

**Время выполнения заданий – 240 минут.
Максимальное количество баллов – 100.**

**Напоминание: вычисления в расчетных задачах необходимо вести с точностью
приведенных в условии значений**

1. Навеску редкого минерала X подвергли обжигу в избытке кислорода. При этом образовалось 1,12 л (н.у.) газа А с плотностью по водороду 32, а также 9,75 г смеси двух твердых продуктов В и С. При обработке смеси В и С разбавленным раствором гидроксида натрия вещество В растворилось с образованием соли трехосновной кислоты, содержащей 30,77% кислорода по массе. Не растворившийся остаток массой 4,0 г растворили в разбавленной серной кислоте, при этом образовался голубой раствор. Определите количественный состав (формулу) минерала X и массу навески, взятой для обжига.

2. Почему для получения высокотемпературного пламени, необходимого для сварки и резки металлов, применяется ацетилен, а не этан, хотя теплоты сгорания этих двух газов, вычисленные при нормальных условиях, равны соответственно 1300 и 1561 кДж/моль? Дайте мотивированный ответ с уравнениями химических реакций.

3. Две жидкости, первая – водный раствор вещества А, вторая – расплав вещества Б, выделяют на аноде водород при их электролизе. Если чистые вещества А (жидкость) и Б (твердое вещество) осторожно смешать, снова выделится водород. Если второй продукт этой реакции нагреть со щелочью, водород выделится и в этом случае. Что могут представлять собой вещества А и Б? Напишите уравнения упомянутых реакций.

4. На упаковке некоторого скоропортящегося продукта указан срок хранения при различных температурах:

2°C	28 суток
6°C	21 сутки
10°C	18 суток
14°C	12 суток

Какая величина кажется ошибочной с точки зрения кинетики химических реакций? Предложите правильный вариант.

5. Частицы, имеющие одинаковое относительное расположение ядер и содержащие одинаковое количество электронов, но различающиеся природой ядер, называются изоэлектронными.

Для того, чтобы построить частицу, изоэлектронную исходной, следует:

- Заменить какое-нибудь ядро исходной частицы на другое ядро из того же периода.

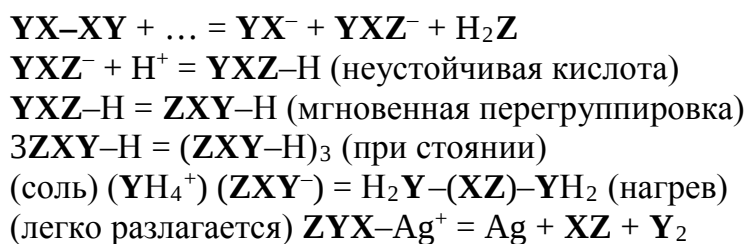
• Изменить общий заряд частицы на столько же единиц, на сколько заряд нового ядра отличается от заряда старого (если заряд ядра увеличивается, то общий заряд частицы нужно уменьшить, если заряд ядра уменьшается, то – наоборот). Известно, что для молекулы А самого распространённого газа на планете Земля известно несколько изоэлектронных частиц. Газ A_1 образуется при неполном сгорании древесины. Токсичность частицы A_2 лежит в основе действия выделяемых многими растениями бактерицидных веществ – фитонцидов. Частица A_3 содержится в кристаллическом соединении кальция (получаемом при спекании жжёной извести с коксом), бурно гидролизующемся при попадании в воду. Наконец, частица A_4 содержится в больших количествах в «царской водке», чем и объясняется её цвет и состав газообразных продуктов, образующихся в реакциях с ней.

- 1) Установите состав всех упомянутых изоэлектронных частиц и изобразите их электронное строение («структуры Льюиса»).
- 2) Напишите уравнения упомянутых реакций.
- 3) Предложите 3 формулы частиц, изоэлектронных молекуле углекислого газа.

6. Для определения содержания хрома в феррохроме (сплав, состоящий в основном из железа и хрома и микроколичеств некоторых других элементов) навеску сплава растворяют в серной кислоте (концентрации 30–40%), раствор разбавляют водой, добавляют к нему избыток персульфата аммония $(NH_4)_2S_2O_8$ и кипятят до появления окраски марганцевой кислоты (если сплав не содержит марганца, то предварительно добавляют несколько капель раствора $MnSO_4$). По окончании реакции в раствор вводят дополнительное количество серной кислоты и индикатор, после чего проводят титрование солью Мора, представляющей собой двойной сульфат железа(II) и аммония. Содержание хрома в феррохроме рассчитывают исходя из количества соли Мора, израсходованной на титрование.

- 1) Какой вид титрования применяется для определения хрома данным методом?
- 2) Напишите уравнения реакций, происходящих при
 - а) растворении железа и хрома в составе сплава в серной кислоте;
 - б) кипячении раствора с персульфатом аммония (в том числе образование марганцевой кислоты);
 - в) титровании раствора солью Мора.
- 3) Рассчитайте содержание хрома в сплаве (в процентах по массе), если для его определения взяли 0,2 г сплава, а на титрование израсходовано 30 мл раствора $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ с концентрацией 0,25 моль/л.

7. Без элементов X, Y и Z невозможно представить появление жизни на нашей планете. Однако, это далеко не единственная их особенность. Удивительно, что данные элементы в одном и том же соотношении между собой образуют три разных аниона YXZ^- , ZXY^- и ZYX^- . В данном случае положение элемента в указанной последовательности критически влияет на химические свойства, как положение букв в словах-анаграммах меняет смысл слов:



Известно, что соединения, содержащие ион YX^- , токсичны; XZ – газ, блокирующий передачу кислорода гемоглобином крови, $(\text{ZXY}-\text{H})_3$ – устойчивая циклическая молекула, $\text{H}_2\text{Y}-(\text{XZ})-\text{YH}_2$ широко применяется в бытовой химии и сельском хозяйстве.

Определите элементы X , Y и Z , а также упомянутые вещества и приведенные реакции.

Изобразите структурные формулы упомянутых веществ, указав валентности элементов.

8. Вы наверняка обратили внимание на необычность расстановки по силе замещенных бензойных кислот в задаче отборочного тура. Несколько измененная задача на ту же тему: в каком порядке по уменьшению кислотности можно было бы расположить бензойную, 2-метилбензойную, 2,6-диметилбензойную, 2-хлорбензойную, 4-фторбензойную, 4-хлорбензойную кислоты. Какие факторы влияют на такую расстановку соединений? Приведите рассуждения, необходимые и достаточные для понимания вашего решения.

9. При реакции кислоты HX (где X – кислотный остаток) с цинком выделяется бесцветный газ. При реакции этой кислоты с натрием тоже выделяется бесцветный газ. При нагревании ее натриевой или любой другой соли снова выделяется бесцветный газ. Если к кислоте добавить медный порошок, также выделяется бесцветный газ. Если исходная кислота реагирует с азотной кислотой, можно подобрать условия, в которых получится только бесцветный газ (индивидуальное соединение), плюс вода.

Никакой газ не выделяется, если кислоту аккуратно добавляют в избыток раствора HI . Что при этом получается, и какая кислота была взята для экспериментов? Предложите состав упомянутых бесцветных газов и предложите уравнения реакций.

10. При нагревании твёрдого хорошо растворимого в воде органического вещества X до полного разложения был получен газ I , при охлаждении которого до комнатной температуры сконденсировалось 2,16 г бесцветной жидкости Y и осталось 1792 мл газа II (н.у.). При сжигании газа II был получен газ III , имеющий тот же объём, что и II , а плотность на $2/9$ большую, чем плотность II .

Установите качественный и количественный (в граммах или в процентах по массе) состав газов I , II и III . Определите вещества X и Y . Какая масса вещества X была взята для реакции? Приведите необходимые расчеты.