

**LXXIV Московская олимпиада школьников по химии**  
**Отборочный этап**  
**2017-2018 уч.год**  
**8 класс**

**Каждое задание – 10 баллов**  
**Всего за 10 заданий – 100 баллов**

**8-1-1**

При разделении какой смеси при помощи декантации можно получить два чистых сложных вещества?

1. железных опилок и песка
2. поваренной соли и спирта
3. сахара и воды
4. железных опилок и порошка серы

Ответ: 2

*Для разделения смесей метод декантации применяется в случае, если нужно разделить смесь жидкости и нерастворимого в ней твердого вещества, достаточно тяжелого для того, чтобы осесть на дно сосуда, в котором находится смесь. Таким условиям отвечает только смесь поваренной соли и спирта.*

**8-1-2**

Выберите утверждение(-я), в которых речь идет о химическом элементе, а не о простом веществе. В ответе приведите последовательность цифр, соответствующих правильному ответу, без разделительных знаков.

1. свечение лампы накаливания обеспечивается нагревом вольфрамовой нити
2. кислород имеет температуру кипения выше, чем азот
3. сплав железа с углеродом называется чугуном
4. круговорот углерода в природе обеспечивается в том числе дыханием

Ответ: 4

*В первых трех утверждениях речь идет о простых веществах, а не об элементах, так как описываются их конкретные свойства - свечение металлического вольфрама при нагревании, сравниваются температуры кипения газов, возможность существования металла и углерода в виде сплава. В четвертом утверждении речь идет об углероде как элементе, поскольку при круговороте углерод находится в виде различных соединений (необязательно простых веществ).*

**8-1-3**

Масса атома химического элемента X составляет примерно  $5,33 \cdot 10^{-26}$  кг. О каком химическом элементе идет речь? В ответе приведите символ X.

Ответ: S

*Масса 1 моля атомов данного элемента будет равна  $M = m \cdot N_a = 5,33 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,032 \text{ кг} = 32 \text{ г}$ , что соответствует сере (химический символ S)*

**8-1-4**

Мольная доля хрома в его оксиде составляет 25%. Приведите формулу этого оксида.

Ответ: CrO<sub>3</sub>

Поскольку оксид - бинарное соединение кислорода и другого элемента, если мольная доля хрома в нем - 25%, то мольная доля кислорода -  $100\% - 25\% = 75\%$ , и количества атомов хрома и кислорода в оксиде относятся как  $25/75 = 1/3$ , что соответствует простейшей формуле оксида -  $\text{CrO}_3$ .

### 8-1-5

Молекула гемоглобина – белка, обеспечивающего перенос кислорода – содержит в своем составе 4 атома железа. Сколько граммов железа содержится в 3,5 моль гемоглобина? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 784

Если в каждой молекуле содержится 4 атома железа, то в общее количество атомов железа в 3,5 моль вещества составляет  $\nu(\text{Fe}) = 3,5 \cdot 4 = 14$  моль, масса которых  $m(\text{Fe}) = \nu(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 14 \cdot 56 = 784$  г.

### 8-1-6

При полном разложении твердого вещества массой 30 г образовалось 27 г твердой смеси продуктов и выделился газ, занявший 2,10 л при нормальных условиях. Чему равна молярная масса выделившегося газа? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 32

По закону сохранения массы газ, получившийся при разложении вещества, имеет массу  $m = 30 - 27 = 3$  г. При нормальных условиях 2,10 л займет  $\nu = V/V_m = 2,10/22,4 = 0,09375$  моль. Зная массу и количество вещества, находим молярную массу:  $M = m/\nu = 3/0,09375 = 32$  г/моль.

### 8-1-7

Массовая доля растворенного вещества в насыщенном растворе хлорида калия при некоторой температуре составляет 30%. Сколько граммов хлорида калия необходимо растворить в 100 г воды при этой температуре, чтобы получить насыщенный раствор?

Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 43

Пусть для получения насыщенного раствора в 100 г чистой воды нужно растворить  $x$  г хлорида калия. Тогда массовую долю вещества в конечном растворе можно представить в виде  $x/(100+x)$ . Приравняв это выражение известной массовой доле насыщенного раствора, получим уравнение:  $\frac{x}{100+x} = 0,3$ , откуда  $x = 42,857$  г.

### 8-1-8

Первая газовая смесь состоит из 5 г водяных паров и 5 г водорода, вторая - из 5 г сероводорода и 5 г водяных паров. Выберите верное утверждение:

1. Больше атомов водорода содержится в первой смеси
2. Больше атомов водорода содержится во второй смеси
3. Число атомов водорода одинаково в обоих случаях
4. Невозможно определить без дополнительных справочных данных

Ответ: 1

*Смеси отличаются только одним из компонентов - в одной 5 г водорода, в другой - 5 г сероводорода. 5 г водорода содержат больше атомов водорода, чем 5 г сероводорода, поэтому и во всей первой смеси количество атомов водорода больше.*

### **8-1-9**

В сосуде при определенных условиях помещается 0,17 моль кислорода. Если этот сосуд при тех же условиях заполнить неизвестным газом, то масса сосуда оказывается на 5,1 г меньше, чем в случае, когда он заполнен кислородом. Чему равна молярная масса неизвестного газа? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 2

*По закону Авогадро, в одинаковых условиях в одном и том же сосуде содержится одинаковое количество газов, поэтому количество неизвестного газа в сосуде равно 0,17 моль. Тогда  $m(O_2) = 0,17 \cdot 32 = 5,44$  г,  $m(\text{газа}) = 5,44 - 5,1 = 0,34$  г, а его молярная масса составляет  $M = 0,34 / 0,17 = 2$  г/моль.*

### **8-1-10**

Органические вещества содержат в своем составе углерод, водород и - иногда - атомы других элементов. Массовая доля водорода в некотором органическом соединении, в состав которого входит 6 атомов водорода, составляет 20%. Какое максимальное число атомов кислорода может содержаться в молекуле этого вещества?

Ответ: 0

*Если в состав органической молекулы входит 6 атомов водорода, то в его состав входит не менее 2 атомов углерода, так как если атом углерода один, то молекуле не хватает валентных возможностей для связывания 6 атомов водорода (так как валентность углерода 4, кислорода - 2). Молярная масса органического соединения равна  $6 / 0,2 = 30$  г/моль. Если допустить, что молекула содержит 2 атома углерода, то в 1 моль вещества на них приходится  $2 \cdot 12 = 24$  г, что в сумме с атомами водорода (6г) дает ровно 30 г, что означает, что даже при минимальном содержании углерода атомов кислорода в молекуле содержаться не может.*

### 8-2-1

При разделении какой смеси при помощи флотации можно получить одно простое вещество?

1. песка и серы
2. поваренной соли и воды
3. йода и спирта
4. железных опилок и песка

Ответ: 1

*Флотацией можно разделить вещества, не смешивающиеся друг с другом и с водой, при этом одно из них должно быть легче воды. Только первая смесь удовлетворяет перечисленным условиям.*

### 8-2-2

Выберите утверждение(-я), в которых речь идет о простом веществе, а не о химическом элементе. В ответе приведите последовательность цифр, соответствующих правильному ответу, без разделительных знаков.

1. железо в составе гемоглобина обеспечивает связывание молекул кислорода
2. биологическая роль алюминия в живых организмах не известна
3. рутений назван в честь России
4. содержание азота в атмосфере составляет 78%

Ответ: 4

*В первых двух утверждениях речь идет об элементах, а не о простых веществах, так как названия подразумевают соединения этого элемента. В третьем утверждении название было дано именно химическому элементу, поскольку название простых веществ обычно дают в полном соответствии с названием химического элемента, а открытие элемента не обязательно связано с получением простого вещества. В четвертом утверждении речь идет о газообразном азоте в виде простого вещества.*

### 8-2-3

Масса атома химического элемента X составляет примерно  $5,15 \cdot 10^{-26}$  кг. О каком элементе идет речь? В ответе приведите символ элемента X.

Ответ: P

*Масса 1 моля атомов данного элемента будет равна  $M = m \cdot N_a = 5,15 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,032 \text{ кг} = 32 \text{ г}$ , что соответствует фосфору (химический символ P)*

### 8-2-4

Мольная доля осмия в его оксиде составляет 20%. Приведите формулу этого оксида.

Ответ: OsO<sub>4</sub>

*Поскольку оксид - бинарное соединение кислорода и другого элемента, если мольная доля осмия в нем - 20%, то мольная доля кислорода -  $100\% - 20\% = 80\%$ , и количества атомов осмия и кислорода в оксиде относятся как  $20/80 = 1/4$ , что соответствует простейшей формуле оксида - OsO<sub>4</sub>.*

### 8-2-5

Молекула аденозинтрифосфата – вещества, обеспечивающего энергией многие биохимические процессы – содержит в своем составе 3 атома фосфора. Сколько граммов

фосфора содержится в 1,5 моль аденозинтрифосфата? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 140

*Если в каждой молекуле содержится 3 атома фосфора, то в общее количество атомов фосфора в 1,5 моль вещества составляет  $\nu(P) = 1,5 \cdot 3 = 4,5$  моль, масса которых  $m(P) = \nu(P) \cdot M(P) = 4,5 \cdot 31 = 139,5$  г.*

### 8-2-6

При нагревании твердого вещества массой 30 г оно полностью разложилось с образованием 13 г твердого остатка и 9 л (при н.у.) смеси газов. Чему равна молярная масса полученной газовой смеси? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 42

*По закону сохранения массы газ, получившийся при разложении вещества, имеет массу  $m = 30 - 13 = 17$  г. При нормальных условиях 9 л займет  $\nu = V/V_m = 2,10/22,4 = 0,0402$  моль. Зная массу и количество вещества, находим молярную массу:  $M = m/\nu = 17/0,0402 = 42,3$  г/моль.*

### 8-2-7

Массовая доля растворенного вещества в насыщенном растворе иодида никеля (II) при некоторой температуре составляет 60%. Сколько граммов иодида никеля (II) необходимо растворить в 100 г воды при этой температуре, чтобы получить насыщенный раствор? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 150

*Пусть для получения насыщенного раствора в 100 г чистой воды нужно растворить  $x$  г хлорида калия. Тогда массовую долю вещества в конечном растворе можно представить в виде  $x/(100+x)$ . Приравняв это выражение известной массовой доле насыщенного раствора, получим уравнение:  $\frac{x}{100+x} = 0,6$ , откуда  $x = 50$  г.*

### 8-2-8

Первая газовая смесь состоит из 5 моль водяных паров и 5 моль водорода, вторая - из 5 моль сероводорода и 5 моль водяных паров. Выберите верное утверждение:

1. Больше атомов водорода содержится в первой смеси
2. Больше атомов водорода содержится во второй смеси
3. Число атомов водорода одинаково в обоих случаях
4. Невозможно определить без дополнительных справочных данных

Ответ: 3

*Смеси отличаются только одним из компонентов - в одной смеси 5 моль водорода, в другой - 5 моль сероводорода. 5 моль водорода содержат такое же количество атомов водорода, что и 5 моль сероводорода (в обоих случаях это 10 моль), поэтому количества атомов водорода равны в обоих смесях.*

### 8-2-9

В сосуде при определенных условиях помещается 0,125 моль кислорода. Если этот сосуд при тех же условиях заполнить неизвестным газом, то масса сосуда оказывается на 2 г

больше, чем в случае, когда он заполнен кислородом. Чему равна молярная масса неизвестного газа? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 48

*По закону Авогадро, в одинаковых условиях в одном и том же сосуде содержится одинаковое количество газов, поэтому количество неизвестного газа в сосуде равно 0,125 моль. Тогда  $m(O_2) = 0,125 \cdot 32 = 4$  г,  $m(\text{газа}) = 4 + 2 = 6$  г, а его молярная масса составляет  $M = 6/0,125 = 48$  г/моль.*

### 8-2-10

Органические вещества содержат в своем составе углерод, водород и - иногда - атомы других элементов. Массовая доля водорода в некотором органическом соединении, в состав которого входит 2 атома водорода, составляет 4,35%. Какое максимальное число атомов кислорода может содержаться в молекуле этого вещества?

Ответ: 2

*Рассчитаем молярную массу вещества:  $M = 2 \cdot M(H) / \omega(H) = 2 \cdot 1 / 0,0435 = 46$  г/моль. Массовая доля кислорода в данном соединении будет максимальна, если в нем содержится 1 атом углерода, тогда масса атомов кислорода в 1 моль этого вещества будет равна  $m(O) = 46 - 2 - 12 = 32$  г, что соответствует 2 моль атомов кислорода.*

### 8-3-1

При разделении какой смеси при помощи дистилляции можно получить два чистых сложных вещества?

1. железных опилок и порошка серы
2. поваренной соли и сахара
3. воды и спирта
4. песка и сахара

Ответ: 3

*Для разделения смесей метод дистилляции применяется в случае, если нужно разделить смесь двух жидкостей, смешивающихся друг с другом. Таким условиям отвечает только смесь воды и спирта.*

### 8-3-2

Выберите утверждение(-я), в которых речь идет о простом веществе, а не элементе. В ответе приведите последовательность цифр, соответствующих правильному ответу, без разделительных знаков.

1. кислород образует два простых вещества
2. содержание натрия в земной коре составляет примерно 2,5%
3. сплавы ртути с другими металлами называются амальгамы
4. в состав молекулы хлорофилла входит магний

Ответ: 3

*Простые вещества образуются из элементов, поэтому в первом утверждении речь идет об элементе. Натрий не может содержаться в земной коре в виде простого вещества, поэтому имеется в виду его содержание как элемента. Ртуть - металл, сплавляемый с другими металлами, поэтому здесь имеется в виду простое вещество ртуть. Магний как простое вещество не может входить в состав сложного вещества - хлорофилла. Сложные вещества состоят из элементов, поэтому магний здесь - один из них.*

### 8-3-3

Масса атома элемента X составляет примерно  $4,66 \cdot 10^{-26}$  кг. О каком элементе идет речь? В ответе приведите символ X.

Ответ: Si

*Масса 1 моля атомов данного элемента будет равна  $M = m/N_a = 4,66 \cdot 10^{-26} \text{ кг} / 6,02 \cdot 10^{-23} = 0,028 \text{ кг} = 28 \text{ г}$ , что соответствует кремнию (химический символ Si)*

### 8-3-4

Мольная доля железа в его оксиде составляет 40%. Приведите формулу этого оксида.

Ответ:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

*Поскольку оксид - бинарное соединение кислорода и другого элемента, если мольная доля хрома в нем - 40%, то мольная доля кислорода -  $100\% - 40\% = 60\%$ , и количества атомов хрома и кислорода в оксиде относятся как  $40/60 = 2/3$ , что соответствует простейшей формуле оксида -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .*

### 8-3-5

Молекула дезоксирибозы – компонента ДНК – содержит в своем составе 4 атома кислорода. Сколько граммов кислорода содержится в 5,5 моль дезоксирибозы? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 352

Если в каждой молекуле содержится 4 атома кислорода, то в общее количество атомов кислорода в 5,5 моль вещества составляет  $\nu(O) = 5,5 \cdot 4 = 22$  моль, масса которых  $m(O) = \nu(O) \cdot M(O) = 22 \cdot 16 = 352$  г.

### 8-3-6

При полном разложении твердого вещества массой 50 г образовалось 28 г твердой смеси продуктов и выделился газ, занявший 11,2 л при нормальных условиях. Чему равна молярная масса выделившегося газа? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 44

По закону сохранения массы газ, получившийся при разложении вещества, имеет массу  $m = 50 - 28 = 22$  г. При нормальных условиях 11,2 л займет  $\nu = V/V_m = 11,2/22,4 = 0,5$  моль. Зная массу и количество вещества, находим молярную массу:  $M = m/\nu = 22/0,5 = 44$  г/моль.

### 8-3-7

Массовая доля растворенного вещества в насыщенном растворе хлорида кобальта (II) при некоторой температуре составляет 40%. Сколько граммов хлорида кобальта (II) необходимо растворить в 100 г воды при этой температуре, чтобы получить насыщенный раствор? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 67

Пусть для получения насыщенного раствора в 100 г чистой воды нужно растворить  $x$  г хлорида калия. Тогда массовую долю вещества в конечном растворе можно представить в виде  $x/(100+x)$ . Приравняв это выражение известной массовой доле

насыщенного раствора, получим уравнение:  $\frac{x}{100+x} = 0,4$ , откуда  $x = 66,66$  г.

### 8-3-8

Первая газовая смесь состоит из 5 л водяных паров и 5 л водорода, вторая - из 5 л сероводорода и 5 л водяных паров. Выберите верное утверждение:

1. Больше атомов водорода содержится в первой смеси
2. Больше атомов водорода содержится во второй смеси
3. Число атомов водорода одинаково в обоих случаях
4. Невозможно определить без дополнительных справочных данных

Ответ: 3

Смеси отличаются только одним из компонентов - в одной смеси 5 л водорода, в другой - 5 л сероводорода. По закону Авогадро количества веществ водорода и сероводорода равны, а поскольку на одну молекулу в обоих случаях приходится по 2 атома водорода, поэтому количества атомов водорода равны в обоих смесях.

### 8-3-9

В сосуде при определенных условиях помещается 0,17 моль кислорода. Если этот сосуд при тех же условиях заполнить неизвестным газом, то масса сосуда оказывается на 2 г больше, чем в случае, когда он заполнен кислородом. Чему равна молярная масса неизвестного газа? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 44

По закону Авогадро, в одинаковых условиях в одном и том же сосуде содержится одинаковое количество газов, поэтому количество неизвестного газа в сосуде равно 0,17 моль. Тогда  $m(O_2) = 0,17 \cdot 32 = 5,44$  г,  $m(\text{газа}) = 5,44 + 2 = 7,44$  г, а его молярная масса составляет  $M = 7,44/0,17 = 43,76$  г/моль.

### 8-1-10

Органические вещества содержат в своем составе углерод, водород и - иногда - атомы других элементов. Массовая доля водорода в некотором органическом соединении, в состав которого входит 4 атома водорода, составляет 12,5%. Какое максимальное число атомов кислорода может содержаться в молекуле этого вещества?

Ответ: 1

*Рассчитаем молярную массу вещества:  $M = 4 \cdot M(\text{H}) / \omega(\text{H}) = 4 \cdot 1 / 0,0125 = 32 \text{ г/моль}$ . Массовая доля кислорода в данном соединении будет максимальна, если в нем содержится 1 атом углерода, тогда масса атомов кислорода в 1 моль этого вещества будет равна  $m(\text{O}) = 32 - 2 - 12 = 16 \text{ г}$ , что соответствует 1 моль атомов кислорода.*