

Практическое занятие по решению олимпиадных задач

Задача № 1. Смесь равных по массе количеств цинка и карбоната кальция обработали избытком раствора соляной кислоты. Рассчитайте среднюю плотность ρ у образующейся смеси газов (г/л).

Задача № 2. При действии соляной кислоты на смесь железных, медных и золотых опилок масса раствора уменьшилась на 0,1 г. Не растворяющуюся часть смеси обработали горячей концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.), а не растворившийся остаток имел массу 4,02 г. Установите массовые доли металлов и смеси.

Задача № 3. Какова объемная доля CO в смеси с CO₂, если плотность по водороду этой смеси равна 16?

Задача №4. Вычислите массу бромид-ионов, которые попадут в организм с 15 мл микстуры, 100 мл которой содержат по 2 г бромида натрия и бромида калия.

Задача № 5. При разложении 3,9 г двухосновной кислоты, образованной четырехвалентным элементом, образуется 3,0 г ангидрида этой кислоты. Какая была взята кислота?

Задача № 6. Чему равно содержание (%) изотопов неона ²⁰Ne и ²²Ne в природном неоне, имеющем среднюю относительную атомную массу 20.2?

Задача №7. Амальгаму натрия и алюминия массой 5.48 г обработали избытком соляной кислоты. При этом выделилось 1.12 л водорода (н.у.). Нерастворенное вещество отделили от раствора и взвесили. Его масса составила 4.02 г. Определить массовый состав амальгамы (в процентах).

Задача № 8. Через 22.4 л смеси водорода, кислорода и хлора (н.у.) пропустили электрический разряд. После охлаждения продуктов реакции в сосуде обнаружили газ и жидкость. На нейтрализацию жидкости пошло 1.6 г гидроксида натрия. Оставшийся в сосуде после реакции газ полностью прореагировал с нагретым оксидом меди (II), причем масса последнего уменьшилась на 0.96 г. Определите объемные доли составляющих смесь газов.

Задача № 9. Три химических элемента обозначены буквами А, Б, В. Подберите такой ряд химических реакций, который можно было бы зашифровать следующим образом:

- 1) $A_2 + B_2 = 2AB$; 3) $3AB_2 + BB_2 = 2AB_3B + AB$;
2) $2AB + B_2 = 2AB_2$; 4) $4AB_3B = 4AB_2 + B_2 + 2BB_2$.

Задача №10. При обработке водой 29,8 г смеси пероксидов калия и натрия образовался 1 л раствора гидроксидов калия и натрия и выделилось 5,6 л кислорода (н. у.). Определить состав смеси пероксидов и молярную концентрацию щелочей в образовавшемся растворе.

Задача №11. Кристаллогидрат сульфата марганца (II) содержит 22,82% марганца. Какую формулу имеет кристаллогидрат?

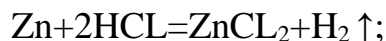
Задача №12. Бесцветный газ объемом 5,6 л (н.у.) с молярной массой на 3,4% меньше, чем у воздуха, сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания пропустили через 10%-ный раствор гидроксида натрия с плотностью 1,1. Какой объем раствора щелочи был взят, если известно, что продукты сгорания исходного газа не содержат воду?

Задача №13. Смешали 1 моль оксида кальция, 2 моль карбида кальция и 3 моль фосфида кальция. Какой объем воды может вступить в реакцию с 16 г такой смеси? Сколько граммов гидроксида кальция при этом образуется?

Решение олимпиадных задач

Задача № 1.

Пусть цинка было x моль, карбоната кальция- y моль, массы соответственно равны $65 \cdot x$ и $100 \cdot y$. По условию $65 \cdot x = 100 \cdot y$, $y = 0,65 \cdot x$. Получается водорода x моль, или $2 \cdot x$ г; CO_2 – y моль, или $44 \cdot y$ г. Водорода x моль, или $2 \cdot x$ г; CO_2 – y моль, или $44 \cdot y$ г.



Масса полученной смеси газов: $(2 \cdot x + 44 \cdot y)$ г; объем: $22,4 \cdot (x + y)$ л;

Средняя плотность

$$\rho = (2 \cdot x + 44 \cdot y) / 22,4 \cdot (x + y) \text{ г/л}$$

Подставляя $y = 0,65 x$, получим

$$\rho = (2 \cdot x + 44 \cdot 0,65x) / 22,4(x + 0,65x) = (2 + 28,6) / 22,4 \cdot 1,65 = 0,83 \text{ г/л}$$

Задача № 2.

Уменьшение массы происходит за счет реакции $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ и равно разности между массой железа, перешедшего в раствор, и массой водорода, выделившегося из раствора.

На 1 моль железа, т.е. на 56 г., уменьшение массы раствора составит $56 - 2 = 54$ г;

Составляем пропорцию: 56 г Fe - 2 г

$$X \text{ г Fe} - 0,1 \text{ г}$$

$$\text{Вычисляем } X \quad 56 \cdot 0,1 / 2 = 2,8 \text{ г}$$

Таким образом, масса железа в смеси равна 2,8 г

Через пропорцию, составленную на основании уравнения реакции



$$n(\text{SO}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль} = n(\text{Cu})$$

Находим, что масса меди соответствующая выделению 1,12 л газа, равна

$$m(\text{Cu}) = 0.05 \cdot 64 = 3.2 \text{ г}$$

После обработки смеси соляной, а затем серной кислотой осталось золото, его масса 4,02г.

$$\text{Суммарная масса смеси } 2,8 + 3,2 + 4,02 = 10,02 \text{ г,}$$

$$\text{откуда } o(\text{Fe}) = 27,94\%; \quad o(\text{Cu}) = 31,94\%; \quad o(\text{Au}) = 40,12\%$$

Задача № 3.

$$D_{\text{H}_2} = M \text{ сред. смеси} / M(\text{H}_2)$$

Возьмем смесь из CO и CO₂ количеством вещества 1 моль.

Количество CO примем за X моль. Тогда количество CO₂ (1-X) моль

$$m(\text{CO}) = 28X$$

$$m(\text{CO}_2) = 44(1-X) = 44 - 44X$$

$$16 = 28X + 44 - 44X/2$$

$$32 = 44 - 16X$$

$$16X = 12$$

$$X = 12 : 16$$

$$X = 0,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}) = 16,8 \text{ л}$$

$$\omega(\text{CO}) = 16,8 \cdot 100\% / 22,4 = 0,75 \cdot 100\% = 75\%$$

Задача №4.

100мл микстуры – по 2г

NaBr и KBr

15мл

по x г

$$x = \frac{15 \cdot 2}{100} = 0,3 \text{ г}$$

по 0,3г каждой соли

$$n(\text{NaBr}) = \frac{0,3}{103} = 0,00291 \text{ моль} = n(\text{Br}^-)$$

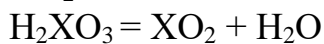
$$n(\text{KBr}) = \frac{0,3}{119} = 0,00252 \text{ моль} = n(\text{Br}^-)$$

$$n(\text{Br}^-) = 0,00291 + 0,00252 = 0,00543 \text{ моль}$$

суммарный

$$m(\text{Br}^-) = M \cdot n(\text{Br}^-) = 80 \cdot 0,00252 = 0,4344 \text{ г}$$

Задача № 5.



$$3,9 \text{ г} \quad 3,0 \text{ г} \quad 0,9 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{О}) = \frac{0,9}{18} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{ХО}_3) = 0,05 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{ХО}_3) = \frac{m}{n} = \frac{3,9}{0,05} = 78 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{ХО}_3) = 2 + x + 48 = 78$$

$$x = 78 - 50 = 28$$

Ответ: H_2SiO_3

Задача № 6.

Примем за x число атомов ^{20}Ne в порции природного неона, состоящей из 100 атомов, тогда число атомов ^{22}Ne будет $(100-x)$. Масса атомов ^{20}Ne равна $20x$, а масса атомов $^{22}\text{Ne} = 22 \cdot (100-x)$:

или

$$\frac{20x + 22(100-x)}{100} = 20,2 \quad \text{или} \quad 20x + 2200 - 22x = 2020$$

$$2x = 180$$

Из уравнения находим $x = 90$ (атомов ^{20}Ne) и $100-90 = 10$ (атомов ^{22}Ne). Таким образом, содержание ^{20}Ne составляет 90 %, а содержание ^{22}Ne 10%.

Задача №7.

$$n(\text{H}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль}; \quad m(\text{Hg}) = 4,02 \text{ г}; \quad m(\text{Na}) + m(\text{Al}) = 1,46 \text{ г}$$

Обозначим количество H_2 в реакции №2 за X моль, тогда количество H_2 в реакции №1 равно: $n(\text{H}_2) = (0,05-x)$ моль

$$2(0,05-x) \text{ моль} \quad (0,05-x) \text{ моль}$$



$$\frac{2x}{3} \text{ моль} \quad x \text{ моль}$$



Составляем уравнение материального баланса:

$$\frac{2x}{3} \cdot 27 + 2(0,05-x) \cdot 23 = 1,46$$

$$18x + 2,3 - 46x = 1,46$$

$$28x = 0,84$$

$$x = 0,03$$

$$n(\text{Al}) = \frac{2 \cdot 0,03}{3} = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 0,02 \cdot 27 = 0,54 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}) = 0,04 \cdot 23 = 0,92 \text{ г}$$

Составляем уравнение материального баланса:

$$m(\text{смеси}) = 0,54 + 0,92 + 4,02 = 5,48$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{0,54}{5,48} \cdot 100\% = 9,85\%$$

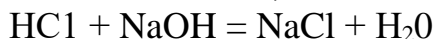
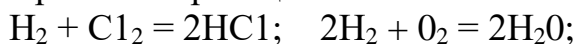
$$\omega(\text{Na}) = \frac{0,92}{5,48} \cdot 100\% = 16,79\%$$

$$\omega(\text{Hg}) = \frac{4,02}{5,48} \cdot 100\% = 73,36\%$$

Задача №8.

$$n(\text{смеси}) = \frac{22,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1 \text{ моль}$$

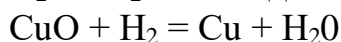
Уравнения реакций:



На нейтрализацию HCl пошло 1,6 г NaOH, что составляет 0,04 моль.

Следовательно, $n(\text{HCl}) = 0,04$ моль. На образование HCl пошло по 0,02 моль

H_2 и Cl_2 . С оксидом меди прореагировал избыток H_2 :



1 моль - 16 г O,

x моль - 0,96 г,

x = 0,06 моль водорода.

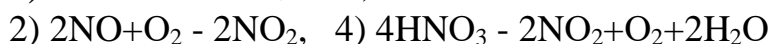
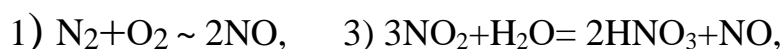
На образование воды пошло $1 - (0,06 + 0,02 + 0,02) = 0,9$ моль газов из них:

0,6 моль H_2 и 0,3 моль O_2 . Таким образом, состав смеси (л):

$\text{Cl}_2 - 0,448 \text{ л}$ (2 %); $\text{O}_2 - 6,72 \text{ л}$ (30 %); $\text{H}_2 - 15,232 \text{ л}$ (68 %).

Задача № 9.

A - N, Б - O, B - H. Тогда:



Задача № 10.

$$n(\text{O}_2) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль}$$

$$\frac{2(0,25-x)}{3} \qquad (0,25-x)$$



1. $n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 2x$ моль;

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 2x \cdot 78 = 156x$$

$$2. n(\text{K}_2\text{O}_4) = \frac{0,5-2x}{3}$$

$$3. m(\text{K}_2\text{O}_4) = \frac{(0,5-2x)}{3} * 142$$

$$\frac{(0,5-2x)}{3} * 142 + 156x = 29,8$$

$$71 - 284x + 468x = 89,4$$

$$184x = 18,4$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{O}_4) = 0,1 \text{ моль}$$

По уравнению (1) $n(\text{KOH}) = 0,2 \text{ моль}$

(2) $n(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль}$

$$C_{\text{M}}(\text{KOH}) = 0,2\text{M}$$

$$C_{\text{M}}(\text{NaOH}) = 0,4\text{M}$$

Задача № 11.

$M(\text{MnSO}_4) = 151$; $M(\text{Mn}) = 55$; x - число молей H_2O в одном моле кристаллогидрата $\text{MnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

22,82% - 55 г, Mn

100% (151+18x) г,

$$55 * 100 = 22,82 (151 + 18x)$$

$$5500 = 3446,058 + 410,76x$$

$$2108,9 = 410,76x$$

$$x = \frac{2108,9}{410,76} = 5$$

$$x = 5.$$

Формула вещества $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Задача № 12.

Молярная масса газа M равна:

29(воздух) – 100%

X -- 3,4%

$$x = \frac{29 * 3,4}{100} = 0,986$$

Тогда $M(\text{газа}) = 29 - 0,986 = 28,014 \approx 28 \text{ г/моль}$

Такое округленное значение M имеют три газа: азот, но он не горит; этилен, но он образует воду при горении:



поэтому не удовлетворяет условию, и монооксид углерода, удовлетворяющий условию задачи:



Количество монооксида углерода: $n = 5,6 / 22,4 = 0,25$ (моль); оно равно, согласно уравнению (3) реакции, количеству гидроксида натрия.

$$n(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}; \quad m(\text{NaOH}) = 0,25 * 40 = 10 \text{ г}$$

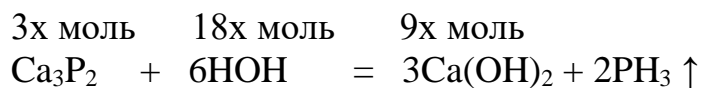
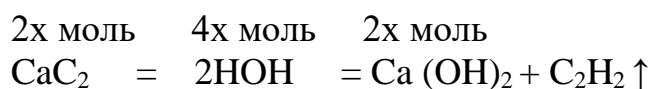
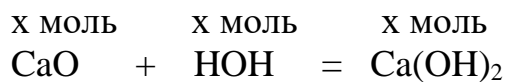
$$m(\text{р-ра NaOH}) = 100 \text{ г}$$

Искомый объем раствора щелочи равен:

$$V = \frac{m(p-pa \text{ NaOH})}{\rho} = \frac{100}{1,1} = 90,9 \text{ (мл)}.$$

Задача № 13.

Взяли смеси 16г, пусть в смеси содержится x моль CaO , $2x$ моль CaC_2 , $3x$ моль Ca_3P_2



$$M(\text{смеси}) = m(\text{CaO}) + m(\text{CaC}_2) + m(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 56x + 128x + 546x = 16$$

$$730x = 16; \quad x = 0,0219 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 23x \text{ моль} = 23 * 0,0219 = 0,5037 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5037 * 18 = 9,1\text{г}; \quad \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1\text{г/мл}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 9,1 \text{ мл}$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = 12x \text{ моль} = 12 * 0,0219 = 0,2628 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 0,2628 * 74 = 19,45\text{г}$$