

За каждое задание – максимум 10 баллов

**1-1.** Определите формулу хлорида фосфора, если 27,5 г этого вещества содержит  $7,9464 \cdot 10^{24}$  электронов. В ответе запишите молярную массу найденного вещества с точностью до десятых. Ответ выразите в г/моль, единицы изменения указывать не нужно.

Решение. Общую формулу хлорида фосфора можно представить как  $\text{PCl}_n$ . Тогда, молярная масса хлорида фосфора будет равна  $(31+35,5n)$  г/моль. Количество вещества хлорида фосфора равно тогда  $\nu = \frac{m}{M} = \frac{27,5}{31+35,5n}$  моль. На каждую формульную единицу хлорида фосфора приходится  $15+17n$  электронов, так как порядковый номер фосфора в Периодической таблице равен 15, а хлора – 17. Тогда количество вещества электронов равно

$$\nu_e = (15 + 17n)\nu = \frac{27,5(15+17n)}{31+35,5n} \text{ моль.}$$

С другой стороны количество вещества электронов равно  $\nu_e = \frac{N_e}{N_A} = \frac{7,946 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 13,2$  моль

Приравняв и решая уравнение относительно  $n$ , получим, что  $n = 3$ . То есть формула хлорида фосфора  $\text{PCl}_3$ , а молярная масса равна 137,5 г/моль.

Ответ. 137,5

**1-2.** Определите формулу хлорида серы, если 30,9 г этого вещества содержит  $9,03 \cdot 10^{24}$  электронов. В ответе запишите молярную массу найденного вещества с точностью до целых. Ответ выразите в г/моль, единицы изменения указывать не нужно.

Решение. Общую формулу хлорида серы можно представить как  $\text{SCl}_n$ . Тогда, молярная масса хлорида фосфора будет равна  $(32+35,5n)$  г/моль. Количество вещества хлорида серы равно тогда  $\nu = \frac{m}{M} = \frac{30,9}{32+35,5n}$  моль. На каждую формульную единицу хлорида серы приходится  $16+17n$  электронов, так как порядковый номер серы в Периодической таблице равен 16, а хлора – 17. Тогда количество вещества электронов равно

$$\nu_e = (16 + 17n)\nu = \frac{30,9(16+17n)}{32+35,5n} \text{ моль.}$$

С другой стороны, количество вещества электронов равно  $\nu_e = \frac{N_e}{N_A} = \frac{9,03 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 15$  моль

Приравняв и решая уравнение относительно  $n$ , получим, что  $n = 2$ . То есть формула хлорида фосфора  $\text{SCl}_2$ , а молярная масса равна 103 г/моль.

Ответ. 103

**1-3.** Определите формулу бромид фосфора, если 8,62 г этого вещества содержит  $2,2876 \cdot 10^{24}$  электронов. В ответе запишите молярную массу найденного вещества с точностью до целых. Ответ выразите в г/моль, единицы изменения указывать не нужно.

Решение. Общую формулу хлорида фосфора можно представить как  $\text{PBr}_n$ . Тогда, молярная масса бромид фосфора будет равна  $(31+80n)$  г/моль. Количество вещества бромид фосфора равно тогда  $\nu = \frac{m}{M} = \frac{8,62}{31+80n}$  моль. На каждую формульную единицу бромид фосфора приходится

15+35n электронов, так как порядковый номер фосфора в Периодической таблице равен 15, а брома – 35. Тогда количество вещества электронов равно

$$\nu_e = (15 + 35n)\nu = \frac{8,62(15+35n)}{31+80n} \text{ моль.}$$

С другой стороны, количество вещества электронов равно  $\nu_e = \frac{N_e}{N_A} = \frac{2,2876 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,8$  моль

Приравнявая и решая уравнение относительно n, получим, что n = 5. То есть формула хлорида фосфора PBr<sub>5</sub>, а молярная масса равна 431 г/моль.

Ответ. 431

**1-4.** Определите формулу фторида брома, если 39,6 г этого вещества содержит  $1,0595 \cdot 10^{25}$  электронов. В ответе запишите молярную массу найденного вещества с точностью до целых. Ответ выразите в г/моль, единицы изменения указывать не нужно.

Решение. Общую формулу фторида брома можно представить как BrF<sub>n</sub>. Тогда, молярная масса фторида брома будет равна (80+19n) г/моль. Количество вещества фторида брома равно тогда

$\nu = \frac{m}{M} = \frac{39,6}{80+19n}$  моль. На каждую формульную единицу бромида фосфора приходится 35+9n электронов, так как порядковый номер фосфора в Периодической таблице равен 35, а брома – 9. Тогда количество вещества электронов равно

$$\nu_e = (35 + 9n)\nu = \frac{39,6(35+9n)}{80+19n} \text{ моль.}$$

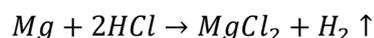
С другой стороны, количество вещества электронов равно  $\nu_e = \frac{N_e}{N_A} = \frac{1,05952 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 17,6$  моль

Приравнявая и решая уравнение относительно n, получим, что n = 1. То есть формула хлорида фосфора BrF, а молярная масса равна 99 г/моль.

Ответ. 99

**2-1.** На уравновешенных чашах весов находятся стаканы с 500 г раствора соляной кислоты с массовой долей растворённого вещества 18,25%. В один из стаканов помещают 4,8 г магния. Какую массу карбоната магния надо добавить во второй стакан, чтобы после окончания всех реакций весы снова находились в состоянии равновесия. Испарением воды пренебречь. Ответ выразите в г с точностью до сотых. Единицы измерения указывать не нужно.

Решение.



Определим количество вещества соляной кислоты  $\nu(HCl) = \frac{\omega m(\text{раствора})}{M(HCl)} = \frac{0,1825 \cdot 500}{36,5} = 2,5$  моль.

Количество вещества магния  $\nu(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} = \frac{4,8}{24} = 0,2$  моль. Магний находится в недостатке.

Тогда  $\nu(H_2) = \nu(Mg) = 0,2$  моль. Масса водорода равна  $m(H_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4$  г.

Тогда изменение массы раствора равно  $\Delta m = m(Mg) - m(H_2) = 4,8 - 0,4 = 4,4$  г.

По условию изменение массы содержимого второго раствора должно быть таким же. Это изменение равно массе внесенного в систему карбоната магния за вычетом массы выделившегося углекислого газа.

$$\Delta m = m(MgCO_3) - m(CO_2) = 4,4 \text{ г.}$$

по уравнению реакции  $\nu(MgCO_3) = \nu(CO_2) = x$  моль.

Тогда  $m(MgCO_3) = 84x$  г,  $m(CO_2) = 44x$  г

то есть  $84x - 44x = 4,4$

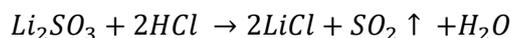
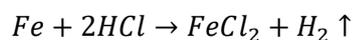
$x = 0,11$  моль.

и  $m(MgCO_3) = 84x = 9,24$  г

Ответ. 9,24

**2-2.** На уравновешенных чашах весов находятся стаканы с 500 г раствора соляной кислоты с массовой долей растворённого вещества 18,25%. В один из стаканов помещают 2,8 г железа. Какую массу сульфита лития надо добавить во второй стакан, чтобы после окончания всех реакций весы снова находились в состоянии равновесия. Испарением воды пренебречь. Ответ выразите в г с точностью до сотых. Единицы измерения указывать не нужно.

Решение.



Определим количество вещества соляной кислоты  $\nu(HCl) = \frac{\omega m(\text{раствора})}{M(HCl)} = \frac{0,1825 \cdot 500}{36,5} = 2,5$  моль.

Количество вещества железа  $\nu(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{2,8}{56} = 0,05$  моль. Железо находится в недостатке.

Тогда  $\nu(H_2) = \nu(Fe) = 0,05$  моль. Масса водорода равна  $m(H_2) = 2 \cdot 0,05 = 0,1$  г.

Тогда изменение массы раствора равно  $\Delta m = m(Fe) - m(H_2) = 2,8 - 0,1 = 2,7$  г.

По условию изменение массы содержимого второго раствора должно быть таким же. Это изменение равно массе внесенного в систему сульфита лития за вычетом массы выделившегося сернистого газа.

$$\Delta m = m(Li_2SO_3) - m(SO_2) = 2,7 \text{ г.}$$

по уравнению реакции  $\nu(Li_2SO_3) = \nu(SO_2) = x$  моль.

Тогда  $m(Li_2SO_3) = 94x$  г,  $m(SO_2) = 64x$  г

то есть  $94x - 64x = 2,7$

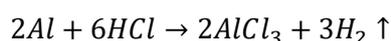
$x = 0,09$  моль.

и  $m(Li_2SO_3) = 94x = 8,46$  г

Ответ. 8,46

**2-3.** На уравновешенных чашах весов находятся стаканы с с 500 г раствора соляной кислоты с массовой долей растворённого вещества 18,25%. В один из стаканов помещают 6 г карбоната кальция. Какую массу алюминия надо добавить во второй стакан, чтобы после окончания всех реакций весы снова находились в состоянии равновесия. Испарением воды пренебречь. Ответ выразите в г с точностью до десятых. Единицы измерения указывать не нужно.

Решение.



Определим количество вещества соляной кислоты  $\nu(HCl) = \frac{\omega m(\text{раствора})}{M(HCl)} = \frac{0,1825 \cdot 500}{36,5} = 2,5$  моль.

Количество вещества карбоната кальция  $\nu(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{6}{100} = 0,06$  моль. Карбонат кальция находится в недостатке.

Тогда  $\nu(CO_2) = \nu(CaCO_3) = 0,06$  моль. Масса углекислого газа равна  $m(CO_2) = 44 \cdot 0,06 = 2,64$  г.

Тогда изменение массы раствора равно  $\Delta m = m(CaCO_3) - m(CO_2) = 6 - 2,64 = 3,36$  г.

По условию изменение массы содержимого второго раствора должно быть таким же. Это изменение равно массе внесенного в систему алюминия за вычетом массы выделившегося водорода.

$$\Delta m = m(Al) - m(H_2) = 3,36 \text{ г.}$$

Пусть  $\nu(Al) = x$  моль. По уравнению реакции  $\nu(H_2) = 1,5\nu(Al) = 1,5x$  моль.

Тогда  $m(Al) = 27x$  г,  $m(H_2) = 3x$  г

то есть  $27x - 3x = 3,36$

$x = 0,14$  моль.

и  $m(Al) = 27x = 3,78$  г

Ответ. 3,78

**2-4.** На уравновешенных чашах весов находятся стаканы с 500 г раствора соляной кислоты с массовой долей растворённого вещества 18,25%. В один из стаканов помещают 6,3 г сульфита натрия. Какую массу карбоната натрия надо добавить во второй стакан, чтобы после окончания всех реакций весы снова находились в состоянии равновесия. Испарением воды пренебречь. Ответ выразите в г с точностью до десятых. Единицы измерения указывать не нужно.

Решение.



Определим количество вещества соляной кислоты  $\nu(HCl) = \frac{\omega m(\text{раствора})}{M(HCl)} = \frac{0,1825 \cdot 500}{36,5} = 2,5$  моль.

Количество вещества сульфита натрия  $\nu(Na_2SO_3) = \frac{m(Na_2SO_3)}{M(Na_2SO_3)} = \frac{6,3}{126} = 0,05$  моль. Сульфит натрия находится в недостатке.

Тогда  $\nu(SO_2) = \nu(Na_2SO_3) = 0,05$  моль. Масса сернистого газа равна  $m(SO_2) = 64 \cdot 0,05 = 3,2$  г.

Тогда изменение массы раствора равно  $\Delta m = m(Na_2CO_3) - m(SO_2) = 6,3 - 3,2 = 3,1$  г.

По условию изменение массы содержимого второго раствора должно быть таким же. Это изменение равно массе внесенного в систему карбоната натрия за вычетом массы выделившегося углекислого газа.

$$\Delta m = m(Na_2CO_3) - m(CO_2) = 3,1 \text{ г.}$$

по уравнению реакции  $\nu(Na_2CO_3) = \nu(CO_2) = x$  моль.

Тогда  $m(Na_2CO_3) = 106x$  г,  $m(CO_2) = 44x$  г

то есть  $106x - 44x = 3,1$

$x = 0,05$  моль.

$$\text{и } m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106x = 5,3 \text{ г}$$

Ответ. 5,3

**3-1.** Два воздушных шарика наполнили одинаковыми массами кислорода и некоторого углеводорода. При одинаковых внешних условиях объем шарика с кислородом оказался в 2 раза меньше, чем шарика с углеводородом. Определите состав углеводорода, в ответе запишите индексы у атомов углерода и водорода в указанной последовательности без знаков препинания

Решение. Из закона Авогадро следует, что при одинаковых внешних условиях объемы газов относятся как их количества вещества. Так как объем шарика с кислородом в 2 раза меньше, чем объем шарика с неизвестным углеводородом, то и  $v(\text{O}_2) = \frac{1}{2}v(\text{углеводород})$ . Так как при этом массы кислорода и углеводорода равны, то можно сделать вывод, что

$$M(\text{углеводорода}) = 0,5M(\text{O}_2) = 16 \text{ г/моль. } M(\text{C}_x\text{H}_y) = 12x + y, \quad 12x + y = 16$$

Зная молярные массы углерода и водорода, валентность углерода в углеводородах, можно прийти к выводу, что единственный углеводород подходящей молярной массы –  $\text{CH}_4$ .

Ответ. 14

**3-2.** Два воздушных шарика наполнили одинаковыми массами неона и некоторого углеводорода. При одинаковых внешних условиях объем шарика с неоном оказался в 2 раза больше, чем шарика с углеводородом. Определите состав углеводорода, в ответе запишите индексы у атомов углерода и водорода в указанной последовательности без знаков препинания

Решение. Из закона Авогадро следует, что при одинаковых внешних условиях объемы газов относятся как их количества вещества. Так как объем шарика с неоном в 2 раза больше, чем объем шарика с неизвестным углеводородом, то и  $v(\text{Ne}) = 2v(\text{углеводород})$ . Так как при этом массы неона и углеводорода равны, то можно сделать вывод, что

$$M(\text{углеводорода}) = 2M(\text{Ne}) = 40 \text{ г/моль. } M(\text{C}_x\text{H}_y) = 12x + y, \quad 12x + y = 40$$

Зная молярные массы углерода и водорода, валентность углерода в углеводородах, можно прийти к выводу, что единственный углеводород подходящей молярной массы –  $\text{C}_3\text{H}_4$ .

Ответ. 34

**3-3.** Два воздушных шарика наполнили одинаковыми массами азота и некоторого углеводорода. При одинаковых внешних условиях объем шарика с азотом оказался в 2 раза больше, чем шарика с углеводородом. Определите состав углеводорода, в ответе запишите индексы у атомов углерода и водорода в указанной последовательности без знаков препинания.

Решение. Из закона Авогадро следует, что при одинаковых внешних условиях объемы газов относятся как их количества вещества. Так как объем шарика с неоном в 2 раза больше, чем объем шарика с неизвестным углеводородом, то и  $v(\text{Ne}) = 2v(\text{углеводород})$ . Так как при этом массы неона и углеводорода равны, то можно сделать вывод, что

$$M(\text{углеводорода}) = 2M(\text{Ne}) = 40 \text{ г/моль. } M(\text{C}_x\text{H}_y) = 12x + y, \quad 12x + y = 40$$

Зная молярные массы углерода и водорода, валентность углерода в углеводородах, можно прийти к выводу, что единственный углеводород подходящей молярной массы –  $\text{C}_3\text{H}_4$ .

Ответ. 48

**3-4.** Два воздушных шарика наполнили одинаковыми массами азота и некоторого углеводорода. При одинаковых внешних условиях объем шарика с азотом оказался в 1,5 раза больше, чем шарика с углеводородом. Определите состав углеводорода, в ответе запишите индексы у атомов углерода и водорода в указанной последовательности без знаков препинания

Решение. Из закона Авогадро следует, что при одинаковых внешних условиях объемы газов относятся как их количества вещества. Так как объем шарика с азотом в 1,5 раза больше, чем объем шарика с неизвестным углеводородом, то и  $\nu(N_2) = \frac{3}{2}\nu(\text{углеводород})$ . Так как при этом массы азота и углеводорода равны, то можно сделать вывод, что

$$M(\text{углеводорода}) = 1,5M(N_2) = 42 \text{ г/моль. } M(C_xH_y) = 12x + y, \quad 12x + y = 42$$

Зная молярные массы углерода и водорода, можно прийти к выводу, что единственный углеводород подходящей молярной массы –  $C_3H_6$ .

Ответ. 36

**4-1.** Коэффициентом растворимости называют массу безводного вещества, которая может быть растворена в 100 г чистого растворителя с образованием насыщенного раствора. При 30°C массовая доля сульфата меди(II) в насыщенном растворе составляет 19,61%. Определить коэффициент растворимости сульфата меди(II) при этой температуре. Ответ приведите с точностью до десятых, единицы измерения указывать не нужно.

Решение. Используя определение коэффициента растворимости составим модельный раствор, состоящий из 100 г воды и массы растворенного вещества (x г), равной коэффициенту растворимости. Тогда  $m(\text{раствора}) = 100 + x$ . А массовая доля (в долях единицы) по условию равна

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} = \frac{x}{100 + x} = 0,1961$$

Решая составленное уравнение относительно x, находим  $x = 24,4$  г.

Ответ. 24,4

**4-2.** Коэффициентом растворимости называют массу безводного вещества, которая может быть растворена в 100 г чистого растворителя с образованием насыщенного раствора. При 20°C массовая доля сульфата кобальта(II) в насыщенном растворе составляет 26,2%. Определить коэффициент растворимости сульфата кобальта(II) при этой температуре. Ответ приведите с точностью до десятых, единицы измерения указывать не нужно.

Решение. Используя определение коэффициента растворимости составим модельный раствор, состоящий из 100 г воды и массы растворенного вещества (x г), равной коэффициенту растворимости. Тогда  $m(\text{раствора}) = 100 + x$ . А массовая доля (в долях единицы) по условию равна

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} = \frac{x}{100 + x} = 0,262$$

Решая составленное уравнение относительно x, находим  $x = 35,5$  г.

Ответ. 35,5

**4-3.** Коэффициентом растворимости называют массу безводного вещества, которая может быть растворена в 100 г чистого растворителя с образованием насыщенного раствора. При 30°C массовая доля хлорида алюминия в насыщенном растворе составляет 31,97%. Определить коэффициент растворимости хлорида алюминия при этой температуре. Ответ приведите с точностью до целых, единицы измерения указывать не нужно.

Решение. Используя определение коэффициента растворимости составим модельный раствор, состоящий из 100 г воды и массы растворенного вещества (x г), равной коэффициенту растворимости. Тогда  $m(\text{раствора}) = 100 + x$ . А массовая доля (в долях единицы) по условию равна

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} = \frac{x}{100 + x} = 0,3197$$

Решая составленное уравнение относительно x, находим  $x = 47$  г.

Ответ. 47

**4-4.** Коэффициентом растворимости называют массу безводного вещества, которая может быть растворена в 100 г чистого растворителя с образованием насыщенного раствора. При 20°C массовая доля карбоната калия в насыщенном растворе составляет 52,61%. Определить коэффициент растворимости карбоната калия при этой температуре. Ответ приведите с точностью до целых, единицы измерения указывать не нужно.

Решение. Используя определение коэффициента растворимости составим модельный раствор, состоящий из 100 г воды и массы растворенного вещества (x г), равной коэффициенту растворимости. Тогда  $m(\text{раствора}) = 100 + x$ . А массовая доля (в долях единицы) по условию равна

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} = \frac{x}{100 + x} = 0,5261$$

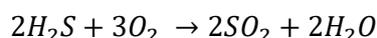
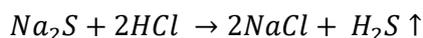
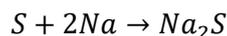
Решая составленное уравнение относительно x, находим  $x = 111$  г.

Ответ. 111

**5-1.** В представленной ниже цепочке превращений все соединения содержат один или несколько атомов серы. Определите зашифрованные соединения  $X_1$ - $X_4$ . В ответе запишите молярную массу вещества  $X_4$  (в г/моль) с точностью до целых. Единицы измерения указывать не нужно.



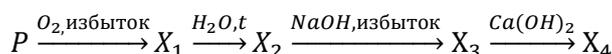
Составим уравнения реакций с участием соединений серы.



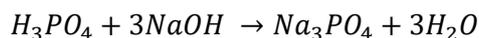
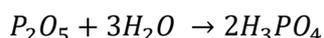
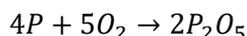
Таким образом,  $X_4$  - гидросульфит калия, молярная масса 120 г/моль.

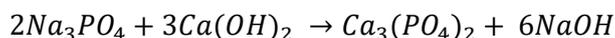
Ответ. 120

**5-2.** В представленной ниже цепочке превращений все соединения содержат один или несколько атомов фосфора. Определите зашифрованные соединения  $X_1$ - $X_4$ . В ответе запишите молярную массу вещества  $X_4$  (в г/моль) с точностью до целых. Единицы измерения указывать не нужно.



Составим уравнения реакций с участием соединений фосфора.

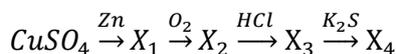




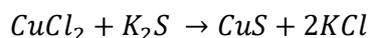
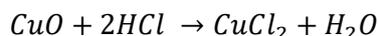
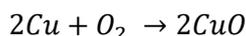
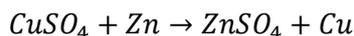
Таким образом, X<sub>4</sub> - фосфат кальция, молярная масса 310 г/моль.

Ответ. 310

**5-3.** В представленной ниже цепочке превращений все соединения содержат один или несколько атомов меди. Определите зашифрованные соединения X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub>. В ответе запишите молярную массу вещества X<sub>4</sub> (в г/моль) с точностью до целых. Единицы измерения указывать не нужно.



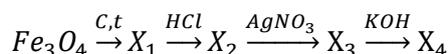
Составим уравнения реакций с участием соединений меди.



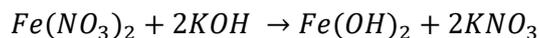
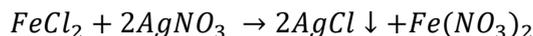
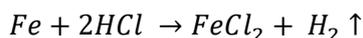
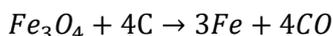
Таким образом, X<sub>4</sub> - сульфид меди(II), молярная масса 96 г/моль.

Ответ. 96

**5-4.** В представленной ниже цепочке превращений все соединения содержат один или несколько атомов железа. Определите зашифрованные соединения X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub>. В ответе запишите молярную массу вещества X<sub>4</sub> (в г/моль) с точностью до целых. Единицы измерения указывать не нужно.



Составим уравнения реакций с участием соединений железа.



Таким образом, X<sub>4</sub> - гидроксид железа(II), молярная масса 90 г/моль.

Ответ. 90

**6-1.** Определите химический элемент, если известно, что его массовая доля в оксиде составляет 36%. В ответе укажите его порядковый номер в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева.

*Решение.*

Найдём молярную массу неизвестного элемента. Массовая доля кислорода равна 100%-36%=64%, тогда молярная масса оксида (запишем его формулу как M<sub>2</sub>O<sub>n</sub>) равна 16n/0,64=25n г/моль. Тогда возможные молярные массы элемента:

M <sub>2</sub> O	M <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (= MO)	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (= MO <sub>2</sub> )	M <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (= MO <sub>3</sub> )	M <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
25 г/моль	50 г/моль	75 г/моль	100 г/моль	125 г/моль	150 г/моль	175 г/моль
M <sub>M</sub> = 4,5	M <sub>M</sub> = 9	M <sub>M</sub> = 13,5	M <sub>M</sub> = 18	M <sub>M</sub> = 22,5	M <sub>M</sub> = 27	M <sub>M</sub> = 31,5

	<b>Be</b>				Al	
--	-----------	--	--	--	----	--

Алюминий не имеет оксида  $AlO_3$ , поэтому правильный ответ – бериллий, имеющий номер 4 в таблице Менделеева.

Ответ: 4.

**6-2.** Определите химический элемент, если известно, что его массовая доля в оксиде составляет 84,56%. В ответе укажите его порядковый номер в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева.

*Решение.*

Найдём молярную массу неизвестного элемента. Массовая доля кислорода равна  $100\% - 36\% = 64\%$ , тогда молярная масса оксида (запишем его формулу как  $M_2O_n$ ) равна  $16n/0,64 = 25n$  г/моль. Тогда возможные молярные массы элемента:

$M_2O$	$M_2O_2(=MO)$	$M_2O_3$	$M_2O_4(=MO_2)$	$M_2O_5$	$M_2O_6(=MO_3)$	$M_2O_7$
25 г/моль	50 г/моль	75 г/моль	100 г/моль	125 г/моль	150 г/моль	175 г/моль
$M_M = 4,5$	$M_M = 9$	$M_M = 13,5$	$M_M = 18$	$M_M = 22,5$	$M_M = 27$	$M_M = 31,5$
	<b>Be</b>				Al	

Алюминий не имеет оксида  $AlO_3$ , поэтому правильный ответ – бериллий, имеющий номер 4 в таблице Менделеева.

Ответ: 38.

**6-3.** Определите химический элемент, если известно, что его массовая доля в оксиде составляет 91,44%. В ответе укажите его порядковый номер в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева.

*Решение.*

Найдём молярную массу неизвестного элемента. Массовая доля кислорода равна  $100\% - 91,44\% = 8,56\%$ , тогда молярная масса оксида (запишем его формулу как  $M_2O_n$ ) равна  $16n/0,0856 = 186,9n$  г/моль. Тогда возможные молярные массы элемента:

$M_2O$	$M_2O_2(=MO)$	$M_2O_3$	$M_2O_4(=MO_2)$	$M_2O_5$	$M_2O_6(=MO_3)$	$M_2O_7$
$M_{ox} = 186,9$	373,8	560,7	-	-	-	-
$M_M = 85,5$	170,9	256,4	-	-	-	-
<b>Rb</b>						

Правильный ответ – рубидий, имеющий номер 37 в таблице Менделеева.

Ответ: 37.

**6-4.** Определите химический элемент, если известно, что его массовая доля в оксиде составляет 83%. В ответе укажите его порядковый номер в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева.

*Решение.*

Найдём молярную массу неизвестного элемента. Массовая доля кислорода равна  $100\% - 83\% = 17\%$ , тогда молярная масса оксида (запишем его формулу как  $M_2O_n$ ) равна  $16n/0,17 = 94,1n$  г/моль. Тогда возможные молярные массы элемента:

$M_2O$	$M_2O_2(= MO)$	$M_2O_3$	$M_2O_4(= MO_2)$	$M_2O_5$	$M_2O_6(= MO_3)$	$M_2O_7$
$M_{ox} = 94,1$	188,2	282,4	376,5	470,6	564,7	-
$M_M = 39$	78,1	117,2	156,3	195,3	234,3	-
<b>К</b>				Pt		

У платины нет оксида  $Pt_2O_5$ , поэтому правильный ответ – калий, имеющий номер 19 в таблице Менделеева.

Ответ: 19.

**7-1.** Смесь бромида калия и карбоната магния массой 70,0 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 5,6 л газа (в пересчёте на н.у.). Установите массовую долю бромида калия в исходной смеси. Ответ приведите в процентах, округлив его до целых. Знак процента указывать не нужно.

*Решение.*

Найдём количество выделившегося  $CO_2$ .  $5,6\text{л}/22,4\text{л/моль} = 0,25$  моль. Тогда карбоната также было 0,25 моль (по реакции  $MgCO_3 + 2 HCl = MgCl_2 + H_2O + CO_2$ ). Масса карбоната равна  $0,25\text{моль} \cdot 84\text{г/моль} = 21\text{г}$ , массовая доля карбоната в смеси =  $21\text{г}/70\text{г} \cdot 100\% = 30\%$ , тогда массовая доля бромида равна  $100\% - 30\% = 70\%$ .

Ответ: 70.

**7-2.** Смесь нитрата натрия и карбоната кальция массой 62,5 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 5,6 л газа (в пересчёте на н.у.). Установите массовую долю нитрата натрия в исходной смеси. Ответ приведите в процентах, округлив его до целых. Знак процента указывать не нужно.

*Решение.*

Найдём количество выделившегося  $CO_2$ .  $5,6\text{л}/22,4\text{л/моль} = 0,25$  моль. Тогда карбоната также было 0,25 моль (по реакции  $CaCO_3 + 2 HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$ ). Масса карбоната равна  $0,25\text{моль} \cdot 100\text{г/моль} = 25\text{г}$ , массовая доля карбоната в смеси =  $25\text{г}/62,5\text{г} \cdot 100\% = 40\%$ , тогда массовая доля нитрата равна  $100\% - 40\% = 60\%$ .

Ответ: 60.

**7-3.** Смесь иодида калия и карбоната стронция массой 61,5 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 5,6 л газа (в пересчёте на н.у.). Установите массовую долю иодида калия в исходной смеси. Ответ приведите в процентах, округлив его до целых. Знак процента указывать не нужно.

*Решение.*

Найдём количество выделившегося  $CO_2$ .  $5,6\text{л}/22,4\text{л/моль} = 0,25$  моль. Тогда карбоната также было 0,25 моль (по реакции  $SrCO_3 + 2 HCl = SrCl_2 + H_2O + CO_2$ ). Масса карбоната равна  $0,25\text{моль} \cdot 147,6\text{г/моль} = 36,9\text{г}$ , массовая доля карбоната в смеси =  $36,9\text{г}/61,5\text{г} \cdot 100\% = 60\%$ , тогда массовая доля иодида равна  $100\% - 60\% = 40\%$ .

Ответ: 40.

**7-4.** Смесь хлорида натрия и карбоната бария массой 54,8 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 5,6 л газа (в пересчёте на н.у.). Установите массовую долю хлорида натрия в исходной смеси. Ответ приведите в процентах, округлив его до целых. Знак процента указывать не нужно.

*Решение.*

Найдём количество выделившегося  $\text{CO}_2$ .  $5,6\text{л}/22,4\text{л/моль} = 0,25$  моль. Тогда карбоната также было 0,25 моль (по реакции  $\text{BaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ). Масса карбоната равна  $0,25\text{моль} * 197,3\text{г/моль} = 49,3\text{г}$ , массовая доля карбоната в смеси =  $49,3\text{г}/54,8\text{г} * 100\% = 90\%$ , тогда массовая доля хлорида равна  $100\% - 90\% = 10\%$ .

Ответ: 10.

**8-1.** Про некоторые два газа известно, что их смесь всегда легче воздуха и способна поддерживать горение. Укажите, для каких двух газов это верно?

- 1)  $\text{CO}$  и  $\text{Ar}$
- 2)  $\text{CO}$  и  $\text{N}_2$
- 3)  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$
- 4)  $\text{CH}_4$  и  $\text{C}_3\text{H}_8$

Ответ: 2.

*Решение.*

Молярные массы  $\text{CO}$  и  $\text{N}_2$  равны 28г/моль, следовательно, их смесь всегда легче воздуха (средняя молярная масса = 29г/моль). В этой смеси присутствует горючий  $\text{CO}$ , следовательно, смесь 2 способна поддерживать горение.

Смесь  $\text{CO}$  (28г/моль) и  $\text{Ar}$  (40г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его; смесь  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$  не способна поддерживать горение, т.к. оба газа не горят; смесь  $\text{CH}_4$  (16г/моль) и  $\text{C}_3\text{H}_8$  (44г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его.

Подходит только вариант 2.

**8-2.** Про некоторые два газа известно, что их смесь всегда тяжелее воздуха и способна поддерживать горение. Укажите, для каких двух газов это верно?

- 1)  $\text{CO}$  и  $\text{N}_2$
- 2)  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$
- 3)  $\text{C}_3\text{H}_8$  и  $\text{Ar}$
- 4)  $\text{CH}_4$  и  $\text{C}_3\text{H}_8$

Ответ: 3.

*Решение.*

Молярные массы  $\text{C}_3\text{H}_8$  и  $\text{Ar}$  равны 44 и 40г/моль, следовательно, их смесь всегда тяжелее воздуха (средняя молярная масса = 29г/моль). В этой смеси присутствует горючий  $\text{C}_3\text{H}_8$ , следовательно, смесь 3 способна поддерживать горение.

Смесь  $\text{CO}$  (28г/моль) и  $\text{N}_2$  (28г/моль) всегда легче воздуха; смесь  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  не способна поддерживать горение, т.к. оба газа не горят; смесь  $\text{CH}_4$  (16г/моль) и  $\text{C}_3\text{H}_8$  (44г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его.

Подходит только вариант 3.

**8-3.** Про некоторые два газа известно, что их смесь всегда тяжелее воздуха и способна поддерживать горение. Укажите, для каких двух газов это верно?

- 1) CO и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>
- 2) CO и N<sub>2</sub>
- 3) CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>
- 4) H<sub>2</sub>S и Ar

Ответ: 4.

*Решение.*

Молярные массы H<sub>2</sub>S и Ar равны 34 и 40г/моль, следовательно, их смесь всегда тяжелее воздуха (средняя молярная масса = 29г/моль). В этой смеси присутствует горючий H<sub>2</sub>S, следовательно, смесь 4 способна поддерживать горение.

Смесь CO (28г/моль) и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (44г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его; смесь CO (28г/моль) и N<sub>2</sub> (28г/моль) всегда легче воздуха; смесь CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> не способна поддерживать горение, т.к. оба газа не горят.

Подходит только вариант 4.

**8-4.** Про некоторые два газа известно, что их смесь всегда легче воздуха и способна поддерживать горение. Укажите, для каких двух газов это верно?

- 1) NH<sub>3</sub> и Ar
- 2) H<sub>2</sub>S и CO
- 3) CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>
- 4) CH<sub>4</sub> и He

Ответ: 4.

*Решение.*

Молярные массы CH<sub>4</sub> и He равны 16 и 4г/моль, следовательно, их смесь всегда легче воздуха (средняя молярная масса = 29г/моль). В этой смеси присутствует горючий CH<sub>4</sub>, следовательно, смесь 4 способна поддерживать горение.

Смесь NH<sub>3</sub> (17г/моль) и Ar (40г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его; смесь H<sub>2</sub>S (34г/моль) и CO (28г/моль) может быть как легче воздуха, так и тяжелее его; смесь CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> не способна поддерживать горение, т.к. оба газа не горят.

**9-1.** Выберите возможные варианты состава смеси из порошков двух металлов, компоненты которой можно разделить с помощью магнита, но нельзя путём растворения в соляной кислоте.

- 1) Медь и железо
- 2) Алюминий и железо
- 3) Медь и алюминий
- 4) Серебро и цинк
- 5) Железо и цинк

Ответ: 25.

*Решение.*

Из смесей Al + Fe и Fe + Zn железо можно выделить при помощи магнита, так как алюминий и цинк в отличие от железа не притягиваются к магниту. Однако в соляной кислоте растворятся оба металла в каждой из смесей. Таким образом, смеси 2 и 5 можно разделить при помощи магнита, но нельзя разделить с помощью соляной кислоты.

Смесь 1 можно разделить при помощи соляной кислоты (железо растворится, медь нет); смесь 3 можно разделить при помощи соляной кислоты (алюминий растворится, медь нет); смесь 4 можно разделить при помощи соляной кислоты (цинк растворится, серебро нет); следовательно, подходят только варианты 2 и 5.

**9-2.** Выберите возможные варианты состава смеси из порошков двух металлов, компоненты которой можно разделить и с помощью магнита, и путём растворения в соляной кислоте.

- 1) Медь и железо
- 2) Алюминий и железо
- 3) Медь и алюминий
- 4) Серебро и железо
- 5) Железо и цинк

Ответ: 14.

*Решение.*

Из смесей  $\text{Cu} + \text{Fe}$  и  $\text{Ag} + \text{Fe}$  железо можно выделить при помощи магнита, так как медь и серебро в отличие от железа не притягиваются к магниту. В соляной кислоте растворится железо, но не медь или серебро, следовательно, эти смеси можно также разделить при помощи соляной кислоты.

Смесь 2 нельзя разделить при помощи соляной кислоты (растворятся оба металла); смесь 3 нельзя разделить при помощи магнита (оба металла немагнитные); смесь 5 нельзя разделить при помощи соляной кислоты (растворятся оба металла); следовательно, подходят только варианты 1 и 4.

**9-3.** Выберите возможные варианты состава смеси из порошков двух металлов, компоненты которой нельзя разделить ни с помощью магнита, ни путём растворения в соляной кислоте.

- 1) Медь и железо
- 2) Алюминий и железо
- 3) Медь и серебро
- 4) Серебро и алюминий
- 5) Алюминий и цинк

Ответ: 35.

*Решение.*

В смесях  $\text{Cu} + \text{Ag}$  и  $\text{Al} + \text{Zn}$  оба металла являются немагнитными, поэтому их не разделить при помощи магнита. Эти смеси также нельзя разделить при помощи соляной кислоты, поскольку из смеси  $\text{Cu} + \text{Ag}$  не растворится ни один из металлов, а из смеси  $\text{Al} + \text{Zn}$  растворятся оба металла. Таким образом, смеси 3 и 5 нельзя разделить ни при помощи магнита, ни при помощи соляной кислоты.

Смесь 1 можно разделить при помощи соляной кислоты (железо растворится, медь нет); смесь 2 можно разделить при помощи магнита (железо притягивается к магниту, алюминий нет); смесь 4 можно разделить при помощи соляной кислоты (алюминий растворится, серебро нет); следовательно, подходят только варианты 3 и 5.

**9-4.** Выберите возможные варианты состава смеси из порошков двух металлов, компоненты которой можно разделить путём растворения в соляной кислоте, но нельзя с помощью магнита.

- 1) Медь и железо
- 2) Алюминий и железо
- 3) Медь и цинк

- 4) Серебро и алюминий
- 5) Железо и цинк

Ответ: 34.

*Решение.*

В смесях Cu + Zn и Ag + Al оба металла являются немагнитными, поэтому их не разделить при помощи магнита. Но в соляной кислоте растворятся цинк и алюминий, но не растворятся медь и серебро, следовательно, эти смеси можно разделить при помощи соляной кислоты.

Смесь 1 можно разделить при помощи магнита (железо притягивается к магниту, медь нет); смесь 2 нельзя разделить при помощи соляной кислоты (растворятся оба металла); смесь 5 нельзя разделить при помощи соляной кислоты (растворятся оба металла); следовательно, подходят только варианты 3 и 4.

**10-1.** 0,51 г гидроксида бария растворили в воде. Сколько граммов 1,21%-ного раствора соляной кислоты нужно прилить к получившемуся раствору, чтобы полностью нейтрализовать находящуюся в нём щёлочь? Ответ округлите до целых, единицы измерения указывать не надо.

*Решение.*

Найдём количество гидроксида бария:  $0,51\text{г}/171\text{г/моль} = 0,003\text{моль}$ . Для нейтрализации понадобится вдвое больше соляной кислоты (по уравнению  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2 \text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ) = 0,006 моль HCl. Тогда масса HCl равна  $0,006\text{моль} * 36,5\text{г/моль} = 0,219\text{г}$ , необходимая масса раствора равна  $0,219\text{г}/0,0121=18\text{г}$ .

Ответ: 18.

**10-2.** 1,02 г гидроксида бария растворили в воде. Сколько граммов 1,67%-ного раствора соляной кислоты нужно прилить к получившемуся раствору, чтобы полностью нейтрализовать находящуюся в нём щёлочь? Ответ округлите до целых, единицы измерения указывать не надо.

*Решение.*

Найдём количество гидроксида бария:  $1,02\text{г}/171\text{г/моль} = 0,006\text{моль}$ . Для нейтрализации понадобится вдвое больше соляной кислоты (по уравнению  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2 \text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ) = 0,012 моль HCl. Тогда масса HCl равна  $0,012\text{моль} * 36,5\text{г/моль} = 0,438\text{г}$ , необходимая масса раствора равна  $0,438\text{г}/0,0167=26\text{г}$ .

Ответ: 26.

**10-3.** 2,80 г гидроксида калия растворили в воде. Сколько граммов 5,7%-ного раствора серной кислоты нужно прилить к получившемуся раствору, чтобы полностью нейтрализовать находящуюся в нём щёлочь? Ответ округлите до целых, единицы измерения указывать не надо.

*Решение.*

Найдём количество гидроксида калия:  $2,8\text{г}/56\text{г/моль} = 0,05\text{моль}$ . Для нейтрализации понадобится вдвое меньше серной кислоты (по уравнению  $2 \text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ) = 0,025 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Тогда масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна  $0,025\text{моль} * 98\text{г/моль} = 2,45\text{г}$ , необходимая масса раствора равна  $2,45\text{г}/0,057=43\text{г}$ .

Ответ: 43.

**10-4.** 4,20 г гидроксида калия растворили в воде. Сколько граммов 9,2%-ного раствора серной кислоты нужно прилить к получившемуся раствору, чтобы полностью нейтрализовать находящуюся в нём щёлочь? Ответ округлите до целых, единицы измерения указывать не надо.

*Решение.*

Найдём количество гидроксида калия:  $4,2\text{г}/56\text{г/моль} = 0,075\text{моль}$ . Для нейтрализации понадобится вдвое меньше серной кислоты (по уравнению  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) = 0,0375 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Тогда масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна  $0,0375\text{моль} \cdot 98\text{г/моль} = 3,675\text{г}$ , необходимая масса раствора равна  $3,675\text{г}/0,092 = 40\text{г}$ .

Ответ: 40.