

1. Сколько атомов кислорода содержит 0,1 моль медного купороса?

### Решение

Формула медного купороса –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . На 1 моль медного купороса приходится 9 моль атомов О. Следовательно, в 0,1 моль медного купороса содержится 0,9 моль атомов О.

Рассчитаем число атомов О:

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot N_A = 0,9 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,418 \cdot 10^{23}.$$

Ответ:  $5,42 \cdot 10^{23}$ .

2. В схеме превращений

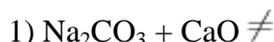


буквами "X" и "Y" обозначены вещества:

- 1) X – CaO, Y – HCl;
- 2) X –  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Y –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 3) X –  $\text{CaF}_2$ , Y –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 4) X –  $\text{CaCl}_2$ , Y –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$

### Решение

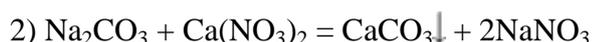
Проверим все варианты:



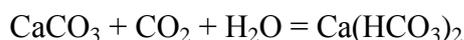
В растворе соли не реагируют с оксидами, а реакция между твердыми веществами при нагревании возможна лишь тогда, когда кристаллические решетки продуктов имеют термическую устойчивость выше, чем у реагентов. Но гипотетические продукты –  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{CaCO}_3$  – гораздо менее устойчивы, чем  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaO}$ .



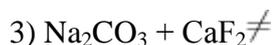
Реакция карбоната кальция с соляной кислотой протекает, но образуются совсем другие продукты, чем в условии.



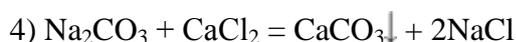
Реакция в растворе протекает до конца, т.к. образуется осадок.



При пропускании углекислого газа через раствор с осадком карбоната кальция осадок растворяется с образованием раствора гидрокарбоната кальция. Ответ подходит.



Реакция в растворе невозможна, т.к. фторид кальция нерастворим. Реакция обмена между двумя солями может протекать, только если они обе растворимы. При нагревании твердых веществ реакция также невозможна, т.к. гипотетический продукт –  $\text{CaCO}_3$  – термически неустойчив (разлагается при нагревании), а реагенты, напротив, термически стабильны.



Реакция в растворе протекает до конца, т.к. образуется осадок.



Реакция совпадает с уже рассмотренной в п.2. При пропускании углекислого газа через раствор с осадком карбоната кальция осадок растворяется с образованием раствора гидрокарбоната кальция. Ответ также подходит.

**Ответ:** 2, 4.

**3.** В 1 л воды растворили при н.у. 44,8 л газообразного иодоводорода. Определите массовую долю растворенного вещества (в %) в полученном растворе.

#### **Решение**

При растворении иодоводорода не происходит химической реакции. Поэтому масса раствора равна сумме масс воды и иодоводорода.

Масса 1 л воды равна 1 кг = 1000 г.

Найдем массу иодоводорода:

$$m(\text{HI}) = M(\text{HI}) \cdot n(\text{HI}) = M(\text{HI}) \cdot V(\text{HI}) / V_m = 128 \text{ г/моль} \cdot 44,8 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 256 \text{ г.}$$

Найдем массовую долю:

$$w(\text{HI}) = m(\text{HI}) / (m(\text{HI}) + m(\text{H}_2\text{O})) = 256 / (256 + 1000) = 0,2.$$

Это составит 20%.

**Ответ:** 20.

**4.** Углерод проявляет свойства восстановителя в реакциях:

- 1)  $\text{Mg} + \text{CO}_2$  ;
- 2)  $\text{FeO} + \text{CO}$  ;
- 3)  $\text{MgO} + \text{CO}_2$  ;
- 4)  $\text{C} + \text{H}_2$  ;
- 5)  $\text{Ca} + \text{CO}_2$  ;
- 6)  $\text{CuO} + \text{CO}$  ;
- 7)  $\text{CaO} + \text{CO}_2$  ;
- 8)  $\text{Li} + \text{CO}_2$  ;
- 9)  $\text{NiO} + \text{CO}$  ;
- 10)  $\text{CaO} + \text{CO}_2$

## Решение

В углекислом газе углерод находится в высшей степени окисления +4 и может быть только окислителем. Поэтому реакции 1,3,5,7,8,10 отпадают сразу (вне зависимости от того, идут они или нет, являются окислительно-восстановительными или нет).

Рассмотрим реакции с участием CO.



Реакция номер 2 – одна из стадий доменного процесса, остальные аналогичны ей. Углерод в реакции повышает свою степень окисления с +2 до +4. Значит, он является восстановителем.

Рассмотрим оставшуюся реакцию:



В метане (и других алканах) углерод связан с менее электроотрицательным водородом, следовательно, углерод имеет отрицательную степень окисления. Таким образом, в реакции углерод понижает свою степень окисления от 0 до -4 (в данном случае) и является окислителем.

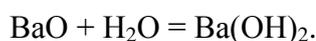
**Ответ:** 2,6,9.

**5.** В избытке воды массой В г растворили А г оксида бария BaO . Какова будет массовая доля С вещества, которое получилось в образовавшемся растворе?

- 1)  $C = A/(A + B)$ ; 2)  $C = 153A/171(A + B)$ ; 3)  $C = 171A/153(A + B)$ ; 4)  $C = 171A/(153A + B)$ ;  
5)  $C = A/B$

## Решение

Запишем уравнение реакции:



Массовая доля равна:

$$\omega = m(\text{в-ва})/m(\text{р-ра}).$$

Вещество в растворе – это гидроксид бария Ba(OH)<sub>2</sub>. Найдем его массу, ведя расчет по оксиду бария, т.к. вода в избытке:

$$\begin{aligned} m(\text{в-ва}) &= m(\text{Ba(OH)}_2) = n(\text{Ba(OH)}_2) \cdot M(\text{Ba(OH)}_2) = n(\text{BaO}) \cdot M(\text{Ba(OH)}_2) = \\ &= \frac{m(\text{BaO})}{M(\text{BaO})} \cdot M(\text{Ba(OH)}_2) = 171A/153. \end{aligned}$$

Масса раствора складывается из масс исходных веществ, т.к. из полученного раствора ничего не выделяется:

$$m(p-pa) = A + B.$$

Итак:

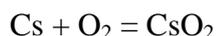
$$\omega = \frac{171A/153}{A + B} = 171A/153(A+B).$$

**Ответ:** 3)  $C = 171A/153(A + B)$ .

**6.** Кусок металлического цезия массой 66,5 г сожгли в атмосфере кислорода (кислород в избытке). Продукт сгорания поместили в сосуд, содержащий 44 г диоксида углерода. Какова масса полученного газа (в г)?

### Решение

Запишем уравнение реакции, помня, что цезий (аналогично калию и рубидию) при взаимодействии с кислородом образует надпероксид (супероксид):

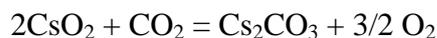


Найдем количество цезия:

$$n(Cs) = m(Cs)/M(Cs) = 66,5/133 = 0,5 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, из 0,5 моль цезия образуется 0,5 моль надпероксида цезия.

При взаимодействии надпероксида цезия с диоксидом углерода образуется карбонат цезия и выделяется **кислород**. Подобная реакция с надпероксидом калия и пероксидом натрия используется для регенерации воздуха в замкнутых пространствах (подводные лодки, космические корабли).



Найдем количество углекислого газа:

$$n(CO_2) = m(CO_2)/M(CO_2) = 44/44 = 1 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, на 0,5 моль надпероксида цезия требуется 0,25 моль углекислого газа. Углекислый газ в избытке, надпероксид цезия в недостатке. Считаем по надпероксиду цезия.

Согласно уравнению реакции, из 2 моль надпероксида цезия получается 1,5 моль кислорода. Следовательно, из 0,5 моль надпероксида цезия получится 0,375 моль кислорода. Найдем его массу:

$$m(O_2) = n(O_2)*M(O_2) = 0,375*32 = \mathbf{12 \text{ г.}}$$

**Ответ:** 12 г.