приведите название соответствующего минерала.

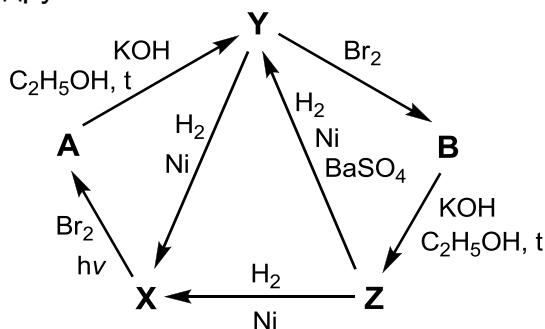
Задача 3. Шифровка

В лаборатории были найдены три вещества, содержащие калий и неизвестные элементы **X**, **Y**, **Z**. Для каждого вещества известны брутто-формулы и массовая доля калия: соединение **A** – K_2XY_4 ($\omega(K) = 40.21\%$), соединение **B** – $K_2X_2Y_7$ ($\omega(K) = 26.53\%$), соединение **B** – $K_3XY_6Z_6$ ($\omega(K) = 43.17\%$). При добавлении к раствору **B** гидроксида калия оно превращается в **A** (*реакция* 1). Если же к насыщенному раствору **A** прибавлять по каплям концентрированную серную кислоту, то сначала оно превращается в **B** (*реакция* 2), а затем выпадает красный осадок вещества **Г** (*реакция* 3). При нагревании вещества **B** с концентрированной соляной кислотой (*реакция* 4) образуется раствор соли **Д**. Если к раствору соли **Д** прибавлять по каплям раствор гидроксида калия, то сначала выпадает осадок **Е** (*реакция* 5), а затем он растворяется с образованием вещества **В** (*реакция* 6).

1. Установите элементы **X**, **Y**, **Z** и формулы веществ **A–Е**, вывод формул **A–В** подтвердите расчетами. Для элемента **X** запишите электронную конфигурацию в виде $1s^2...$
2. Запишите уравнения *реакций* 1–6. Опишите признаки *реакций* 1 и 4. Для *реакции* 4 приведите схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
3. Реакцию разложения вещества $(NH_4)_2X_2Y_7$ используют при проведении демонстрационного опыта «вулкан». Запишите уравнение данной реакции и рассчитайте, какой объем азота (в л при н.у.) образуется при полном разложении 25.2 г $(NH_4)_2X_2Y_7$.

Задача 4. Углеводородное трио

Углеводороды **X**, **Y** и **Z** являются представителями разных гомологических рядов, но легко превращаются друг в друга в соответствии со схемой:



При сжигании порции углеводорода **X** массой 2.9 г образуется 4.48 л (н.у.) углекислого газа и 4.5 мл воды.

1. Выведите брутто-формулу углеводорода **X**, используя данные о продуктах сгорания.
2. Установите строение углеводородов **X–Z** и веществ **A** и **B**, если известно, что ни одно из веществ на схеме не содержит третичных атомов углерода. Запишите структурные формулы и названия всех веществ по номенклатуре ИЮПАК.
3. Для какого из веществ на схеме возможная геометрическая (*цис* / *транс*) изомерия? Изобразите эти изомеры и назовите их.
4. Приведите полные уравнения всех реакций, отраженных на схеме.

Задача 5. Опасное, но полезное вещество

Бинарная жидкость **X** в чистом виде крайне неустойчива и взрывоопасна. При ее разложении (*реакция 1*) выделяется бесцветный газ **W** с плотностью 1.43 г/л (при н.у.) и образуется очень распространенная жидкость **Y**, имеющая такой же качественный состав, как и **X**. При разложении 1 г **X** выделяется 2.88 кДж теплоты.

Вещество **X** широко используется для отбеливания бумаги и как дезинфицирующее средство, например, 3% раствор **X** в **Y** можно купить в любой аптеке. Вещество **X** проявляет окислительно-восстановительную двойственность: при реакции **X** с сернистым газом образуется серная кислота (*реакция 2*), а при реакции **X** с перманганатом калия в присутствии серной кислоты (*реакция 3*) снова образуются **Y** и **W**.

1. Установите формулы веществ **X**, **Y** и **W**.

2. Напишите уравнения *реакций 1–3*. Укажите роль **X** в *реакциях 2 и 3* (окислитель или восстановитель).

3. Рассчитайте тепловой эффект реакции разложения **X** в кДж/моль, запишите термохимическое уравнение реакции.

4. В 200 г 3% раствора **X** в **Y** при 20°C добавили катализатор (MnO_2), при этом вещество **X** полностью разложилось. Рассчитайте количество выделившейся теплоты (кДж), объем полученного газа **W** (в л при н.у.) и температуру конечного раствора (°C). Теплоемкость раствора примите равной 4.2 Дж/г·град.

5. Рассчитайте теплоту образования **X** в кДж/моль, если теплота образования **Y** равна 286 кДж/моль.

Каждая задача оценивается в 20 баллов

Старайтесь решать и оформлять все предложенные задачи. Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл).

Решения заданий олимпиады и критерии оценивания будут опубликованы на сайте Республиканского Лицея во вкладке «Химия» <https://rlc.education/chemistry.html>

Желаем удачи!