

Задания по химии для поступающих в 10 класс химико-биологического отделения СУНЦ МГУ в 2011 г.

Экзамены в 2011 году, как и обычно, протекали в разной форме. Сначала прошел заочный тур. Он не является отборочным, но ребята, участвующие в нем, получают некоторое представление об уровне экзаменационных задач.

Задания одного из вариантов заочного тура:

1. Горением называется реакция с самопроизвольным выделением тепла и света; при этом на 1 г смеси исходных веществ выделяется более 1,5 кДж тепла.

При полном хлорировании 1 моль углерода выделяется 133 кДж, а при полном хлорировании 1 моль магния выделяется 645 кДж.

Может ли гореть магний, залитый четыреххлористым углеродом – жидкостью, которую использовали для наполнения огнетушителей? Приведите уравнения возможных реакций и расчеты.

2. С какими из перечисленных веществ может реагировать бром и при каких условиях:

1) бромид натрия, 2) иодид натрия, 3) хлор, 4) вода, 5) серная кислота.

Напишите уравнения соответствующих реакций, если они возможны.

Отборочными являются только очные экзамены. Они традиционно проходят в Москве (для Москвы, Московской области и ближайших областей) и в регионах (выездные экзамены, которые проводятся преподавателями СУНЦ, командированными в областные центры страны). Эти экзамены равноправны и оцениваются одинаковым числом баллов.

Пример варианта выездного экзамена 2011 года:

1. На электронных весах стоит колба массой 20,0 г. В нее налили 50,0 г 20% соляной кислоты, бросили 2,4 г магния и сразу надели на горлышко колбы легко растяжимый шарик массой 5,0 г.

Каковы будут показания весов в начале и в конце реакции? Приведите уравнение реакции и расчеты.

2. В лаборатории чистый хлор можно получить:

1) из водного раствора хлорида натрия; 2) из оксида марганца (IV) и соляной кислоты; 3) из хлорида калия и серной кислоты; 4) из перманганата натрия и хлороводородной кислоты.

Напишите уравнения реакций там, где они возможны, укажите условия

Вариант московского экзамена:

A. Выберите правильный ответ ИЛИ ОТВЕТЫ:

A-1. Вода может получиться при взаимодействии:

1) оксида кальция и оксида серы (VI); 2) гидроксида кальция и оксида серы (VI); 3) оксида кальция и серной кислоты; 4) гидроксида кальция и серной кислоты; 5) оксида кальция и хлороводорода; 6) гидроксида кальция и хлороводорода.

A-2. В баллоне содержится 22 кг сжиженного газа – пропана C_3H_8 . Какой объем займет этот пропан при н.у.?

1) 22,4 л; 2) 11,2 л; 3) 11200 л; 4) 11,2 м³; 5) 5,6 м³; 6) 5600 л.

B. Решите задачи:

B-1. К 200 г 5%-ного раствора сульфата калия K_2SO_4 добавили 5 г сернокислого калия. Какова массовая доля сульфата калия в полученном растворе? Ответ округлите до 1-го знака после запятой.

B-2. В избытке воздуха сожгли 1,5 г графита (чистый углерод), продукты сгорания растворили в минимально необходимой для получения соли массе 8%-ного раствора гидроксида натрия. К полученному в результате раствору добавили избыток 10%-ной соляной кислоты

- 1) Напишите уравнения перечисленных реакций.
- 2) Сколько г соли содержится в конечном растворе (после добавления соляной кислоты)?

Отбор в СУНЦ также производился по результатам олимпиад «Покори Воробьевы горы», «Ломоносов» и Интернет-олимпиады университетских школ (<http://www.olymp.only5.ru/>). Очный тур этих олимпиад для девятиклассников проходит в СУНЦ, в 2011 году он состоялся 16 марта.

Задания одного из вариантов очного тура олимпиад:

А. Выберите правильный ответ ИЛИ ОТВЕТЫ:

А-1. Хлороводород тяжелее воздуха:

- 1) более, чем в два раза, 2) в 1,26 раза, 3) в 2,45 раза, 4) менее, чем в полтора раза, 5) он легче воздуха.

А-2. К 200 г 30%-ного раствора нитрата аммония NH_4NO_3 добавили 100 г воды. Какова массовая доля нитрата аммония в полученном растворе?

- 1) 10%, 2) 20%, 3) 35%, 4) 24%, 5) 16%.

В. Решите задачи.

В-1. При образовании из кислорода и металла 1 моль оксида MgO выделяется 602 кДж тепла, а при образовании 1 моль KO_2 выделяется 284 кДж. При образовании 1 моль K_2O выделяется 357 кДж.

В каком соотношении (по массе) нужно смешать порошок металлического магния и надпероксид калия, чтобы при сгорании 1 г этой смеси без доступа воздуха выделилось наибольшее количество тепла? Напишите уравнение реакции.

В-2. Какие реакции и при каких условиях могут происходить между:

- 1) металлическим цинком и нитратом свинца (II), 2) иодидом натрия и хлором.

Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия, при которых они протекают.

По этому обзору можно судить о тематике экзаменационных задач, об их форме, уровне сложности. Вы можете попробовать решить их и проверить себя по ответам.

Ответы к заданиям по химии для поступающих в 10 класс химико-биологического отделения СУНЦ МГУ в 2011 г.

Заочный тур:

1. Горением называется реакция с самопроизвольным выделением тепла и света; при этом на 1 г смеси исходных веществ выделяется более 1,5 кДж тепла.

При полном хлорировании 1 моль углерода выделяется 133 кДж, а при полном хлорировании 1 моль магния выделяется 645 кДж.

Может ли гореть магний, залитый четыреххлористым углеродом – жидкостью, которую использовали для наполнения огнетушителей? Приведите уравнения возможных реакций и расчеты.



Чтобы получить реакцию взаимодействия магния с CCl_4 , вычтем первое уравнение из второго, умноженного на 2:



Получим:



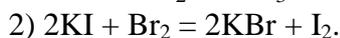
т.е. выделяется 1157 кДж на 202 г смеси, т.е. 5,73 кДж на 1 г. Поскольку выделяется большое количество энергии, то горение будет происходить.

2. С какими из перечисленных веществ может реагировать бром и при каких условиях:

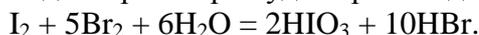
1) бромид натрия, 2) иодид натрия, 3) хлор, 4) вода, 5) серная кислота.

Напишите уравнения соответствующих реакций, если они возможны.

1) Формально не реагирует, однако можно указать, что образуется комплекс:



При избытке брома в водном растворе будет происходить реакция:



3) Бром с хлорной водой или хлор с бромной водой вступают во взаимодействие:



5) Не реагирует.

Выездной экзамен:

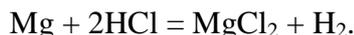
1. На электронных весах стоит колба массой 20,0 г. В нее налили 50,0 г 20% соляной кислоты, бросили 2,4 г магния и сразу надели на горлышко колбы легко растяжимый шарик массой 5,0 г.

Каковы будут показания весов в начале и в конце реакции? Приведите уравнение реакции и расчеты.

1. В начале реакции масса системы составляет:

$$m = 20 + 50 + 2,4 + 5 = 77,4 \text{ г}.$$

Уравнение реакции:



Согласно уравнению, из 0,1 моль магния выделится 0,1 моль водорода (или 2,24 л).

Разница в молярной массе водорода и такого же количества воздуха (средняя молярная масса воздуха 29 г/моль):

$$2,9 - 0,2 = 2,7 \text{ г}.$$

Показания весов в конце реакции:

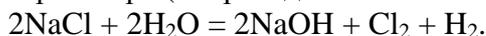
$$77,4 - 2,7 = 74,7 \text{ г}.$$

2. В лаборатории чистый хлор можно получить:

1) из водного раствора хлорида натрия; 2) из оксида марганца (IV) и соляной кислоты; 3) из хлорида калия и серной кислоты; 4) из перманганата натрия и хлороводородной кислоты.

Напишите уравнения реакций там, где они возможны, укажите условия.

1) Электролиз водного раствора (хлор выделяется на аноде):



2) Концентрированная соляная кислота реагирует с твердым диоксидом марганца при нагревании с выделением хлора:



4) Концентрированная соляная кислота с твердым перманганатом натрия:

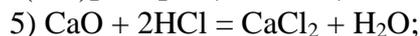
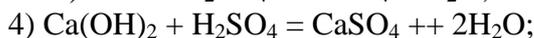
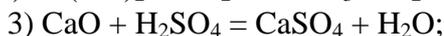
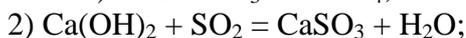


Московский экзамен:

А. Выберите правильный ответ ИЛИ ОТВЕТЫ:

А-1. Вода может получиться при взаимодействии:

1) оксида кальция и оксида серы (VI); 2) гидроксида кальция и оксида серы (VI); 3) оксида кальция и серной кислоты; 4) гидроксида кальция и серной кислоты; 5) оксида кальция и хлороводорода; 6) гидроксида кальция и хлороводорода.



Правильные ответы: 2, 3, 4, 5, 6.

А-2. В баллоне содержится 22 кг сжиженного газа – пропана C_3H_8 . Какой объем займет этот пропан при н.у.?

1) 22,4 л; 2) 11,2 л; 3) 11200 л; 4) 11,2 м³; 5) 5,6 м³; 6) 5600 л.

Количество пропана

$$v = m/M = 22000/44 = 500 \text{ моль.}$$

Объем пропана

$$V = v \cdot V_m = 500 \cdot 22,4 = 11200 \text{ л или } 11,2 \text{ м}^3.$$

Ответы: 3, 4.

В. Решите задачи:

В-1. К 200 г 5%-ного раствора сульфата калия K_2SO_4 добавили 5 г сернокислого калия. Какова массовая доля сульфата калия в полученном растворе? Ответ округлите до 1-го знака после запятой.

Масса полученного раствора

$$200 + 5 = 205 \text{ г.}$$

Масса вещества в исходном растворе

$$200 \cdot 0,05 = 10 \text{ г.}$$

Масса вещества в полученном растворе

$$10 + 5 = 15 \text{ г.}$$

Массовая доля вещества в полученном растворе

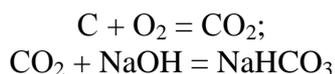
$$15/205 = 0,073 \text{ или } 7,3\%.$$

В-2. В избытке воздуха сожгли 1,5 г графита (чистый углерод), продукты сгорания растворили в минимально необходимой для получения соли массе 8%-ного раствора гидроксида натрия. К полученному в результате раствору добавили избыток 10%-ной соляной кислоты

1) Напишите уравнения перечисленных реакций.

2) Сколько г соли содержится в конечном растворе (после добавления соляной кислоты)?

Уравнения реакций:



(реакция



не подходит, т.к. необходимо минимальное количество щелочи);



1,5 г углерода – это 0,125 моль. Из этого количества, согласно приведенным уравнениям, образуется 0,125 моль хлорида натрия. Масса хлорида натрия

$$0,125 \cdot 58,5 = 7,31 \text{ г.}$$

Очный тур олимпиад:

А. Выберите правильный ответ ИЛИ ОТВЕТЫ:

А-1. Хлороводород тяжелее воздуха:

- 1) более, чем в два раза, 2) в 1,26 раза, 3) в 2,45 раза, 4) менее, чем в полтора раза, 5) он легче воздуха.

Молярная масса хлороводорода 36,5 г/моль, средняя молярная масса воздуха 29 г/моль.

$$36,5/29 = 1,26.$$

Ответы: 2, 4.

А-2. К 200 г 30%-ного раствора нитрата аммония NH_4NO_3 добавили 100 г воды. Какова массовая доля нитрата аммония в полученном растворе?

- 1) 10%, 2) 20%, 3) 35%, 4) 24%, 5) 16%.

Масса вещества в растворе:

$$200 \cdot 0,3 = 60 \text{ г.}$$

Масса полученного раствора:

$$200 + 100 = 300 \text{ г.}$$

Массовая доля вещества в полученном растворе:

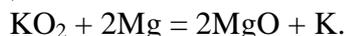
$$60/300 = 0,2 \text{ или } 20\%.$$

В. Решите задачи.

В-1. При образовании из кислорода и металла 1 моль оксида MgO выделяется 602 кДж тепла, а при образовании 1 моль KO_2 выделяется 284 кДж. При образовании 1 моль K_2O выделяется 357 кДж.

В каком соотношении (по массе) нужно смешать порошок металлического магния и надпероксид калия, чтобы при сгорании 1 г этой смеси без доступа воздуха выделилось наибольшее количество тепла? Напишите уравнение реакции.

Составим уравнение реакции:



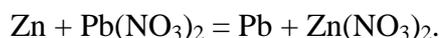
Наибольшее количество тепла выделяется при сгорании стехиометрической смеси: 1 моль KO_2 на 2 моля магния. По массе это составит 71 г : 48 г, или 59,7% KO_2 и 40,3% Mg .

В-2. Какие реакции и при каких условиях могут происходить между:

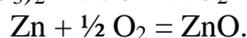
- 1) металлическим цинком и нитратом свинца (II), 2) иодидом натрия и хлором.

Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия, при которых они протекают.

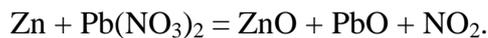
1) В водном растворе более активный металл (цинк) вытесняет из соли менее активный (свинец):



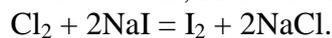
При смешивании и поджигании твердых веществ происходит разложение нитрата и окисление цинка выделяющимся кислородом:



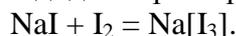
Суммарно:



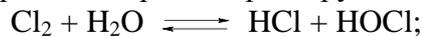
2) Хлор, как более сильный окислитель, вытесняет иод из иодида:



В водном растворе в избытке иодида натрия происходит образование комплекса:



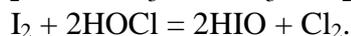
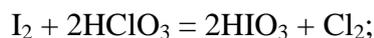
В водном растворе хлор и иод обратимо реагируют с водой с образованием кислот:



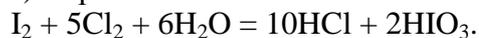
или, при нагревании:



Иод, как более сильный восстановитель, чем хлор, будет вытеснять хлор из соединения в положительной степени окисления:



В конечном счете взаимодействие иода и хлора в этом растворе при комнатной температуре (без охлаждения) выразится так:



В неводной среде в избытке хлора могут протекать взаимодействия:

