

**РАСЧЕТЫ: МАССЫ (ОБЪЕМА, КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА) ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ, ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО В ИЗБЫТКЕ (ИМЕЕТ ПРИМЕСИ), ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО В ВИДЕ РАСТВОРА С ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАССОВОЙ ДОЛЕЙ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА**

Общие принципы решения задач по химии можно сформулировать следующим образом.

1 этап: составить уравнения реакций тех превращений, которые упоминаются в условии.

2 этап: рассчитать количества и массы «чистых веществ».

3 этап: установить причинно-следственные связи между реагирующими веществами, то есть определить — количество какого вещества требуется найти и по какому из реагирующих веществ будет производиться расчет.

4 этап: произвести вычисления по уравнению(-ям) реакций, то есть рассчитать количество искомого вещества, после чего найти его массу (или объем газа).

5 этап: ответить на дополнительные вопросы, сформулированные в условии.

**Пример решения задачи**

К раствору, образовавшемуся в результате взаимодействия 18,2 г фосфида кальция и 400 мл 5%-ного раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл), добавили 193,5 г 5%-ного раствора карбоната калия. Определите массу образовавшегося осадка и объем выделившегося газа (н.у.).

Уравнения реакций:



Количества реагирующих веществ (количества «чистых» реагирующих веществ):

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

а) количество HCl:

$$m_{\text{в-ва}}(\text{HCl}) = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,05 \cdot 440 = 22 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 22/36,5 \approx 0,603 \approx 0,60 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = \omega \cdot \rho \cdot V_{\text{р-ра}} / M_{\text{в-ва}} = 0,05 \cdot 1,1400/36,5 = 0,60 \text{ моль}$$

б) количество  $\text{K}_2\text{CO}_3$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,05 \cdot 193,5 = 9,675 \text{ г}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 9,675/138 \approx 0,07 \text{ моль}$$

в) количество  $\text{Ca}_3\text{P}_2$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению (1) (количество  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{PH}_3$  можно найти либо по  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ , либо по HCl, следовательно, необходимо будет провести проверку на «избыток-недостаток» и производить расчет по веществу, находящемуся в недостатке)

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) : n(\text{HCl}) : n(\text{CaCl}_2) : n(\text{PH}_3) = 1 : 6 : 3 : 2, \text{ следовательно:}$$

а)  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  и HCl взяты в количествах, соответствующих уравнению реакции (эквимольные количества), и прореагируют полностью.

$$\text{б) } n(\text{CaCl}_2) = 3n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{в) } n(\text{PH}_3) = 2n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V(\text{PH}_3) = n \cdot V_M = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ л}$$

4) По уравнению (2)

$$n(\text{CaCl}_2) : n(\text{K}_2\text{CO}_3) : n(\text{CaCO}_3) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно:}$$

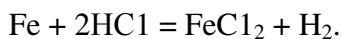
$$\text{а) в избытке } \text{CaCl}_2 \text{ в количестве } (0,3 - 0,07) = 0,23 \text{ моль и}$$

$$\text{б) } n(\text{CaCO}_3) = n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,07 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CaCO}_3) - nM_{\text{в-ва}} = 0,07 \cdot 100 = 7 \text{ г.}$$

В 300 мл раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,05$  г/мл) с массовой долей 10% растворили железо массой 11,2 г. Вычислите массовую долю хлорида железа (II) в полученном растворе.

1) Уравнение реакции:



2) Количества реагирующих веществ:

а) количество HCl

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 1,05 \cdot 300 = 315 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 315 = 31,5 \text{ г}; n(\text{HCl}) = 31,5 / 36,5 \approx 0,86 \text{ моль}$$

$$\text{б) } n(\text{Fe}) = 11,2 / 56 = 0,2 \text{ моль.}$$

3) По уравнению реакции

$$n(\text{Fe}): n(\text{HCl}): n(\text{FeCl}_2): n(\text{H}_2) = 1:2:1:1, \text{ следовательно:}$$

$$\text{а) в избытке HCl } (0,86 - 0,2 - 0,2) = 0,46 \text{ моль}$$

$$\text{б) } n(\text{FeCl}_2) = n(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,2 \cdot (56 + 35,5 \cdot 2) = 25,4 \text{ г}$$

$$\text{в) } n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г.}$$

1) Уравнение для расчета массовой доли  $\text{FeCl}_2$ :

$$\omega(\text{FeCl}_2) = \frac{m_2(\text{FeCl}_2)}{m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2)} = \frac{m(\text{FeCl}_2)_{\text{(по ур-ю реакции)}}}{m(\text{Fe}) + m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) - m(\text{H}_2)}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2) = 11,2 + 315 - 0,4 = 325,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = 25,4 / 325,8 \approx 0,0780, \text{ или } 7,8\%.$$

### *Задачи для самостоятельной работы.*

#### *Расчеты по уравнениям реакций и на смеси веществ*

- 1). 27,2 г смеси карбидов кальция и алюминия обработали кислотой, получили 11,2 л смеси газов (при н.у.). Определите объёмную долю ацетилена в смеси. (40%).
- 2). 5,6 г чистого железа растворили в 100 мл 10%-ного раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,05 \text{ г/мл}$ ). Вычислите массовую долю хлороводорода в полученном растворе. (2,9 %)
- 3). 50,0 г нитрида магния обработали водой. Определите минимальный объём 9,8%-ного раствора серной кислоты (плотностью 1,065 г/мл), необходимый для поглощения выделившегося газа (469 мл).
- 4). Аммиак, выделившийся при взаимодействии 107 г 20%-ного раствора хлорида аммония со 150 г 18%-ного раствора гидроксида натрия, полностью прореагировал с 60%-ной ортофосфорной кислотой с образованием дигидрофосфата аммония. Определите массовую долю хлорида натрия в растворе и необходимую массу 60%-ного раствора фосфорной кислоты. (9,1%, 65,3 г)
- 5). Аммиак, выделившийся при взаимодействии 5,6 г гидроксида калия с 5,0 г хлорида аммония, растворили в 50 г воды. Определите массовую долю аммиака в полученном растворе. Сколько миллилитров 10%-ной азотной кислоты плотностью 1,06 г/мл потребуется для нейтрализации аммиака. (3,08%, 55,5 мл)
- 6). В 100 мл 5%-ного раствора соляной кислоты (плотностью 1,02 г/мл) внесли 6,4 г карбида кальция. Сколько миллилитров 15%-ной азотной кислоты (плотностью 1,08 г/мл) следует добавить к полученной смеси для её полной нейтрализации? (23,3 мл)
- 7). В 120 мл раствора азотной кислоты с массовой долей 7 % (плотностью 1,03 г/мл) внесли 12,8 г карбида кальция. Сколько миллилитров 20%-ной соляной кислоты (плотностью 1,10 г/мл) следует добавить к полученной смеси для её полной нейтрализации? (43,1 мл)
- 7). В 500 мл 25%-ного раствора гидроксида натрия (плотностью 1,28 г/мл) полностью поглощён углекислый газ объёмом 67,2 л (при н.у.). Определить массовые доли веществ в полученном растворе. ( $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 13,73\%$ ;  $\omega(\text{NaHCO}_3) = 21,76\%$ )
- 8). В результате взаимодействия 66 г 20% раствора сульфата аммония с 60 г 16% раствора

гидроксида натрия выделился газ, который прореагировал с гидрокарбонатом аммония, содержащимся в 234 г раствора. Определите массовую долю гидрокарбоната аммония в этом растворе .(6,75%)

9).Вычислите массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при сливании 14,7 г 10% раствора серной кислоты и 200 г 1,04% раствора хлорида бария (0,23%)