

№9-1-2006 обл.

Для расчета берем 1 моль воды, что составляет 18 г по массе или 18 мл по объему. Значит, "бомба" имеет объем 18 мл и содержит 18 г H₂O.

При пропускании электрического тока происходит электролиз и жидкая вода превращается в газообразные продукты:



Находим объем полученных газов : из 1 моль H₂O образуется 1,5 моль газов, что составляет 33,6 л, или 33600 мл (н.у.).

Согласно закону Бойля-Мариотта при T=const $p_1V_1 = p_2V_2$. Отсюда:

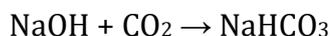
$$18 \text{ мл} / 33600 \text{ мл} = 1 \text{ атм} / x \text{ атм}; x = 1,87 \cdot 10^3.$$

№9-2-2006 обл.

$$m(\text{NaOH}_{p-p}) = d \cdot V = 38,57 \cdot 1,4 = 54 \text{ г.}$$

$$m(\text{NaOH}) = 54 \cdot 0,37 = 20 \text{ г. (0,5 моль)}$$

$$n(\text{CO}_2) = V/22,4 = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ моль.}$$



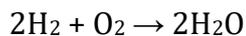
$$n(\text{NaOH}) = n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль.}$$

Отсюда следует, что NaOH не взаимодействует с веществом.

$$20/(54+x) \cdot 100 = 37/2 \quad x = 54 \text{ г.}$$

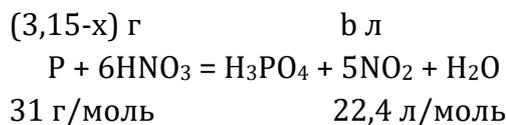
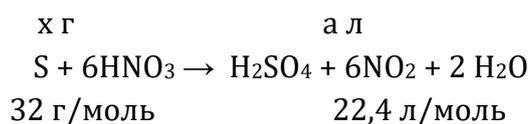
Используя закон эквивалентов:

$$m_1/m_2 = \Delta_1/\Delta_2 \quad 6/(54-6) = \Delta_1/8 \quad \Delta_1 = 1 \text{ что соответствует водороду } x = \text{H}$$



№9-3-2006 обл.

Напишем уравнения реакций, учитывая, что бурый газ – NO₂.



Массу серы в смеси обозначим через x, тогда масса фосфора составит (3,15 – x) г. Рассчитывая объемы бурого газа, выделенных по каждой реакции и учитывая условия задачи составим уравнение:

$$a = 6 \cdot 22,4x / 32 \text{ (л)}, b = 5(3,15-x) \cdot 22,4x / 31 \text{ (л)},$$

$$6 \cdot 22,4x / 32 + 5(3,15-x) \cdot 22,4x / 31 = 12,32$$

Решив уравнение, находим, что: x=1,6 г., т.е. m(S) = 1,60 г.

Тогда масса фосфора равна: m(P) = 3,15 г – 1,6 г = 1,55 г.

$$\omega(\text{S}) = 1,60 / 3,15 = 0,508 \text{ или } 50,8\%;$$

$$\omega(\text{P}) = 1,55 / 3,15 = 0,492 \text{ или } 49,2\%.$$

Найдем количество вещества и массу оксида азота (IV):

$$v(\text{NO}_2) = 12,32 \text{ л} / 22,4 \text{ г/моль} = 0,55 \text{ моль};$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,55 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 25,3 \text{ г}.$$

Уравнение взаимодействия оксида азота (IV) с раствором KOH:

$$0,55 \quad 0,551 \quad 0,275 \quad 0,275 \text{ моль}$$



$$m(\text{KOH}) = 474,7 \cdot 0,065 = 30,85 \text{ г}.$$

$$v(\text{KOH}) = 30,85 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,551 \text{ моль}.$$

Поскольку щелочь дана в незначительном избытке, то оксида азота (IV) полностью прореагирует и образует одинаковые количества нитрита и нитрата калия по 0,275 моль.

$$m(\text{KNO}_3) = 101 \text{ г/моль} \cdot 0,275 \text{ г/моль} = 27,775 \text{ г}.$$

$$m(\text{KNO}_2) = 85 \text{ г/моль} \cdot 0,275 \text{ г/моль} = 23,375 \text{ г}.$$

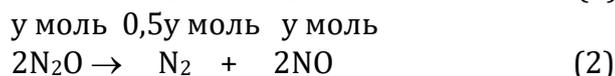
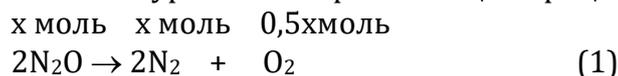
Масса полученного раствора составляет: $474,5 + 25,3 = 500 \text{ г}$.

$$\omega(\text{KNO}_3) = 27,775 / 500 = 0,05555 \text{ или } 5,56\%.$$

$$\omega(\text{KNO}_2) = 23,375 / 500 = 0,04675 \text{ или } 4,68\%.$$

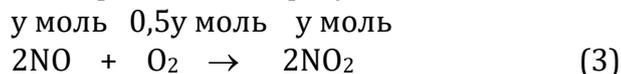
№9-4-2006 обл. Решение

Запишем уравнения протекающих процессов:



Предположим, что в сосуде был 1 моль оксида азота (I), причем по уравнению (1) разложилось x моль его, а по уравнению (2) u моль.

Очевидно, что в газовой смеси не могут одновременно находиться оксид азота (II) и кислород, легко образующие оксид азота (IV):



Поскольку, как следует из условия, более вероятно протекание процесса (1), то кислорода, видимо, достаточно для окисления и весь оксид азота (II) превратится в диоксид азота, т.е. получится u моль. В реакцию (3) вступит $0,5u$ моль кислорода и останется $(0,5x - 0,5u)$ моль кислорода.

Составляем систему уравнений:

$$x + u = 1$$

$$x + 0,5x - 0,5u + 0,5u + u = 1,4$$

После объединения подобных членов, получаем:

$$x + u = 1$$

$$1,5x + u = 1,4$$

Решение системы уравнений дает, что: $x = 0,8$, $u = 0,2$.

Таким образом, в соответствии с уравнением (1) разложилось 0,8 моль оксида азота (I), а в соответствии с уравнением (2) – 0,2 моль. Состав газовой смеси после реакции:

$$v(\text{N}_2) = 0,9 \text{ моль} (64,3\%);$$

$$v(\text{NO}_2) = 0,2 \text{ моль} (14,3\%);$$

$$v(\text{O}_2) = 0,3 \text{ моль} (21,4\%).$$

Следует отметить, что температура, равная 130°C , выбрана не случайно, при более высокой температуре ($t > 200^\circ\text{C}$) оксид азота (IV) начнет разлагаться на оксид азота (II) и кислород, а при более низкой температуре пришлось бы учесть реакции димеризации диоксида азота и его взаимодействия с оксидом азота (II):



Учет всех этих взаимодействий сделал бы задачу неразрешимой.

№9-5-2006 обл. Решение

1. Масса KClO_4 , содержащегося в образце хлората, равна $20,0 \text{ г} \cdot 0,05 = 1,00 \text{ г}$. Минимальное количество воды для перекристаллизации должно быть таким, чтобы примесь при 0°C растворялась в нем полностью. Поскольку растворимость перхлората при 0°C составляет $0,76 \text{ г}$ на 100 г воды, можно составить пропорцию:

Если в 100 г растворяется $0,76 \text{ г}$ соли,

То в $x \text{ г}$ воды растворяется $1,00 \text{ г}$ соли. Откуда: $x = 131,6 \text{ г}$.

В этом количестве воды растворяется при 100°C $56,2 \cdot 131,6/100 = 73,9 \text{ г}$ KClO_3 , т.е. весь исходный образец. Значит, этого количества воды достаточно, и минимальный объем воды составляет $131,6 \text{ мл}$.

2. Чтобы определить выход KClO_3 , рассчитаем, сколько этой соли останется в растворе при 0°C .

Если в 100 г воды растворяется $3,30 \text{ г}$ соли,

то в $131,6 \text{ г}$ воды растворяется $x \text{ г}$ соли. Откуда: $x = 4,34 \text{ г}$.

Поскольку общая масса хлората в образце составляет $20,0 - 1,00 = 19,0 \text{ г}$, в осадок выпадает $19,0 - 4,34 = 14,66 \text{ г}$, и выход хлората калия составляет $14,66/20,00 = 0,733$ или $73,3\%$.

№9-6-2006 обл. Решение

Обозначим число молей $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ в исходной смеси через x , а число молей $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ - через y . Тогда получаем систему уравнений: $225,5x + 207,5y = 128,1$

$$x + y = 0,6$$

Решая систему, получаем: $x = 0,2, y = 0,4$. Масса безводной соли в системе составляет $m(\text{FeCl}_3) = 0,6 \cdot 162,5 = 97,5 \text{ г}$.

После испарения части воды в системе остается масса, равная $m(\text{H}_2\text{O}) = 128,1 - 97,5 - 5,4 = 25,2 \text{ г}$, или $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 25,2/18 = 1,4$ моль. При этом на 1 моль соли приходится $\nu = 1,4/0,6 = 2,333$ моль H_2O . Следовательно, после испарения $5,4 \text{ г}$ воды и охлаждения система состоит из $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($2,5 > 2,333 > 2$).

Обозначим число молей $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ в системе после охлаждения через z , а число молей $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - через u . Тогда получаем систему уравнений: $2,5z + 2u = 1,4$

$$z + u = 0,6$$

Решая систему, получаем: $z = 0,4, u = 0,2$.

№9-7-2006 обл. Решение

Уравнения реакций металлов с соляной кислотой:



где a и b - валентности металлов A и B соответственно.

Задание теоретического тура ОХО-2006 для 9 класса.

Пусть молярная масса металла Б равна М, тогда молярная масса А – 0,415М. Если взято х моль Б, то металла А соответственно – 2х моль. Количество вещества выделившегося водорода составляет 0,2 моль.

Составим систему уравнений:

$$ax + 0,5bx = 0,2$$

$$0,83Mx + Mx = 5,95$$

Разделив второе уравнение на первое, получаем:

$$1,83M/(a + 0,5b) = 29,75 \text{ или } M = 16,26(a + 0,5b).$$

Как переменная а, так и переменная b могут принимать значения 1,2 или 3. Проверим все возможные варианты:

a=1, v=1, M=24,39- соответствует молярной массе Mg, но он не бывает одновалентным;

a=1, v=2, M=35,52 – такого металла нет;

a=1, v=3, M=40,65 – такого металла нет;

a=2, v=1, M=40,65 – такого металла нет;

a=2, v=2, M=48,78 – такого металла нет;

a=2, v=3, M=56,91 – такого металла нет;

a=3, v=1, M=56,91 – такого металла нет;

a=3, v=2, M=65,04 – примерно соответствует молярной массе цинка. Молярная масса металла А равна 26,975, что примерно соответствует молярной массе алюминия.

Валентности алюминия и цинка действительно равны 3 и 2 соответственно;

a=3, v=3, M=73,17 – такого металла нет;

Таким образом, единственный приемлемый вариант решения: алюминий и цинк.

Из первого уравнения системы получаем x=0,05 моль, т.е. в составе сплава содержится 0,1 моль (2,70 г) алюминия и 0,05 моль (3,25 г) цинка. Состав сплава по массе: 45,4% Al и 54,6%Zn.

№9-7-2006 обл. Решение

$$v(\text{смеси}) = V(\text{смеси}) / V_M = 1,68 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,075 \text{ моль.}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 0,90 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль.}$$

$$v(\text{газ оксид}) = v(\text{смеси}) - v(\text{H}_2\text{O}) = 0,075 \text{ моль} - 0,05 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль.}$$

$$M(\text{A}_x\text{O}_y) = m(\text{A}_x\text{O}_y) / v(\text{A}_x\text{O}_y) = 1,1 \text{ г} / 0,025 \text{ моль} = 44 \text{ г/моль.}$$

Осадок соль двухвалентного металла, v(осадка) = 0,0125 моль.

$$M(\text{осадка}) = m / v = 1,25 \text{ г} / 0,0125 \text{ моль} = 100 \text{ г/моль.}$$

$$v(\text{MO}) = 0,0125 \text{ моль.}$$

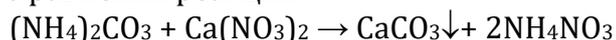
$$M(\text{MO}) = m(\text{MO}) / v(\text{MO}) = 0,70 \text{ г} / 0,0125 \text{ моль} = 56 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{M}) = M(\text{MO}) - M(\text{O}) = 56 \text{ г/моль} - 16 \text{ г/моль} = 40 \text{ г/моль. Это – Ca.}$$

$$M(\text{анион}) = 100 \text{ г/моль} - 40 \text{ г/моль} = 60 \text{ г/моль. Это – CO}_3^{2-}.$$

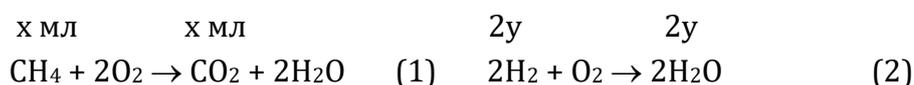
Таким образом, осадок – CaCO₃.

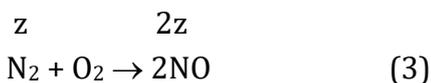
Уравнения реакций:



№9-8-2006 обл.

Уравнения реакций:





Составим уравнение:

$$x + 2y + z = 165$$

При пропускании продуктов реакции через избыток раствора гидроксида натрия происходит реакция:



Так как, объем смеси при этом уменьшился до 48 мл, сделаем вывод, что объем образовавшегося CO_2 , и, следовательно, объем метана в смеси был $V(\text{CH}_4) = 156 \text{ мл} - 48 \text{ мл} = 108 \text{ мл}$.

Из этого следует, что сумма объемов водорода и азота в смеси был 57 мл, т.е. $2y + z = 57$.

(5)
По уравнениям реакций считаем объем кислорода, вступившего в реакции: $2x + y + z$. Тогда объем кислорода, оставшегося после реакции будет: $270 \text{ мл} - (2x + y + z)$. В конечной смеси содержится также NO , образовавшегося в результате третьей реакции. Сумма их объемов составляет 48 мл, т.е. $2z + 270 - ((2x + y + z))$. Так как объем x уже известен, выражение примет вид: $2z + 270 - ((2 \cdot 108 + y + z))$. Отсюда: $z - y = -6$.

Составляем систему уравнений:

$$2y + z = 57.$$

$$z - y = -6. \text{ Решение этой системы дает: } y = 21 \text{ мл, } z = 15 \text{ мл.}$$

Таким образом, объемы газов в смеси составляют:

$$V(\text{CH}_4) = 0,108 \text{ л; } V(\text{N}_2) = 0,015 \text{ л; } V(\text{H}_2) = 0,042 \text{ л.}$$

$$m(\text{CH}_4) = (V / V_M)16 = 0,00482 \cdot 16 = 0,07714 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2) = (V / V_M)2 = 0,00067 \cdot 28 = 0,01875 \text{ г.}$$

$$m(\text{N}_2) = (V / V_M)28 = 0,001875 \cdot 28 = 0,00375 \text{ г.}$$

$$\Sigma m = 0,09964 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{CH}_4) = 0,07714 / 0,09964 = 0,7742 \text{ или } 77,42\%.$$

$$\omega(\text{H}_2) = 0,01875 / 0,09964 = 0,1882 \text{ или } 18,82\%.$$

$$\omega(\text{N}_2) = 0,00375 / 0,09964 = 0,0376 \text{ или } 3,76\%.$$

№9-9-2006 обл.

Пусть исходное количество этилена 1 моль и, следовательно, водорода 7 моль. Тогда в смеси после реакции с учетом выхода присутствует 0,67 моль этана, 0,33 моль этилена и 6,33 моль водорода. Общее число моль веществ в смеси составляет $n = 0,67 + 0,33 + 6,33 = 7,33$ моль.

Плотность газовой смеси по гелию равна:

$$D_{\text{He}} = [(0,67 \cdot 30 + 0,33 \cdot 28 + 6,33 \cdot 2) / 7,33] / 4 = 1,43$$

№9-10-2006 обл.

Приведем объем оксида углерода к нормальным условиям, учитывая, что $T = (273 + 20) \text{ К} = 293 \text{ К}$:

$$V_0(\text{CO}_2) = PV T_0 / P_0 T = (100 \cdot 17,5 \cdot 273) / (101,3 \cdot 293) = 15,68 \text{ л}$$

Вычисляем количество оксида углерода (IV):

$$v(\text{CO}_2) = V_0(\text{CO}_2) \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 15,68 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,7 \text{ моль.}$$

Задание теоретического тура ОХО-2006 для 9 класса.

Общая формула гомологов бензола имеет вид $C_6H_6(CH_2)_n$. Выражаем количество вещества гомолога бензола:

$$v(C_6H_6(CH_2)_n) = m(C_6H_6(CH_2)_n) / M(C_6H_6(CH_2)_n) = 9,2 / (78 + 14n).$$

Из схемы $C_6H_6(CH_2)_n \rightarrow (6+n)CO_2$ следует, что

$$(6+n)v(C_6H_6(CH_2)_n) = v(CO_2)$$

В уравнение подставляем значения количеств гомолога бензола и оксида углерода (IV):

$$(6+n)(9,2 / (78 + 14n)) = 0,7, \text{ откуда } n=1.$$

Следовательно, формула гомолога бензола – C_7H_8
