

Задания теоретического тура

Девятый класс

Задача 9-1

Найдите четыре различные комбинации трех химических элементов – X, Y и Z, расположенных подряд в периодической системе (где X – элемент с наименьшим порядковым номером, а Z – с наибольшим), соответствующих одному из условий, указанных в пунктах 1-4. **В каждом пункте тройки разные.**

1. Может протекать реакция $\text{XZ}_{(\text{газ})} + \text{YZ}_{2(\text{газ})} = \text{XZ}_{2(\text{газ})} + \text{YZ}_{(\text{газ})}$. Напишите уравнение реакции.

2. X образует только один оксид белого цвета (A), Y образует фиолетовый (B) и белый (C) оксиды, последний содержит 40 % кислорода по массе, Z образует несколько оксидов различного состава чёрного цвета и оранжевый оксид (D).

Запишите формулы оксидов A – D. Состав C подтвердите расчетом.

3. Простые вещества, образованные X, Y и Z были взяты в мольном соотношении 1 : 1 : 1, при этом их массы составили 1,00 г, 2,07 г и 0,57 г соответственно. Приведите по одному уравнению реакции между простыми веществами образованными X и Z, а также Y и Z.

4. X в большинстве своих соединений проявляет степень окисления +3, в редких случаях он способен проявлять степень окисления +2, степень окисления Y – в соединениях только +3, а Z – в основном проявляет степень окисления +4 и очень редко +2 и +3.

Задача 9-2

Для определения состава неизвестного минерала красного цвета небольшой его кусок поместили в сосуд с кислородом, закрыли сосуд и нагрели. На стенках сосуда при этом образовался жёлтый налёт, который исчез при

дальнейшем увеличении температуры. Минерал сгорел без остатка, а в сосуде удалось обнаружить лишь бесцветный газ с плотностью по азоту 4.009. При охлаждении сосуда на стенках конденсировались капельки тёмной жидкости Y с металлическим отливом (в оставшемся газе содержание Y пренебрежимо мало). Плотность газа после конденсации Y уменьшилась на 52.48 %. При пропускании оставшегося после охлаждения газа через раствор гашеной извести его объем уменьшается в три раза, а в склянке с известью выпал белый осадок.

1. Объясните образование жидкости при охлаждении. Рассчитайте состав всех газов. Определите состав минерала.

2. Напишите уравнения двух реакций, использовавшихся для определения состава вещества.

3. Напишите тривиальное название минерала.

4. Напишите уравнение реакции темной жидкости с хлоридом железа (III). Для чего она может использоваться?

5. Что представляет собой жёлто-оранжевый налет на стенках сосуда, образующийся при сгорании минерала? Почему данное соединение сложно получить в условиях описанного эксперимента?

Задача 9-3

Третьекласснику в наследство от дедушки досталась небольшая домашняя химическая лаборатория, представляющая собой семь банок с веществами. Все реактивы в них представляли собой чистые индивидуальные вещества или водные растворы чистых индивидуальных веществ. Юный химик пронумеровал банки и решил узнать, что получится, если их смешивать. Ниже приведены некоторые из его опытов с наблюдениями (номера банок совпадают с номерами находящихся в них веществ):

1. При нагревании порошка апельсинового цвета из банки **1** из него летят искры и образуется зеленый порошок **X** (**реакция 1**).

Апельсиновый порошок растворяется в воде, а если добавить к раствору вещество **2**, то он желтеет (**реакция 2**).

2. Синие кристаллы из банки **3** при осторожном нагревании белеют (**реакция 3**). Если кинуть побелевшие кристаллы в воду, образуется голубой раствор. При добавлении в этот голубой раствор небольшого количества вещества из банки **2** получается синий осадок **Y** (**реакция 4**), который при дальнейшем прибавлении вещества **2** растворяется (**реакция 5**).

3. На банке **4** написано «85 %». Если каплю ее содержимого погреть на плитке, она густеет. Содержимое этой банки по консистенции похоже на вязкий сироп.

4. Вещество из банки (**5**) в воде не очень хорошо растворяется. Оно «шипит» (выделяется газ без запаха), если прилить к нему жидкость из банки **4** (**реакция 6**). Если нагреть твердое вещество **5** или его водный раствор, выделяется такой же газ, как и в реакции **6** (**реакция 7**).

5. Добавление вещества из банки **2** в воду приводит к ее нагреванию. Если налить туда еще вязкого сиропа **4**, то раствор еще сильнее нагревается. При добавлении к вязкому сиропу небольшого избытка вещества из банки **2** протекает **реакция 8** и образуется раствор **A**.

6. Вещество из банки (**6**) гигроскопично (поглощает воду из воздуха, если вынуть его из банки). Оно тоже «шипит», если прилить к нему вязкого сиропа **4**, при этом выделяется газ с отвратительным запахом (**реакция 9**).

Если вещество **6** перемешать с синими кристаллами из банки **3**, то они почернеют (осадок **W**) (**реакция 10**).

7. Жидкость из банки **7** плохо пахнет. Юный химик вспомнил, что так пахло вещество, которое дед капал на детали, когда их паял. Если в жидкость **7**

насыпать апельсинового порошка **1** и погреть, то выделяется желтоватый газ **G**, который пахнет еще резче, чем вещество **7** (реакция **11**).

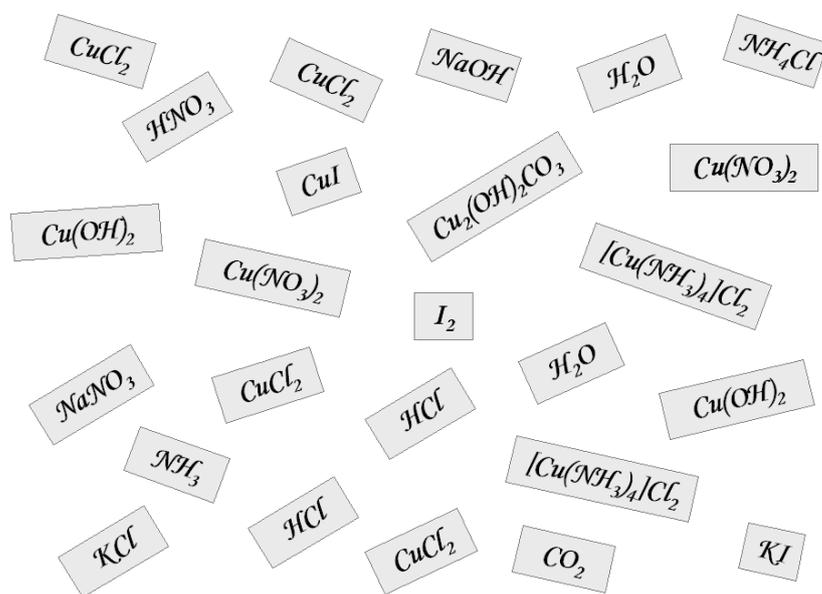
8. При добавлении раствора **A** (см. пункт 5) к голубому раствору вещества **3** образуется голубой осадок **Z** (реакция **12**).

Известно, что во всех упомянутых соединениях содержится всего 3 различных металла.

1. Определите формулы реактивов **1–7**. Учтите, что это распространенные вещества, которые есть практически в каждой школьной лаборатории.
2. Что представляют собой осадки **X**, **Y**, **Z**, **W**, газ **G** и вещество **A**?
3. Запишите уравнения всех реакций (**1–12**), которые наблюдал юный химик.

Задача 9-4

Химик Колбочкин расследовал вместе с полицией интересное дело. Требовалось узнать, какую цепочку химических превращений элемента **X** осуществил в своей лаборатории химик **N**. Однако **N** сжег свой лабораторный журнал, и спасти удалось только страницу, на которой, **N** писал вещества, которые ему были необходимы для проведения реакций и продукты реакций. Итак, в распоряжении Колбочкина находятся лишь формулы, вот они:



Известно, что цепочка превращений линейная, а все реакции протекают без нагревания. В реакциях участвуют только приведенные вещества, причем все они задействованы (лишних формул нет).

Помогите Колбочкину справиться с этой задачей. Для этого:

1. Укажите элемент **X**.
2. Ответьте на вопрос, что было сырьем для **N** (исходным веществом в цепочке превращений)? Что являлось конечным продуктом?
3. Восстановите «утерянную» цепочку превращений.
4. Составьте уравнения химических реакций искомой цепочки превращений. Расставьте коэффициенты.
5. Известно, что **N** мог купить исходное вещество и реактивы в одном из химических магазинов – А, Б или В. В магазине А есть в продаже все указанные выше реактивы, кроме CuCl_2 , NH_4Cl и I_2 ; в магазине Б – все, кроме $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, NH_4Cl и KI ; в магазине В – все, кроме $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NH_3 и KI . В каком магазине покупал реактивы **N**? Ответ обоснуйте.

Вычислите массу купленного реактива-сырья (исходного вещества в цепочке превращений), если масса полученного продукта составила 1,0 кг, а выход каждой стадии цепочки был равен 91 %.

Задача 9-5

Спички – одно из самых важных изобретений человечества.

Благодаря этому чудо-изобретению мы без труда, не используя никаких электроприборов, можем получить жизненно важные для нас вещи – свет и тепло. Для этого всего лишь нужно чиркнуть спичкой о коробок! Давайте попробуем разобраться, из чего сделаны современные спички.



Основой спичечной головки являются компоненты **A** и **B**. Трения компонента **A** о спичечный коробок достаточно для его возгорания, а разложение компонента **B** способствует полному сгоранию **A**.

1. Компонент **A** состоит из двух элементов – фосфора и серы и имеет молекулярное строение. Молярная масса **A** не превышает 300 г/моль. При сжигании 50.0 мг компонента **A** в избытке кислорода удалось собрать 15.67 мл газа (измерено при 0 °С и 98.6 кПа). Определите молекулярную формулу вещества **A**. Напишите уравнение реакции. Предложите структурную формулу **A**, если известно, что атомы фосфора в молекуле имеют валентность III, а серы – валентность II.

2. О втором компоненте спичечной головки – веществе **B** – известно, что в его состав входят 3 элемента, один из которых кислород ($\omega_{\text{масс}}(\text{O}) = 39.18\%$), а два других находятся между собой в эквимольном соотношении. Определите вещество **B**. Напишите уравнения реакций его термического разложения и взаимодействия компонентов **A** и **B**. Рассчитайте массы **A** и **B** в спичечной головке массой 0.1 г, если известно, что они находятся в стехиометрическом соотношении.

3. Существенно позднее спичек появились газовые зажигалки, содержащие в качестве горючего смесь пропана и бутана. Рассчитайте, во сколько раз пропаново-бутановая смесь ($n(\text{C}_3\text{H}_8) : n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 7 : 3$) даёт при сгорании больше теплоты, чем спичечные головки такой же массы. Удельная теплота сгорания последних равна 4.4 кДж/г.

Вещество	C_3H_8 (газ)	C_4H_{10} (газ)	CO_2 (газ)	H_2O (газ)
$Q_{\text{обр}}$, кДж/моль	104	126	393.5	242