

**Брянский государственный университет имени академика И.Г.
Петровского**
Брянская корпоративная региональная олимпиада учащейся молодежи
ХИМИЯ
Заочный тур 2025 г.
9 КЛАСС

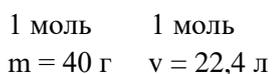
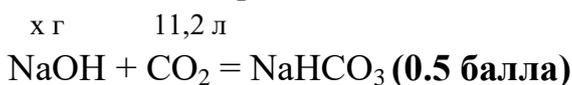
Задание 1.

В атмосфере кислорода сожгли 6 г некоторого вещества у. Полученное при сгорании вещество количественно поглотили 38,57 мл 37%-го раствора едкого натра (плотность 1,40). Процентное содержание щелочи в образовавшемся растворе снизилось вдвое по сравнению с первоначальным, причем образовавшийся раствор может химически связать 11,2 л углекислого газа (условия нормальные).

Какое вещество у было сожжено?

Решение:

а) Согласно условиям задачи, оксид углерода (IV) поглощается максимально до образования кислой соли



$$x = 20 \text{ г NaOH}$$

б) $m = v \cdot d$

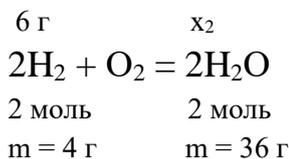
$$m = 38,57 \cdot 1,4 = 54 \text{ г р-ра}$$

В 100 г р-ра — 37 г NaOH

В 54 г р-ра — x_1 г NaOH

$$x_1 = (54 \cdot 37) / 100 = 20 \text{ г NaOH. (1 балл)}$$

в) Массовая доля гидроксида натрия снизилась вдвое, а масса гидроксида натрия осталась равна 20 г, это значит, что раствор поглощал воду, которая образовалась при сжигании 6 г водорода:



$$x_2 = (6 \cdot 36) / 4 = 54 \text{ г H}_2\text{O (1 балл)}$$

г) 54 г H₂O поглотилось 54 г раствора щелочи, массовая доля вещества снизилась вдвое.

Ответ: сжигали водород. **(0.5 балла)**

Всего: 3 балла

Задание 2.

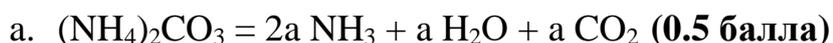
В герметический сосуд, соединенный с вакуумным насосом и прибором для измерения давления, внесена стеклянная ампула с образцом смеси карбоната и бикарбоната аммония. Воздух из сосуда откачан, насос отключен, и прибор включен на измерение, ампула с образцом разбита, и сосуд нагрет до температуры 500° С.

Во втором опыте точно такая же навеска исходной смеси обработана избытком газообразного аммиака в течение длительного времени, полученный образец подвергнут тем же самым операциям, что и первый. Установлено, что давление, которое показал прибор в одном из этих опытов в 1,2 раза отличается от давления в другом опыте. Определить процентное (по весу) содержание карбоната аммония в смеси.

Решение:

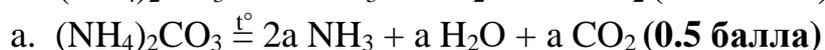
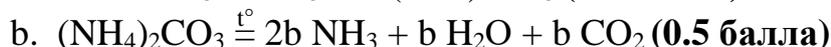
1) Уравнения реакций разложения карбоната

I опыт:



2) Превращение бикарбоната в карбонат

II опыт:



3) Вывод уравнения для отношения давлений при постоянном объеме в молях и определение молярного отношения

I опыт:

общее число молей газообразных продуктов ($t^\circ = 500^\circ \text{ C}$)

$$2a + a + a + b + b + b = 4a + 3b \text{ (1 балл)}$$

II опыт:

$$2b + b + b + 2a + a + a = 4b + 4a \text{ (1 балл)}$$

$$(4a + 3b) / (4b + 4a) = 1/1,2; \text{ отсюда } (4a + 3b) 1,2 = 4(a + b);$$

$$\text{отсюда } a/b = 1/2; a=1; b=2$$

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ в смеси 1 моль,

NH_4HCO_3 в смеси 2 моля.

4) Вычисление %-го состава:

$$\frac{a}{a+2 \cdot b} \cdot 100\%$$

$$M(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 96$$

$$M(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 79$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = \frac{96}{96+2 \cdot 79} \cdot 100\% = 37,8\%.$$

5) В граммах по другому варианту (см. пункты 3 и 4):



$\frac{x}{96}$ число молей $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

$\frac{4x}{96}$ число молей газообразных продуктов

$\frac{2x}{96}$ число молей NH_3 $\frac{4 \cdot 22,4x}{96}$ объем

$\frac{x}{96}$ число молей H_2O

$\frac{x}{96}$ число молей CO_2



$\frac{y}{79}$ число молей NH_4HCO_3

$\frac{y}{79}$ число молей NH_3

$\frac{y}{79}$ число молей H_2O

$\frac{y}{79}$ число молей CO_2

$\frac{3y}{79}$ число молей газообразных продуктов

$\frac{3 \cdot 22,4y}{79}$ объем

Общий объем

$$\frac{4 \cdot 22,4x}{96} + \frac{3 \cdot 22,4y}{79} \text{ (0.5 балла)}$$

б) По аналогии: во втором опыте общий объем газообразных продуктов:

$$\left(\frac{4 \cdot 22,4x}{96} + \frac{3 \cdot 22,4y}{79} \right)$$

$$\left(\frac{4 \cdot 22,4x}{96} + \frac{3 \cdot 22,4y}{79} \right) : \left(\frac{4 \cdot 22,4x}{96} + \frac{4 \cdot 22,4y}{79} \right) = 1 : 1,2$$

Решением этого уравнения найдем:

$$\frac{17,92x}{96} = \frac{8,96y}{79}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{8,96 \cdot 96}{79 \cdot 17,92} = \frac{96}{79 \cdot 2} = \frac{48}{79}$$

По формуле:

$$\frac{x}{x+y} \cdot 100 = \frac{48}{48+79} \cdot 100 = 37,8 \%$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 37,8 \% \text{ (1 балл)}$$

Всего: 6 баллов

Задание 3.

Патентованное американское лекарство при желудочных заболеваниях содержит 2,1 г $\text{Al}(\text{OH})_3$ на 100 мл раствора.

В какой мере ошибочной является надпись на этикетке, утверждающая, что данный препарат "способен соединиться с объемом 0,1М HCl , в 16 раз превышающим объем принятого лекарства"?

Какова должна быть надпись на этикетке?

Какой объем 0,05 М H_3PO_4 пойдет на взаимодействие с 30 мл препарата?

Решение:

а) $2,1 \text{ г } \text{Al}(\text{OH})_3 = 2,1/78 = 0,027 \text{ моль } \text{Al}(\text{OH})_3$

б) объем раствора $\text{HCl} = 100 \text{ мл} \cdot 16 = 1600 \text{ мл}$

в) в 1000 мл HCl — 0,1 г-экв. HCl

в 1600 — x

$x = 0,16 \text{ г-экв. HCl}$ или $0,16 \cdot 36,5 = 5,85 \text{ г HCl}$

это количество по надписи на этикетке **(1 балл)**

г) какая должна быть действительно надпись по уравнению



видно, что 0,027 моль $\text{Al}(\text{OH})_3$ реагирует с 0,081 моль HCl , что составляет $0,081 \cdot 36,5 = 2,96 \text{ г}$ (или 0,08 г-экв. $\text{HCl} = 0,08 \text{ моль}$)

$0,08 \text{ г-экв.} = 0,08 \text{ моль}$

Как видно из этих данных, надпись на этикетке, указывающая количество HCl превышает действительное значение в 2 раза. Значит, надпись должна быть такой: "Данный препарат способен соединиться с объемом 0,1Н HCl , в 8 раз превышающий объем принятого лекарства" **(1 балл)**.

0,0081 моль 0,0081 моль



1 моль

1 моль

а) в 100 мл р-ра — 0,27 $\text{Al}(\text{OH})_3$

в 30 мл р-ра — x

$x = 0,0081 \text{ моль } \text{Al}(\text{OH})_3$

б) H_3PO_4 — 0,0081 моль, значит

0,05 моль H_3PO_4 в 100 мл р-ра

0,0081 моль — x мл р-ра

$x = 162 \text{ мл } \text{H}_3\text{PO}_4$ **(1 балл)**

Всего: 4 балла

Задание 4.

Для определения состава двух бесцветных оксидов азота определенный объем каждого из них нагревали с металлическим калием, при этом один из них дал объем азота, равный занимаемому им самим, другой – вдвое меньше. Напишите формулы обоих оксидов, учитывая, что азот с калием не реагирует. Ответ мотивируйте.

Решение:

а) Согласно условию задачи, запишем уравнение реакции в общем виде:
 $N_x O_y + K \rightarrow K_2O + N_2$. **(0.5 балла)**

б) Если объем получившегося газа одинаковый с исходным $N_x O_y$, то таким оксидом может быть только оксид, содержащий 2 атома азота, т.е. где $x=2$. Таким оксидом будет оксид азота (I) N_2O , где $x=2$, а $y=1$.

Оксид N_2O_3 не удовлетворяет условию, поскольку речь идет о газообразных и неокрашенных веществах. Итак, в первом случае оксид азота — N_2O . **(обоснование – 1 балл)**

Уравнение его взаимодействия с калием имеет вид:



в) Во втором случае полученный объем газа (азота) вдвое меньший, чем исходный. Тогда на основании уравнения: $N_x O_y + K \rightarrow K_2O + N_2$ и логических рассуждений ясно, что перед формулой оксида азота должен стоять коэффициент 2. Приходим к выводу, что этим оксидом может быть только NO — оксид азота (II), где $x=1$, $y=1$. **(обоснование – 1 балл)**

Уравнение реакции взаимодействия с калием будет иметь вид:



Вторым оксидом азота по количеству исходного и полученного объема может быть и оксид (IV) – NO_2 .

Но это не удовлетворяет условию задачи, поскольку в задаче речь идет о 2 бесцветных газообразных оксидах азота, следовательно, формулы искомым оксидов азота N_2O и NO .

Всего: 4.5 балла

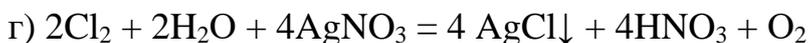
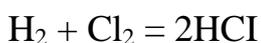
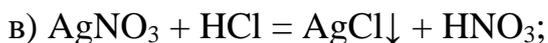
Задание 5.

Вещество "А" обладает слабым запахом на свету. При освещении из него образуется твердое вещество "Б" и газ "В". Вещество "Б" растворяется в концентрированном водном растворе "Г", при этом образуется раствор вещества "Д" и газ "Е". Раствор "Д" снова переходит в "Г" при действии газа "Ж" с резким запахом, имеющего кислые свойства в водном растворе и образующегося при реакции "В" с водородом. При смешивании вещества "В" с раствором "Д" снова образуется "А", а при смешивании с газом "Е" и водой образуется смесь растворов "Г" и "Ж"

Расшифровать вещества "А" - "Ж" и написать уравнения всех указанных реакций.

Решение:

а) Наличие запаха при фоторазложении и образование при этом двух веществ позволяет предположить, что исходное вещество — хлорид серебра (бром и йод — не газы).

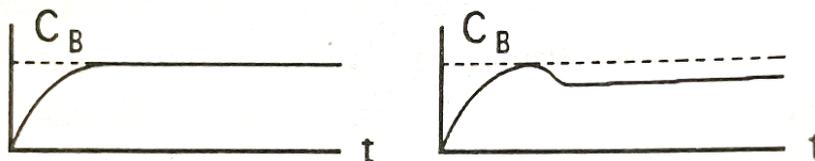


Определение веществ А-Ж – по 0.5 балла, написание 6 уравнений реакций с правильными коэффициентами – по 0.5 балла. Всего: 6.5 баллов.

Задание 6.

Вещество А превращается в вещество Б. Зависимость концентрации вещества В (C_B) от времени изображена на рис. 1.

При добавлении некоторого вещества х зависимость концентрации вещества В (C_B) от времени принимает форму, показанную на рис. 2.



Написать возможные схемы протекающих процессов (используя буквенные обозначения для веществ А, Б, Х и т.д.). Как будет меняться характер графика в зависимости от количества добавок вещества х. Дайте подробные объяснения.

Решение:

Форма кривой (экспонента) (0.5 балла). Предел определяется либо полным превращением I. $A \rightarrow B$, либо равновесием II. $A \leftrightarrow B$. (1 балл)

При добавлении х:

I а: $A \rightarrow B$; $B + x \rightarrow C$ (0.5 балла)

II а: $A \leftrightarrow B$; $B + x \rightarrow C$ (0.5 балла)

II б: $A \leftrightarrow B$; $A + x \rightarrow C$ (0.5 балла)

Во всех случаях: чем больше концентрация x , тем ниже идет кривая.

Всего: 3 балла

Домашний эксперимент:

Разработайте методику выращивания кристаллов поваренной соли правильной кубической формы. Эксперимент подтвердите фотографиями.

Решение:

Возможны разные варианты экспериментов. За каждое описание методики – 1 балл, за описание с объяснением и фотографиями – 3 балла.