

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД
9 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.

Максимально возможное количество баллов: 100

Задача 1. Популярный абразив

A – бинарное соединение, образованное атомами химических элементов, являющиеся «соседями» по группе в Периодической таблице Д.И. Менделеева. Из-за своей высокой прочности и низкой стоимости **A** является популярным абразивом и используется в таких процессах как шлифование, водоструйная резка и пескоструйная обработка. Как правило, **A** имеет искусственное происхождение, а простейшим способом его производства является спекание оксида **B**, являющегося главным компонентом большинства земных пород, с простым веществом **C** в электропечи при температуре 1600-2500 °С (*реакция 1*). Известно также, что одним из продуктов *реакции 1* является оксид **D** – газ, имеющий относительную плотность по гелию равную 7.

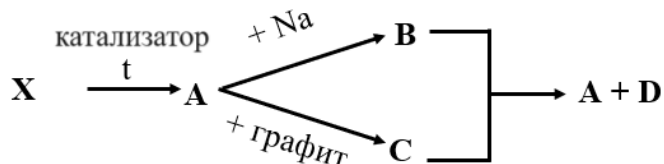
1. Определите вещества **A-D**.
2. Напишите уравнение реакции получения вещества **A** (*реакция 1*).
3. Напишите уравнения реакции взаимодействия **A** с гидроксидом натрия в присутствии кислорода (*реакция 2*), с кислородом (*реакция 3*) и хлором (*реакция 4*).

(24 балла)

Задача 2. Бертолетова соль

Вещество **X** впервые получено Клодом Бертолле в 1786 году при пропускании хлора через горячий концентрированный раствор гидроксида калия (*реакция 1*). Известно, что **X** содержит 31,84 масс.% калия и 28,98 масс.% хлора.

1. Установите химическую формулу вещества **X**, подтвердив её расчетом, и напишите уравнение реакции получения **X**.
2. Для выполнения лабораторной работы вещество **X** растворили в воде. Определите массовую долю соли в полученном растворе, если в 40 г такого раствора находится $11,08 \cdot 10^{23}$ атомов кислорода;
3. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



Известно, что массовая доля металла в соединении **B** составляет 59 масс.%, а **D** известен под тривиальным названием «кальцинированная сода». Какие продукты могут быть получены при термическом разложении **X** в отсутствие катализатора?

(24 балла)

Задача 3. Серная кислота

Серная кислота известна с древности. Она может встречаться в природе в свободном виде, например, в озёрах вблизи вулканов. В IX веке персидский алхимик Ар-Рази, при нагревании смеси железного и медного купоросов ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), получил раствор серной кислоты. Этот способ усовершенствовал европейский алхимик Альберт Магнус, живший в XIII веке. Схема получения серной кислоты из железного купороса – термическое разложение сульфата железа (II) с последующим охлаждением смеси. В процессе разложения сульфата железа (II) при температуре свыше 480 °С образуются следующие вещества: **A** – оксид с молярной массой 159,69 г/моль, **B** – газ с характерным резким запахом, и простое вещество **C** (*реакция 1*). При охлаждении полученной газовой смеси в присутствии паров воды и образуется серная кислота (*реакция 2*).

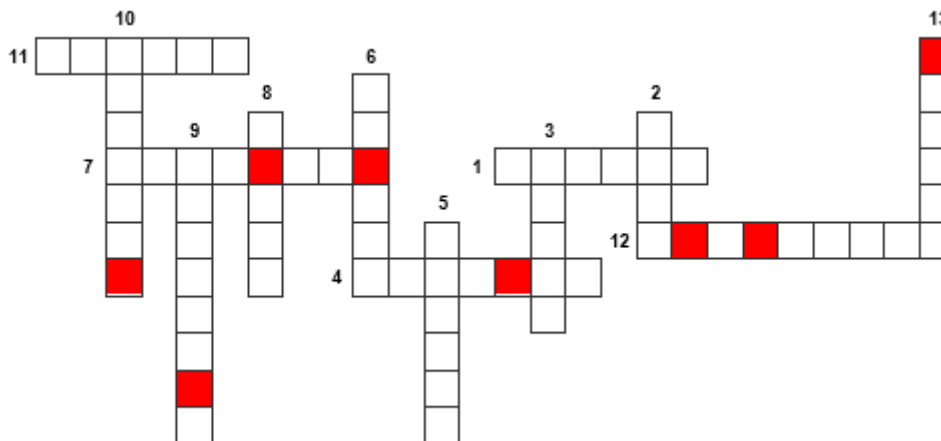
1. Напишите уравнения всех упомянутых химических реакций, установите продукты **A-C**.


2. Определите массу сульфата железа, которая необходима для получения 2,5 литров 60% серной кислоты ($\rho = 1,498 \text{ г/см}^3$).
3. Рассчитайте количество протонов, нейтронов и электронов в молекуле серной кислоты, которая содержит изотопы ^{34}S и ^{17}O .
4. Укажите название серной кислоты по традиционной номенклатуре.

(17 баллов)

Задача 4. τεχνητός

1. Разгадайте все химические элементы в кроссворде и узнайте закодированный элемент. Для этого соберите слово из букв, которые отмечены красным цветом.



1. Простое вещество, образованное атомами этого химического элемента, представляет собой желтый металл, который является одним из самых инертных металлов.
2. Моноизотопный элемент: в природе существует только один стабильный изотоп с массовым числом 19.
3. Название этого химического элемента происходит от др.-греч. ὀσμή «запах», поскольку простое вещество, образованное атомами этого элемента, способно окисляться кислородом до тетраоксида, имеющего неприятный запах гнилой редьки, вызывающего раздражение глаз, верхних дыхательных путей, пневмонию и даже воспаление почек.
4. Название этого элемента его первооткрыватель Жорж Урбэн произвёл от латинского названия Парижа - *Lutetia Parisiorum*. В 2010-х годах изотоп этого химического элемента с массовым числом 177 начали применять в медицине для лечения опухолевых заболеваний.
5. Название этого элемента произошло от названия шведского населённого пункта Иттербю. Атомы этого химического элемента входят в состав YAG, который используется для изготовления активных элементов твердотельных лазеров ближнего и среднего ИК-диапазонов, а также для разработки сцинтилляторов и люминофоров.
6. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как $[\text{Xe}]6s^24f^{14}5d^3$. Из-за трудностей выделения этого химического элемента его первооткрыватель назвал его в честь персонажа древнегреческой мифологии, который испытывает в подземном царстве нестерпимые муки голода и жажды. Стоя по горло в воде, он не может достать воды и, видя близ себя роскошные плоды, не может овладеть ими: как только он открывает рот, чтобы зачерпнуть воды, или поднимает руки, чтобы сорвать плод, вода утекает, а ветвь с плодами отклоняется.
 
7. Атомы этого химического элемента содержат 176 нейтронов и имеют завершённую 7p-электронную оболочку. Номинально этот элемент относится к инертным газам, однако его физические и, возможно, химические свойства, вероятно, могут сильно отличаться от остальных представителей группы.
8. Существование этого элемента-металла было предсказано еще в 1871 году Д. И. Менделеевым, который назвал его «двимарганец» - аналог марганца. А открыт он был спустя более 50 лет немецкими учеными Идой и Вальтером Ноддак и назван в память об их родине.

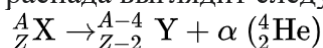
9. Внешняя электронная оболочка (5f) атома этого химического элемента оказалась аналогичной электронной оболочке европия (4f). Поэтому этот элемент назвали в честь еще одной части света, как европий - в честь Европы.
10. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как $[\text{Xe}]6s^24f^7$.
11. Название этого элемента ($\xiένος$ «чужой, странный») связано с тем, что он был обнаружен как примесь к криптону, и с тем, что его доля в атмосферном воздухе чрезвычайно мала.
12. Электронная конфигурация атома этого химического элемента может быть записана как $[\text{Rn}]5f^{14}6d^{10}7s^1$.
13. Название этого химического элемента связано с латинским название средневекового княжества Гессен (*Hassia*), центром которого был Дармштад.

(14 баллов)

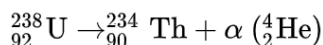
Задача 5. Ядерные превращения

Радиохимия - раздел химии, изучающий свойства радиоактивных изотопов, элементов и веществ, законы их физико-химического поведения, а также химию ядерных превращений. Для естественных радионуклидов основными видами радиоактивного распада являются альфа- и бета-минус-распады. Названия «альфа» и «бета» были даны Эрнестом Резерфордом в 1900 году при изучении радиоактивных излучений.

Альфа-распад (α -распад) – вид радиоактивного распада ядра, в результате которого происходит испускание ядра гелия – альфа-частицы. При этом массовое число ядра уменьшается на 4, а атомный номер – на 2. В общем виде формула альфа-распада выглядит следующим образом:



Пример альфа-распада для изотопа ${}^{238}\text{U}$:

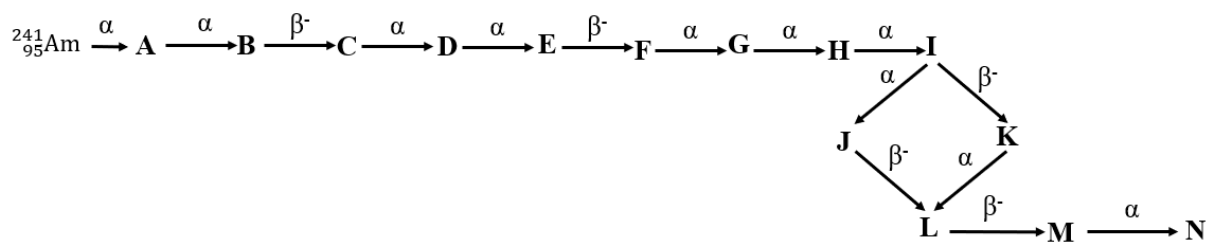


Бета-распад (β^- - распад) – тип радиоактивного распада, обусловленный слабым взаимодействием и изменяющий заряд ядра на единицу без изменения массового числа. Бета-распад не меняет число нуклонов в ядре, но меняет только его заряд, а также число нейтронов, поскольку в его результате нейтрон переходит в протон.

Пример β^- - распада:



Ниже приведен каскад ядерных превращений. Установите продукты A-N



(21 балл)