

Задание 1.

Учитель химии ведет урок по способам выражения концентрации вещества в растворе.

— Начнем с массовой доли. **Массовая доля ω** – это отношение массы вещества к общей массе смеси, обычно выраженное в процентах. К 200 г воды добавили 14.3 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 14.2 г сульфата натрия и 23.4 г хлорида натрия.

1. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в растворе.

— **Молярная концентрация C** – отношение количества молей растворенного вещества к объему раствора в литрах. Обозначается как «М». Известно, что плотность упомянутого раствора равна 1.13 г/мл.

2. Рассчитайте молярную концентрацию сульфата натрия в растворе.

— Также в химии используется **нормальная концентрация C_n** , которая представляет собой произведение молярной концентрации на так называемое число эквивалентности, которое равно числу замещаемых в реакции атомов в этом веществе. Например, для кислот молярная концентрация умножается на их основность, а для карбоната натрия на 2, потому что кислоты способны заместить в нем два натрия на два водорода. Единица измерения C_n обозначается как «н» вместо «М».

3. Рассчитайте нормальную концентрацию карбоната натрия в растворе.

— В некоторых случаях используется **моляльная концентрация C_m** – отношение количества молей растворенного вещества к массе растворителя в килограммах.

4. Рассчитайте моляльную концентрацию хлорида натрия в растворе.

Для закрепления учитель задал посчитать концентрацию вещества **X** массой 180 г в водном растворе. При проверке он очень удивился, так как встретил 4 разных ответа – 45; 17.76; 8.35; 5.92 (размерности не указаны), но быстро понял, что забыл указать, какую именно концентрацию нужно посчитать.

5. Соотнесите ответы с вышеперечисленными способами выражения концентрации.

6. Определите массу, объём, плотность раствора, а также молярную массу и формулу вещества **X**, если известно, что раствор **X** имеет кислую реакцию.

Задание 2.

В осадочных горных породах встречается, среди прочего, мягкий желтоватый минерал, содержащий в качестве основного вещества химическое соединение **X**. К физическим свойствам **X** можно отнести небольшую растворимость в воде, к химическим – способность ступенчато разлагаться, теряя при нагревании до 150 °С 15.7 % массы, а при нагревании до 200 °С и выше – ещё 5.2 %. В первом случае разложение ведёт к образованию вещества **Y**, во втором – вещества **Z**, каждое из которых встречается в природе в виде собственного минерала, а газообразным продуктом разложения в каждом случае является соединение **W**. При продолжительном стоянии на воздухе **Z** превращается обратно в **Y**.

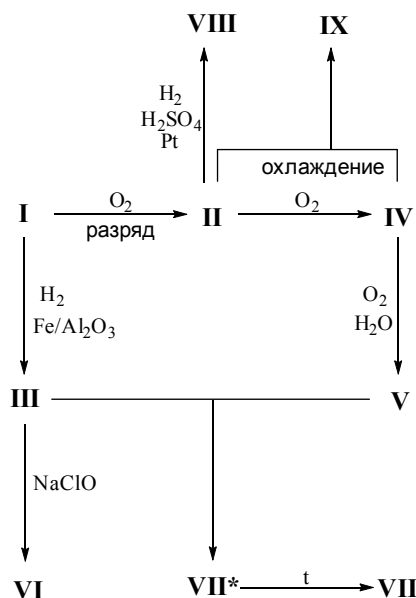
Все три минерала широко использовались и используются в промышленности. Интересно, что ранее одним из применений вещества **Z** было получение серной кислоты. Для этого **Z** спекали с основным компонентом песка (**S**) и простым веществом (**U**), проявляющим свойства восстановителя, при 1400 °С. Газообразным продуктом реакции стехиометрической смеси веществ была смесь газов **Q** и **R**, имеющая плотность по воздуху чуть меньше 2. После очистки от газа **R** объём смеси уменьшался на треть; оставшийся газ **Q** подвергали окислению с образованием **H**, из которого и получали серную кислоту.

1. Установите формулы соединений **X**, **Y**, **Z**, **W**, **S**, **U**, **Q**, **R** и **H**.

2. Запишите уравнения реакций ступенчатого разложения **X**, спекания **Z** с **S** и **U** и окисления газа **Q**.

Задание 3.

Положение элемента в периодической системе элементов накладывает определённые ограничения на его возможные степени окисления. При этом для многих элементов нехарактерно большое разнообразие степеней окисления. К ряду занимательных исключений можно отнести элемент **X**, проявляющий в соединениях 9 целочисленных степеней окисления (включая 0). На схеме ниже загаданы его соединения в разных степенях окисления, обозначенные римскими цифрами **I-IX** (эти цифры никак не связаны со степенью окисления **X** в соединении).



Дополнительно известно, что соединение **VIII** состоит из четырёх элементов и содержит 61.0 % кислорода по массе.

1. Установите элемент **X** и формулы соединений **I-IX** и **VII***. Запишите уравнения превращений, осуществлённых на схеме.

2. Какова степень окисления **X** в соединении **VII***?

Иногда химики получают соединения, в которых рассчитанные по общим для других кислородсодержащих соединений правилам степени окисления оказываются неожиданными, например, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и CrO_5 .

3. Определите истинные степени окисления серы и хрома в этих веществах и объясните, почему их нельзя считать так, как это делается для других веществ.

Задание 4.

X – оксид металла **M**, содержащий 18.6 % кислорода по массе, находит активное применение в катализе. Например, **X** используют для окисления CO , содержащегося в продуктах сгорания автомобильного топлива, до CO_2 . Процесс включает следующие стадии:



где **Y** – другой оксид металла **M**.

1. Установите формулы **M**, **X** и **Y**.

2. Запишите уравнение совокупной реакции превращения CO в CO_2 и рассчитайте тепловой эффект окисления 1 моль CO .

Другое применение **X** – каталитическое восстановление присутствующих в выхлопных газах оксидов азота, обозначаемых обычно как NO_x . Для восстановления выхлопные газы смешивают с аммиаком, в результате реакции образуются азот и вода. Известны теплоты образования участвующих в реакциях соединений:

Вещество	NH_3	N_2O	NO	NO_2	$\text{H}_2\text{O}_{(г)}$
$Q_{\text{обр}}, \text{кДж/моль}$	46.2	-82.0	-90.2	-33.5	241.8

3. Запишите уравнения реакций взаимодействия трёх оксидов азота с аммиаком и определите тепловые эффекты этих реакций в расчёте на 1 моль аммиака.

4. Запишите уравнение реакции восстановления оксидов азота аммиаком в общем виде, используя для оксидов азота формулу NO_x . Считая NO_x смесью только NO и NO_2 , получите выражение для теплового эффекта реакции в расчёте на 1 моль аммиака через x .