

Задача 1.

В лабораторию для анализа поступила смесь нитрата меди(II) и оксида меди(II) общей массой 10 г. Лаборант решил нагреть поступившую смесь, однако, в какой-то момент не уследил за температурным режимом эксперимента и допустил нагрев смеси до 1200°C. Образовавшуюся газовую смесь он растворил в 100 мл воды, при этом объём смеси уменьшился в 13,5 раза. Из образовавшегося раствора лаборант аккуратно отобрал несколько аликвот в 10 мл и оттитровал 1М раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина и получил следующие объёмы: 10,60 мл; 10,05 мл; 9,97 мл; 9,98 мл. Запишите необходимые уравнения реакций. Рассчитайте массовую долю нитрата меди(II) в исходной смеси. Рассчитайте массу твёрдого остатка после окончания эксперимента. (При выполнении расчётов примите молярную массу меди равной 64 г/моль и считайте, что при растворении газов в воде объём раствора не изменяется.)

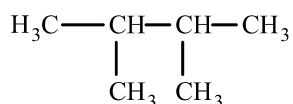
Задача 2.

Теплоту образования веществ можно оценивать при помощи метода групповых вкладов. Рассмотрим, например, молекулу пропана: CH₃–CH₂–CH₃. Эта молекула содержит две группы: CH₃ и CH₂. Вклады каждой из групп составляют: 25,5 кДж/моль для CH₂ и 48,5 кДж/моль для CH₃. Тогда Q_{обр.}(CH₃–CH₂–CH₃) = 48,5 · 2 + 25,5 = 122,5 кДж/моль.

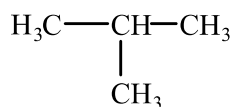
1) Используя метод групповых вкладов, рассчитайте теплоты образования

а) *n*-Пентана (CH₃–CH₂–CH₂–CH₂–CH₃)

б) 2,3-Диметилбутана



если дополнительно известно, что теплота образования изобутана равна 154,7 кДж/моль.



Изобутан

Теплоты сгорания (кДж/моль) веществ состава CH₃–(CH₂)_{*n*}–CH₃ можно описать уравнением вида

$$Q_{\text{сгор.}} = A + Bn,$$

где A, B – некоторые постоянные.

2) Выведите уравнение сгорания веществ состава CH₃–(CH₂)_{*n*}–CH₃, если известно, что

$$Q_{\text{сгор.}}(\text{пропана}) = 2200 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{\text{сгор.}}(\textit{n}\text{-пентана}) = 3600 \text{ кДж/моль}$$

Смесь этана (C₂H₆) и пропана общим объёмом 5,6 л (н. у) полностью сожгли в избытке кислорода при этом выделилось 445 кДж теплоты.

3) Запишите уравнения реакций сгорания пропана и этана и рассчитайте массовую долю пропана в исходной смеси.

Задача 3.

Дисульфид селена является действующим компонентом многих шампуней от перхоти. Однако в действительности под формулой SeS_2 подразумевается смесь восьмичленных циклов состава $\text{Se}_n\text{S}_{8-n}$ и других полимерных соединений, в которой отношение общего числа атомов селена к общему числу атомов серы составляет 1:2.

Индивидуальное вещество состава $\text{Se}_n\text{S}_{8-n}$ полностью сожгли в избытке кислорода, при этом получили газовую смесь с относительной плотностью по воздуху, равной 2,612.

1) Рассчитайте состав индивидуального вещества. Запишите уравнение реакции сгорания этого вещества в избытке кислорода. Запишите все возможные восьмичленные структурные формулы, которые отвечают молекулярной формуле найденного Вами вещества (валентность серы и селена в данных структурах одинаковая).

В лабораторию для анализа поступил образец, содержащий SeS_7 , а также ещё одно индивидуальное соединение состава $\text{Se}_n\text{S}_{8-n}$. После тщательного анализа лаборант выяснил, что пары данной смеси имеют относительную плотность по водороду, равную 190,275, а мольная доля каждого из двух компонентов не превышает 60 %.

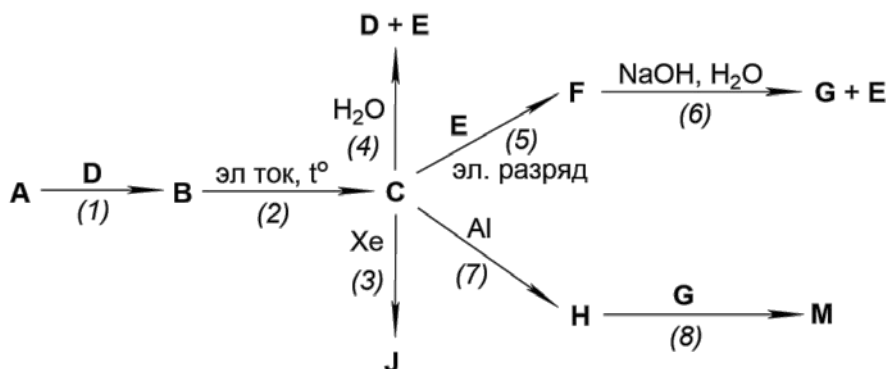
2) Какие вещества состава $\text{Se}_n\text{S}_{8-n}$ удовлетворяют условиям анализа?

Одним из способов получения дисульфида селена является реакция селенистой кислоты и сероводорода.

3) Запишите уравнение реакции получения дисульфида селена.

Задача 4.

Ниже приведена цепочка превращений, все зашифрованные буквами вещества, кроме **Е**, являются соединениями элемента **Э**. Уравнения реакций пронумерованы.



Также известно следующее:

- Отношение числа атомов калия и элемента **Э** в соединении **В** составляет 1 : 3.
- Вещества **С** и **Е** – простые.
- В веществе **Ф** отношение атомов входящих в его состав элементов равно 1 : 2.
- Массовые доли некоторых элементов в соединениях приведены в таблице:

Вещество	Элемент	Массовая доля, %
А	К	67,24
В	К	39,80
Ж	Хе	53,47
М	Ал	12,86

Задания:

- Идентифицируйте вещества **А–М**, учтите, что формулы веществ **В**, **Ж**, **М** должны быть выведены при помощи расчётов, а не угаданы; если верность угаданной формулы будет проверена расчётом массовых долей элементов, то это не будет засчитано как расчёт. Атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых.
- Напишите уравнения реакций №1–8.
- Какое тривиальное название у вещества **М**? Для чего его применяют?

Задача 5.

На рычажных весах уравнили две колбы одинаковой массы. В одну колбу насыпали тёмно-серое твёрдое вещество **X** массой 13,29 г. В другую колбу поместили белое твёрдое вещество **Y** массой 10,00 г. Обе колбы одновременно нагрели, вещества начали возгоняться, т.е. превращаться в газ, минуя жидкое состояние (нагревание могло проводиться с разной интенсивностью). Пары **X** имеют тёмно-фиолетовую окраску, а вещество **Y** в газообразном состоянии не имеет ни цвета, ни запаха. Экспериментально определили зависимости количеств веществ **X** и **Y** в колбах от времени нагрева:

$$n(\text{X}) = n_{\text{исх.}}(\text{X}) - 0,0035t$$

$$n(\text{Y}) = n_{\text{исх.}}(\text{Y}) - 0,0127t$$

Вещество **X** в виде осадка образуется при пропускании газообразного хлора через раствор соли **S** (реакция № 1), причём из 16,6 г **S** можно получить 12,7 г **X**. Если пропускать избыток хлора, то выпавший осадок **X** растворяется с образованием бесцветного раствора (реакция № 2), содержащего две кислоты, бескислородную **T** и кислородсодержащую **U**. В натриевой соли кислоты **U** массовая доля натрия составляет 11,62 %, а число ионов натрия и атомов иода в ней одинаково.

Вещество **Y** в газообразном состоянии поддерживает горение магния, вступая с ним в реакцию замещения (реакция № 3). Также **Y** выделяется при прокаливании кремнезёма с кальцинированной содой (реакция № 4). Любопытно, что если твёрдый продукт этой реакции растворить в воде, а затем пропустить газ **Y**, то образуется раствор, содержащий кальцинированную соду (реакция 5).

Задания:

- 1) Идентифицируйте вещества **X**, **Y**, **S**, **T**, **U**. Учтите, что формулы веществ **S** и **U** должны быть выведены при помощи расчётов, а не угаданы; если верность угаданной формулы будет проверена расчётом массовых долей элементов, то это не будет засчитано как расчёт. Атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых.
- 2) Через какое время весы снова будут в равновесии? Приведите соответствующие расчёты. Ответ дайте в секундах, округлив до целого.
- 3) Напишите уравнения реакций № 1–5.
- 4) Как называется твёрдый **Y**?

Задача 6. Два ядовитых газа **X**₁ и **Y**₁ сгорают в избытке кислорода синим пламенем. При взаимодействии **X**₁ с хлором образуется другое ядовитое вещество **X**₂ (реакция № 1), при взаимодействии **Y**₁ с хлорной водой образуется жёлтый осадок вещества **Y**₂ (реакция № 2). Вещество **X**₂ реагирует с избытком раствора едкого кали с образованием соли **X**₃ и бинарного соединения **Z**₁ ионного строения (реакция № 3). Вещество **Y**₂ растворяется в концентрированном горячем растворе гидроксида калия с образованием соли **Y**₃ и бинарного соединения **Y**₄ ионного строения (реакция № 4).

Для качественного определения вещества **X**₁ используют реакцию с бумажкой, смоченной раствором хлорида двухвалентного металла **Z**₂, в котором массовая доля хлора равна 40,11 % (реакция № 5). Для количественного определения **X**₁ используют реакцию с оксидом иода **Z**₃, в котором массовая доля иода равна 76,05 % (реакция № 6). В ходе этой реакции образуется простое вещество.

Для качественного определения вещества **Y**₁ используют реакцию с бумажкой, смоченной раствором нитрата свинца(II) (реакция № 7).

Задания:

- 1) Идентифицируйте вещества **X**₁–**X**₃, **Y**₁–**Y**₄, **Z**₁–**Z**₃. Приведите необходимые расчёты, необходимые для вывода формул веществ **Z**₂ и **Z**₃. Атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых, значение атомной массы хлора примите равной 35,5.
- 2) Напишите уравнения реакций № 1–7.
- 3) Каковы аналитические признаки реакций №6 и №7?