

LXXVII Московская олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

теоретический тур

27.02.2021

9 класс

Общие указания:

- *из предложенных шести задач оцениваются пять с наибольшим баллом*
- *если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть*

Задача №1

В определенный период среди европейских алхимиков было принято зашифровывать результаты своих исследований, в том числе сопоставляя вещества с различными животными. В приведенном же ниже тексте вещества зашифрованы под видом людей, живущих в одной усадьбе.

«...Мы шли с мистером Найтдримером, отличающимся энциклопедическими познаниями, в том числе о жителях строгой на вид усадьбы, которую содержали в идеальном порядке. Пока мы прогуливались вдоль ограды, я узнал, что мистер Найтдример помогал (в числе прочих) навести этот порядок, много общался с обитателями, и потому многое мог рассказать о них. От него я узнал, что в доме живут прелестные мисс Аурелия и мисс Кимберли, славящиеся своей красотой, за которую их любили все жители окрестных мест. Мисс Аурелия отличалась мягкостью и скромностью и была малообщительной, только гость из Франции мсье Амбре мог её разговорить, да ещё ей было комфортно с мистером Квиксильвером, рядом с которым она с удовольствием молчала. Мисс Кимберли же отличалась очень твердым характером. Мистер Лайт однажды очень бурно поспорил с мсье Амбре, страсти кипели, было страшновато подойти к ним. Но при этом мистер Лайт стеснялся миссис Уотер, ему как будто мешал какой-то барьер, когда они оставались наедине, но в присутствии мистера Квиксильвера они могли спокойно поговорить. Мистер Вред же отличался повышенной активностью, чем-то был похож на Амбре и, к сожалению, ломал почти все, что попадалось ему под руку, слишком он был энергичным. Однажды даже сломал медную ложку. В конце прогулки мистер Найтдример сообщил, что большинство из жителей усадьбы все-таки простые люди, чтобы раньше про них не говорили...».

- 1) Какие вещества зашифрованы в тексте?
- 2) Какие процессы с участием этих веществ упоминаются в тексте? Там, где это возможно, запишите необходимые уравнения реакций.
- 3) Что символизирует усадьба?
- 4) Какая настоящая фамилия у мистера Найтдримера?

Задача №2

Энергия ионизации – это энергия необходимая для удаления наименее связанного электрона из атома или иона, находящихся в газообразном состоянии. Для многоэлектронного атома существуют также понятия второго, третьего и т. д. ионизационных потенциалов, представляющих собой энергию удаления электрона от его свободных невозбуждённых катионов с зарядами +1, +2 и т. д. Чем выше энергия ионизации, тем труднее удалить электрон. Ниже представлены потенциалы ионизации (I_1 - I_6 , кДж/моль) двух атомов **К** и **М**:

Атом	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
К	1086.5	2352.6	4620.5	6222.7	37831	47277
М	786.5	1577.1	3231.6	4355.5	16091	19805

1) По представленным выше данным определите, какой группе и подгруппе принадлежат элементы **К** и **М**? Почему?

2) Определите элементы **К** и **М**, если известно, что плотность газообразного водородного соединения, образованного элементом **М** в два раза больше плотности газообразного водородного соединения, образованного элементом **К**.

3) Простые вещества, образованные элементами **К** и **М** реагируют между собой с образованием бинарного вещества, обладающего очень высокой твёрдостью и достаточно высокой химической инертностью. Напишите уравнение реакции его получения (*реакция 1*). Какое тривиальное название этого вещества?

4) Особую важную роль в производстве полупроводников играет сверхчистое вещество, образованное элементом **М**. Для этого исходное простое вещество вводят в реакцию с избытком хлора (*реакция 2*) с образованием вещества **Н**, а затем восстанавливают высокочистым металлом **З** (*реакция 3*). Известно, что для восстановления 1,0000 г **Н** требуется 0,7647 г металла **З**. Определите вещества **Н**, **З**. Напишите необходимые уравнения реакций.

Задача №3

Белые кристаллы чрезвычайно взрывоопасного вещества **Х** аккуратно перенесли в прочную капсулу и резко встряхнули. После этого капсулу вскрыли и обнаружили бесцветную газовую смесь, состоящую из простых веществ **У** и **З** и имеющую относительную плотность по водороду равную 35,8. При внесении тлеющей лучинки в полученную смесь, наблюдали её повторное возгорание.

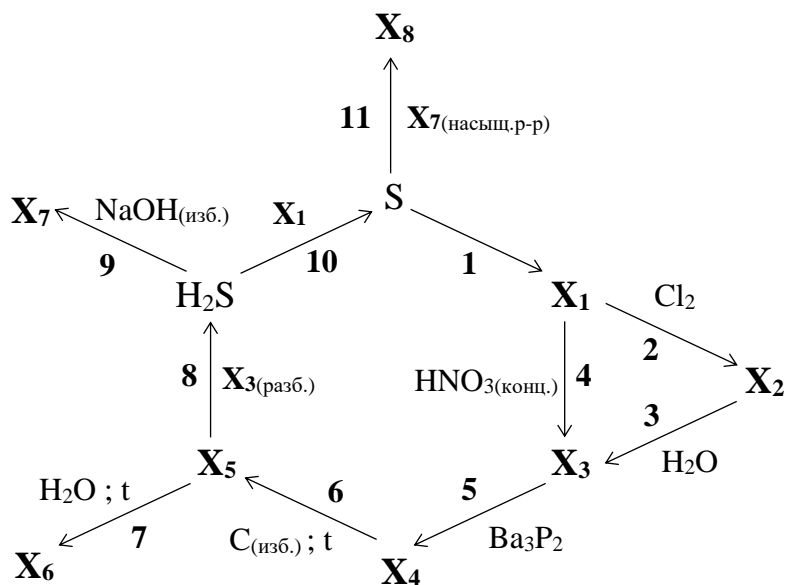
1) Определите вещества **У** и **З**, если дополнительно известно, что молярная масса вещества **У** больше молярной массы вещества **З**. Рассчитайте состав вещества **Х**. Напишите уравнение реакции разложения вещества **Х**.

Вещество **Х** получают контролируемым гидролизом фторида **А₁** ($\omega(\text{F}) = 46,53\%$), при этом в качестве промежуточных продуктов можно выделить оксофториды **А₂** ($\omega(\text{F}) = 34,08\%$) и **А₃** ($\omega(\text{F}) = 18,91\%$).

2) Рассчитайте состав веществ A_1 - A_3 . Напишите уравнения реакций гидролиза вещества A_1 до веществ X , A_2 , A_3 .

Задача №4

Расшифруйте указанные в цепочке вещества, напишите уравнения соответствующих реакций (номера реакций указаны жирным шрифтом рядом со стрелочками):



Про X_8 известно, что это бинарное соединение, в котором атомная доля одного из элементов составляет 22,22%. Все вещества, кроме X_6 , содержат серу. Что произойдет, если растворить X_8 в соляной кислоте? Напишите уравнение соответствующей реакции (**12ая реакция**).

Задача №5

Неустойчивое вещество **A** красно-оранжевого цвета образуется при пропускании газа **B** через жидкое вещество **C**. При разложении 4,62 г **A** образуется 2,8 г удобрения **D** и 1,26 г воды, а также выделяется газ **E**, других продуктов не образуется (**реакция 1**). Вещество **D** (массовые доли входящих в состав элементов относятся как 1 : 7 : 12) при дальнейшем нагревании разлагается на газ **G** и воду (**реакция 2**). Ещё про вещество **D** известно, что оно способно реагировать с раствором вещества **J** (**реакция 3**), при этом выделяется **C** в газообразном состоянии. Вещество **J** образуется вместе с **E** при гидролизе (**реакция 4**) бинарного соединения **H** (массовая доля одного из элементов равна 55,17%), в состав веществ **A** и **H** входит одинаковый анион. Бинарное соединение **H** и газ **E** образуются при взаимодействии **B** и твердого **I** (**реакция 5**), которое применяется для регенерации воздуха (**реакция 6**). Газы **B**, **E**, **G** бесцветны и поддерживают горение, наименьшей молекулярной массой среди них обладает **E**.

1) Определите все упомянутые в задаче вещества. Приведите необходимые расчеты.

2) Напишите уравнения реакций, упоминаемых в задаче.

3) Каков цвет вещества **H**? Обоснуйте свой ответ.

Задача №6

Ниже представлена периодическая система Д. И. Менделеева 1871 года. Как видно, далеко не все элементы были открыты на тот момент. Однако Дмитрию Ивановичу удалось предсказать не только их положение, но и свойства. Чтобы дать предсказанным элементам «временные» названия, Менделеев использовал приставки «эка», «двиг» и «три», в зависимости от того, на сколько позиций вниз от уже открытого элемента с похожими свойствами находился предсказанный элемент.

Reihen	Gruppe I. — R ⁰	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R ⁰ ³	Gruppe IV. RH ⁴ RO ²	Gruppe V. RH ⁵ R ⁰ ⁵	Gruppe VI. RH ⁶ RO ³	Gruppe VII. RH ⁷ R ⁰ ⁷	Gruppe VIII. — RO ⁴
1	II=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	So=78	Br=80	
6	Rb=86	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Co=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

1) Напишите современные обозначения следующих элементов: экаалюминия, экабора, экасилиция, экамарганца.

2) Напишите уравнения реакций горения простых веществ, образованных этими элементами, в избытке кислорода.

3) Принимая во внимание, что экаалюминий и экабор проявляют похожие химические свойства, что и алюминий, напишите уравнения реакций растворения простых веществ, образованными этими элементами в а) в разбавленном растворе соляной кислоты; б) концентрированном растворе щёлочи.

4) В отличие от кремния, экакремний растворяется в растворе щёлочи, но только в присутствии окислителя, например перекиси водорода. Напишите соответствующее уравнение реакции. Как называется образующаяся соль?

5) При растворении экамарганца в 30%-ной азотной кислоте образуется кислота **X**, содержащая 60,37% экамарганца по массе. Запишите соответствующее уравнение реакции. Как называется эта кислота?