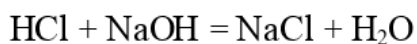
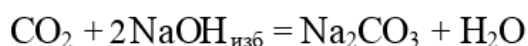
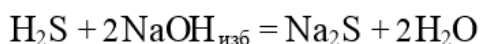


## Решение заданий олимпиады по химии

1. Через девять одинаковых сосудов с раствором щелочи пропускали газы: аммиак, хлор, сероводород, кислород, угарный газ, водород, углекислый газ, азот, хлороводород (по одному литру газа через один сосуд). После этого масса растворов в некоторых сосудах увеличилась, а в других осталась неизменной. Где и на сколько изменилась масса растворов? Напишите уравнения возможных реакций (условия нормальные).

Решение:

Среди приведенных газов с щелочью при н.у. взаимодействуют:



При пропускании **только этих четырех газов** через растворы щелочи произойдет реакция при нормальных условиях, вследствие чего масса растворов в четырех сосудах увеличится на массу 1 л газа.

Найдем массу 1 литра каждого газа:

$$\text{Хлора: } m = (35.5 \times 2) \text{ г/моль} : 22.4 \text{ л/моль} = 3,17 \text{ г}$$

$$\text{Сероводорода: } m = (32 + 2) \text{ г/моль} : 22.4 \text{ л/моль} = 1,52 \text{ г}$$

$$\text{Углекислого газа: } m = (12 + 16 \times 2) \text{ г/моль} : 22.4 \text{ л/моль} = 1,96 \text{ г}$$

$$\text{Хлороводорода: } m = (35.5 + 1) \text{ г/моль} : 22.4 \text{ л/моль} = 1,18 \text{ г}$$

2. К 0,5л раствора гидроксида натрия с массовой долей 20% ( $\rho=1,22 \text{ г/см}^3$ ) прилили 0,5 кг раствора серной кислоты с массовой долей 19,6%. Вычислите массовую долю соли, образовавшейся в конечном растворе.

**Решение:**

Определим, какая соль может получиться в ходе реакции – средняя или кислая.

Рассчитаны массы веществ, полученных в ходе реакции:

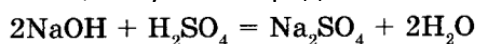
$$2\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{р-ра } (\text{H}_2\text{SO}_4)) = 0,196 \cdot 500 = 98 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{98}{98} = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{\rho V(\text{NaOH}) \cdot w(\text{NaOH})}{2M(\text{NaOH})} = \frac{1,22 \cdot 500 \cdot 0,2}{80} = 1,5 \text{ моль — в избытке}$$

Следовательно, получается средняя соль:



Расчет количества вещества соли ведем по веществу, которое в недостатке. Из уравнения видно, что количество соли равно количеству серной кислоты. Определим массу соли:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 142 = 142 \text{ г}$$

Рассчитана масса раствора:

$$m(\text{р-ра } (\text{NaOH})) = \rho V(\text{NaOH}) = 1,22 \cdot 500 = 610 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 610 + 500 = 1110 \text{ г}$$

Найдена массовая доля  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ра})} = \frac{142}{1110} = 0,1279, \text{ или } 12,8 \%$$

3. Колонна синтеза аммиака дает 1500 т продукта в сутки. Сколько азотной кислоты 50% концентрации можно получить из этого количества аммиака, если совокупные потери в ходе синтеза составляют 15%?

**Решение:**

Одна молекула  $\text{NH}_3$  дает одну молекулу  $\text{HNO}_3$ , поэтому можно сразу определить массу 100%-и азотной кислоты:

$$\begin{array}{rcl} 1500 \text{ т} & & x \text{ т} \\ \text{NH}_3 & \text{-----} & \text{HNO}_3 ; \\ 17 \text{ т} & & 63 \text{ т} \\ x = 5558,8 \text{ т} & & \end{array}$$

Масса 50%  $\text{HNO}_3$  вдвое больше: 11117,7 т. С учетом потерь выход продукта составляет

$$100 - 15 = 85\%$$

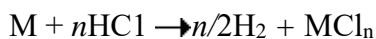
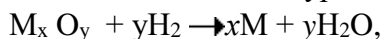
Масса 50%  $\text{HNO}_3$  с учетом потерь  $11117,7 \text{ т} \times 0,85 = 9450 \text{ т}$ .

4. Для восстановления 3,2 г оксида металла требуется 1,344 л водорода. При растворении полученного металла в избытке соляной кислоты выделяется 0,896 л водорода. Определите, какой это металл.

Напишите уравнения всех упомянутых реакций. (Объемы газов измерены при н. у.)

**Решение:**

Напишем описанные уравнения реакций металла М:



По условию объёмы водорода в первой и второй реакциях не равны, т.е.

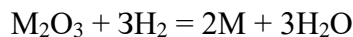
$$y \neq n / 2$$

Следовательно, степени окисления металла в оксиде и хлориде не одинаковы.

Соотношение объемов водорода равно  $1,344 / 0,898 = 3/2$ ,

Следовательно, металл в оксиде имеет степень окисления + 3, а при растворении в кислоте отдает 2 электрона (т.е. в хлориде степень окисления металла +2).

Составим уравнение реакции:



Найдем количество вещества водород в первой реакции:

$$n = 1,344 / 22,4 = 0,06 \text{ моль},$$

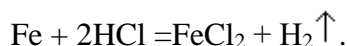
По у.х.р. количество вещества оксида  $n = 0,02$  моль

Т.к. масса оксида известна, найдем его молярную массу:

$$M = 3,2 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 160 \text{ г/моль}$$

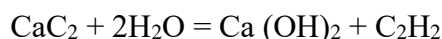
Решаем уравнение  $2A_r(\text{M}) + 3 \times 16 = 160$ , откуда  $A_r(\text{M}) = 56$ . Искомый металл - железо.

У.х.р. растворения железа в соляной кислоте:

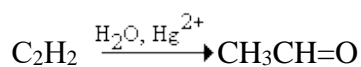


5. Для получения уксусной кислоты в качестве исходного вещества был использован технический карбид кальция, содержащий 4% примесей. Какое количество карбида было израсходовано, если известно, что на нейтрализацию полученной уксусной кислоты потребовалось 240 г раствора гидроксида калия, содержащего 5,5 моль КОН в 1 л (плотность 1,20 г/см<sup>3</sup>). Считать, что уксусная кислота образуется с выходом 100%. Напишите уравнения реакций, упомянутые в задаче.

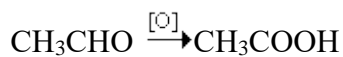
**Решение:**



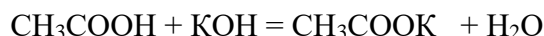
1)



2)



3)



4)

Объем раствора гидроксида калия:  $240/1,2 = 200$  мл.

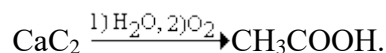
1 л - 5,5 моль,

0,2 л -  $x$  моль,

$x = 1,1$  моль КОН.

Из у.х.р. 4) видно, что 1,1 моль КОН нейтрализует 1,1 моль уксусной кислоты.

Суммарная схема получения кислоты:



Из 1 моль  $\text{CaC}_2$  получается 1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Следовательно, на образование 1,1 моль кислоты потребуется 1,1 моль  $\text{CaC}_2$ .

Масса чистого вещества  $\text{CaC}_2$  составляет  $64\text{г/моль} \times 1,1\text{моль} = 70,4\text{г}$ .

Масса израсходованного технического карбида кальция с учетом примесей равна

70,4 г - 96%,

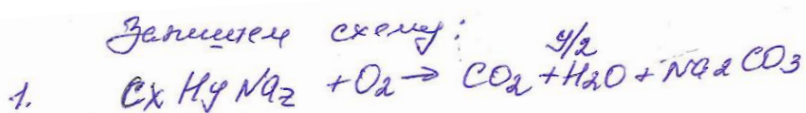
$x$  г - 100%,

$$x = \frac{70,4 \cdot 100}{96} = 73,33(\text{г})$$

6. При сгорании вещества А, не содержащего кислород, выделилось 3360 мл (н.у.) углекислого газа, 1,62 мл воды и 3,18 г карбоната натрия. Известно, что при взаимодействии вещества А с моноиодалканом образуется углеводород В, который при взаимодействии с подкисленным раствором перманганата калия дает единственный органический продукт. Установите молекулярную и структурную формулы веществ А и В и запишите уравнения описанных реакций.

Решение:

Запишем схему:



$$n(CO_2) = \frac{V}{V_{m1}} = \frac{3,36 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,15 \text{ моль} \quad n(C) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{1,62 \text{ г} \cdot \frac{1 \text{ моль}}{18 \text{ г/моль}}}{18 \text{ г/моль}} = 0,09 \text{ моль} \quad n(H) = 0,18 \text{ моль}$$

( $\sum H_2O = 1 \text{ моль}$ )

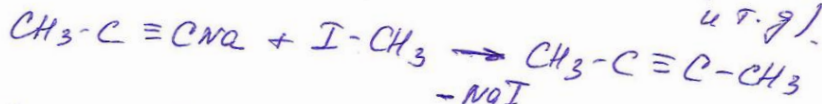
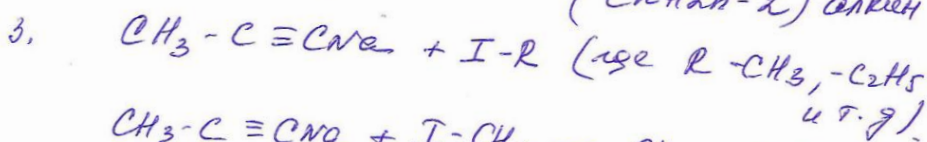
$$n(Na_2CO_3) = \frac{m}{M} = \frac{3,18 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,03 \text{ моль} \quad \begin{cases} n(Na) = 0,06 \text{ моль} \\ n(C) = 0,03 \text{ моль} \end{cases}$$

общая  $n(C) = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ моль}$

$$2. \quad x : y : z = (0,15 + 0,03) : 0,18 : 0,06 = 3 : 3 : 1$$

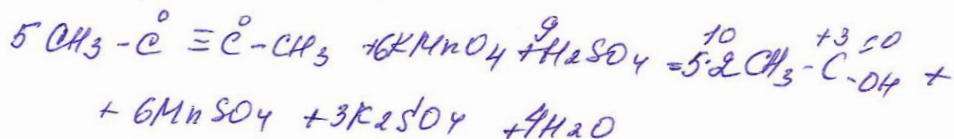
(делим на 0,06)

простейшая формула:  $C_3H_3Na$   
(септан-2) алкин



(Другие I-R не подойдут, т.к. при окислении образуется только один орган. продукт.)

4. Серовоселено, д.б. симметричной алкин)



$$\begin{array}{l} 2C^{\ominus} - 6e = 2C^{+3} \\ 5e^{+7} + 5e^{\ominus} = 5e^{+2} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} 5 \\ 6 \end{array} \right.$$

