



# Задачник по химии «Растворы»

# Предисловие.



- **Химия** – удивительная, интересная, очень сложная и важная наука. Освоение химии практически невозможно без решения различных задач, а чтобы в них разобраться надо много и упорно трудиться.
- Большая часть химических задач – это расчетные задачи различных типов. Один из них – это вычисления, связанные с использованием количественных характеристик растворов, или концентраций.
- Растворы имеют огромное значение. Мы пользуемся растворами различных веществ, порой не задумываясь над тем, что находится у нас в руках. Научиться проводить простейшие расчеты по данной теме должен научиться каждый. В задачнике собраны различные задачи по данной теме, от простейших задач для восьмиклассников до задач для выпускников и учащихся, сдающих ЕГЭ по химии. Такие задачи можно решать по-разному. Предлагаемый метод условно называемый «методом стаканчиков». Математический аппарат таких задач несложен. Надеюсь, что этот задачник вам поможет успешно справиться с задачами этого типа.

**Желаю успехов!**

## Как пользоваться задачником

Задачник снабжён гиперссылками (подчёркнутые слова) и управляющими кнопками для более простого пользования словарём.



*- Вернуться в оглавление*



*- Смотреть дальше или вернуть назад*

# Оглавление



Глава 1. Теория, величины, единицы измерения, расчетные формулы

**Глава 2. Способы выражения состава раствора. Задачи без химических взаимодействий**

- Массовая доля растворенного веществ
- Молярная концентрация

Глава 3. Действия с растворами

Глава 4. Растворимость

Глава 5. Кристаллогидраты

Глава 6. Задачи на тему растворы из ЕГЭ 2012

Ответы



# Глава 1. Теория



Раствор состоит из растворенного вещества и растворителя. Любой раствор имеет массу ( $m_{\text{раствора}}$ ), которая складывается из массы растворителя ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (водные растворы наиболее распространены) и массы растворенного вещества:

$$m_{\text{раствора}} = m_{\text{растворителя}} + m_{\text{вещества}}$$

Любой раствор занимает определенный **объём (V)**, который легко измерить с помощью мерной посуды.

Для решения задач применяются формулы:

$$\rho = \frac{m_{\text{раствора}}}{V_{\text{раствора}}}$$

где  $\rho$  – плотность раствора, г/мл;

$m$  – масса раствора, г;

$V$  – объём раствора, мл



# Глава 1. Величины

Способ выражения концентрации раствора несколько:

1. **Массовая доля растворенного вещества ( $\omega$ )** показывает, какая масса вещества растворена в 100 г раствора и вычисляется по формуле

$$\omega \% = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100\%$$

где  $\omega$  % - массовая доля, в % или долях от  
 $m$  - масса, г

Из этой формулы можно получить другие расчетные формулы:

$$m_{\text{вещества}} = \omega * m_{\text{раствора}};$$

$$m_{\text{раствора}} = \frac{m_{\text{вещества}}}{\omega}$$

Массу раствора можно выразить и через объём раствора и его плотность

$$m_{\text{вещества}} = V * \rho * \omega_{\text{растворенного вещества}}$$



# Глава 1. Величины

2. Молярная концентрация растворенного вещества (или молярность)  $C_M$  - это отношение количества растворенного вещества ( $n$ , моль р.в)растворено .  
Рассчитывается по формуле:

$$C_M = \frac{n}{V}, \text{ где } C_M - \text{молярная концентрация, моль/л;}$$

$n$  – количество вещества, моль;  
 $V$  - объём, л

или  $C_M$  - число моль растворенного вещества, содержащееся в 1л раствора.

Так как  $n = \frac{m}{M}$ , то  $C_M = \frac{m}{M * V}$

Единица молярной концентрации – моль/л, обозначают буквой М,  
которая ставится после числа. 1М – в 1 л один моль растворенного вещества



## Глава 2. Массовая доля растворенного вещества.

### Задача №1.

В 100 г воды растворили 5 г сахара. Вычислите массовую долю (%) сахара в растворе?

### Задача №2.

1 кг раствора соли содержит 0,075 кг соли. Какова массовая доля (в %) соли в данном растворе.

### Задача №3.

Выпарили 50 г раствора, при этом получили 5 г хлорида натрия. Вычислите массовую долю соли в растворе.

### Задача №4.

Вычислите массу соли и воды, необходимые для приготовления 0,5 кг 20% раствора соли.





## Глава 2. Молярная концентрация растворов

Задача №1.

В растворе объемом 700 мл содержится хлорид магния массой 9,5 г. Определите молярную концентрацию растворенного вещества.

Дано:

$$V = 700 \text{ мл}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = 9,5 \text{ г}$$

Решение:

$$M(\text{MgCl}_2) = 24 + 35,5 \cdot 2 = 95 \text{ г/моль}$$

$$m \quad 9,5$$

$$C_m = \frac{m}{M V} = \frac{9,5}{95 \cdot 0,7} = 0,143 \text{ моль/л), или } 0,143 \text{ М}$$

Ответ:  $C_m(\text{MgCl}_2) = 0,143 \text{ моль/л), или } 0,143 \text{ М}$



## Глава 2. Молярная концентрация растворов.

Задача №2.

Вычислите молярную концентрацию азотной кислоты, если в растворе объёмом 2л содержится 12,6 г вещества.

Задача №3.

Вычислите молярную концентрацию нитрата меди (II) массой 22,27 г в растворе объёмом 740 мл.

Задача №4.

Определите массу растворенного вещества, содержащегося в растворе объёмом 500 мл с молярной концентрацией KOH 0,1 моль/л.

Задача №5.

Определите массу растворенного вещества, содержащегося в растворе объёмом 200мл с концентрацией  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,025 моль/л.



## Глава 3. Действия с растворами

Наиболее простым способом решения таких задач является метод, условно называемый «методом стаканчиков».

Изображаем три стаканчика. Два первых – исходные вещества, а третий – полученный раствор. В каждом из стаканчиков записываем массовую долю растворенного вещества (над стаканчиком) и массы компонентов (под стаканчиком). Массовую долю выражаем в долях от 1. Помня, что 1% - это сотая часть вещества. В любом из шести положений может быть неизвестная величина (x). Получается простейшее алгебраическое уравнение.

$$\begin{array}{l} \omega(\text{в-ва}) \\ m(\text{объекта}) \end{array} \quad \begin{array}{ccc} \omega_1 & \omega_2 & \omega_3 \\ | \text{---} | & + & | \text{---} | = | \text{---} | \\ m_1 & m_2 & m_3 \end{array}$$

Верно равенство:  $\omega_1 * m_1 + \omega_2 * m_2 = \omega_3 * m_3$



# Глава 3. Действия с растворами

1

Разбавление  
е  
растворов



2

Концентрирование  
растворов



3

Смешивание  
двух и более  
растворов



## Глава 3. Задачи, связанные с разбавлением растворов.

### Задача №1.

К 120 граммам 15% раствора соли добавили 80 г воды. Вычислите массовую долю соли в полученном растворе.

**Решение:**

Составляем схему приготовления раствора.

$$\begin{array}{ccccccc} 0,15 & & 0 & & x & & \\ | \text{---} | & + & | \text{---} | & = & | \text{---} | & & \\ & & 120 & & 80 & & 200 \end{array}$$

Составляем уравнение и решаем его относительно  $x$

$$120 * 0,15 + 0 * 80 = 200x$$

$$18 + 0 = 200x$$

$$x = 0,09 \text{ или } 9\%$$



## Глава 3. Задачи, связанные с разбавлением растворов.

### Задача №2.

К 80 граммам раствора соли прибавили 40 граммов воды. Вычислите массовую долю соли в исходном растворе, если после разбавления, она стала равной 18%.

### Задача №3.

Воду массой 50 г добавили к 200 г 15% раствора серной кислоты. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе?

### Задача №4.

Определите массу воды, которую нужно добавить к 200 г раствора с массовой долей 15 % Чтобы получить раствора с массовой долей 8%?

### Задача №5.

К 220 г серной кислоты с массовой долей 95% добавили 120 г воды. Какова массовая доля кислоты в полученном растворе?



## Глава 3. Задачи, связанные со смешиванием растворов.

### Задача №1.

Смешали 200 граммов раствора с массовой долей соли 0,1 и 20 граммов этого же раствора с массовой долей соли 0,3. Вычислите массовую долю растворенного вещества во вновь полученном растворе?

### Решение:

Составляем схему приготовления раствора.

$$\begin{array}{ccc} 0,1 & 0,3 & X \\ | \text{---} | & + | \text{---} | & = | \text{---} | \\ 200 & 20 & 230 \end{array}$$

Составляем уравнение и решаем его относительно  $X$

$$200 * 0,1 + 20 * 0,3 = 230x$$

$$20 + 6 = 230x$$

$$x = 0,11 \text{ или } 11\%$$



## Глава 3. Задачи, связанные со смешиванием растворов

### Задача №2.

Определите массовую долю азотной кислоты полученной смешиванием 20 граммов 96% раствора азотной кислоты и 15 граммов 48% раствора этой же кислоты?

### Задача №3.

К 780 мл 20% раствора едкого натра (плотность 1,125 г/мл) прибавили 140 мл 10% раствора едкого натра (плотность 1,115 г/мл). Определите массовую долю едкого натра в полученном растворе.

### Задача №4.

В каких массовых соотношениях нужно смешать 20% и 80% раствор серной кислоты, чтобы получить 40% раствор?

### Задача №5.

Смешали 300 г раствора хлорида натрия с массовой долей 20% и 500 г его же соединения с массовой долей 40%. Вычислите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.





## Глава 3. Задачи, связанные с концентрированием раствора

### Задача №1.

Из 400 граммов 20% раствора соли упариванием удалили 100 граммов воды. Чему стала равна массовая доля соли в полученном растворе?

### Решение:

Составляем схему приготовления раствора.

$$\begin{array}{r} 0,2 \\ | \text{---} | \\ 400 \end{array} - \begin{array}{r} 0 \\ | \text{---} | \\ 100 \end{array} = \begin{array}{r} X \\ | \text{---} | \\ 300 \end{array}$$

Составляем уравнение и решаем его относительно  $X$

$$400 * 0,2 - 100 * 0 = 300x$$

$$80 = 300x$$

$$x = 0,266 \text{ или } 26,6\%$$



## Глава 3. Задачи, связанные с концентрированием раствора

### Задача №2.

К 200 граммам 4% раствора соды добавили еще 5 г вещества. Определите массовую долю вещества в полученном растворе.

Дано:

Решение:

$$m(\text{р-ра}) = 200\text{г}$$

$$\omega_1 = 4\% = 0,04$$

$$m \text{ добав. в-ва} = 5\text{г}$$

Составляем схему приготовления раствора.

Найти  $\omega_2$  -?

$$\begin{array}{ccc} 0,04 & 1 & X \\ | \text{---} | & + & | \text{---} | = | \text{---} | \\ 200 & 5 & 205 \end{array}$$

Составляем уравнение и решаем его относительно X

$$200 * 0.04 + 5 * 1 = 205X$$

$$8 + 5 = 205x$$

$$X = 0,634 \text{ или } 6,34\%$$



## Глава 3. Задачи, связанные с концентрированием раствора

### Задача №3.

500 г раствора с массовой долей соли 10% упаривали до тех пор, пока массовая доля соли не стала равной 14%. Определите массу выпаренной при этом воды.

### Задача №4.

Из 2% раствора хлорида натрия выпарили 50 г воды и получили 5% раствор. Вычислите массу исходного раствора.

### Задача №5.

К 200 граммам 4% раствора соды добавили еще 5 г вещества. Определите массовую долю вещества в полученном растворе.

### Задача №6.

К 100 граммам 30% раствора сахарозы добавили 10 г вещества. Какова массовая доля сахарозы в полученном растворе.



## Глава 4. Растворимость

Растворимость (или коэффициент растворимости).

**Растворимостью** называют способность вещества растворяться в том или ином растворителе. Количественно растворимость веществ определяют коэффициентом растворимости или просто растворимость веществ.

Мерой растворимости считают массу вещества (г), которая при данных условиях растворяется в 100г растворителя с образованием насыщенного раствора.

Насыщенный раствор – это раствор, который находится в динамическом равновесии с избытком растворенного вещества



# Глава 4. Растворимость.

## Задача №1.

Растворимость бертолетовой соли в 100 г воды при 50° С равна 20 г. Определите массу этого вещества, которую можно растворить в 500 г воды при той же температуре.

Дано:

$$\begin{aligned}m_{\text{вещества} \setminus 100 \text{ г воды}} &= 20 \text{ г} \\ m_{\text{H}_2\text{O}} &= 500 \text{ г} \\ m_{\text{вещества}} &= ?\end{aligned}$$

Решение:

Зная определение растворимости, составляем и решаем пропорцию

$$\begin{aligned}m_{\text{вещества} \setminus 100 \text{ г воды}} \setminus 100 &= m_{\text{раствора}} \setminus m_{\text{H}_2\text{O}} \\ 20 \setminus 100 &= m_{\text{вещества}} \setminus 500 \\ m_{\text{вещества}} &= 100 \text{ г}\end{aligned}$$

Ответ: в 500 г воды может раствориться 100 г бертолетовой соли при 50° С.



## Глава 4. Растворимость.

### Задача №2.

В 300 г насыщенного при  $60^{\circ}\text{C}$  водного раствора содержится 157,01 г калийной селитры  $\text{KNO}_3$ . Чему равна растворимость калийной селитры при  $60^{\circ}$ .

### Задача №3.

Растворимость хлорида аммония в 100 г воды при  $90^{\circ}\text{C}$  равна 70 г. Определите массу этого вещества, которую можно растворить в 500 г воды при той же температуре.

### Задача №4.

В 250 г раствора калийной селитры при  $30^{\circ}\text{C}$  содержится 83,3 г соли. Чему равна растворимость калийной селитры при  $30^{\circ}\text{C}$ .

### Задача №5

Растворимость нитрата калия в 100 г воды при  $60^{\circ}\text{C}$  равна 110 г. Определите массу этого вещества, которую можно растворить в 300 г воды при той же температуре.



## Глава 5. Кристаллогидраты.

**Кристаллогидраты** – это тоже растворы, где можно рассчитать массовую долю растворенного вещества.

**ZnSO<sub>4</sub>\* 7H<sub>2</sub>O** – кристаллогидрат,

$$\text{его } M(\text{ZnSO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}) = 65 + 32 + 16 * 4 + 7(1 * 2 + 16) = 161 + 126 = 287 \text{ г\моль}$$

$$\omega (\text{ZnSO}_4 \text{ в кристаллогидрате } \text{ZnSO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{161}{287} = 0,56 \text{ или } 56\%$$

**CuSO<sub>4</sub>\* 5H<sub>2</sub>O** – медный купорос, кристаллогидрат:

$$M (\text{CuSO}_4 * 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 16 * 4 + 5(1 * 2 + 16) = 160 + 90 = 250 \text{ г\моль}$$

$$\omega (\text{CuSO}_4 \text{ в кристаллогидрате } \text{CuSO}_4 * 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{160}{250} = 0,64 \text{ или } 64\%$$

Задачи на кристаллогидраты то же можно решать, используя «метод стаканчиков».



## Глава 5. Кристаллогидраты.

### Задача №1.

В какой массе воды нужно растворить 125 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 8% раствор сульфата меди (II)?  
Решение.

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 90 = 250 \text{ г\моль}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4 \text{ в кристаллогидрате } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{160}{250} = 0,64 \text{ или } 64\%$$

Составляем схему приготовления раствора.

$$\begin{array}{c} 0,64 \\ | - | \\ 125 \end{array} + \begin{array}{c} 0 \\ | - | \\ x \end{array} = \begin{array}{c} 0,08 \\ | - | \\ 125+x \end{array}$$

Составляем уравнение и решаем его относительно  $x$ ;

$$125 * 0,64 + 0 = (125 + x) 0,08$$

$$x = 875 - \text{это масса воды}$$





## Глава 5. Кристаллогидраты.

Задача №2.

Сколько граммов кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необходимо добавить к 100 мл 8% раствора сульфата натрия (плотность 1,07г/мл), чтобы удвоить массовую долю вещества в растворе? (30,57)

Задача №3.

К 300 г 16% раствора бромида натрия добавили 27,8 г кристаллогидрата этой соли. При этом массовая доля бромида натрия в растворе возросла до 20,93%. Установите формулу кристаллогидрата.

( $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Задача №4.

Кристаллогидрат нитрата меди (содержит три молекулы кристаллизационной воды) массой 2,42 г растворили в 150 г 8% раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Рассчитайте массовую долю нитрата меди в получившемся растворе? (9,1%)

Задача №4.

Рассчитайте массовую долю кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  взятую для приготовления 500 мл 0,04 М раствора. (5,04)



# Задачи на тему растворы из ЕГЭ 2012

## Задача №1.

1. Определите массу воды, которую надо добавить к 20 г раствора уксусной кислоты с массовой долей 70% для получения раствора уксусной кислоты с массовой долей 5%.

## Задача №2.

2. К 20 г раствора нитрата меди с массовой долей 5% добавили 5 г этой же соли и 5 г воды. Массовая доля соли в полученном растворе равна ?

## Задача №3.

3. К 220 г раствора серной кислоты с массовой долей 95% добавили 120 г воды. Массовая доля кислоты в полученном растворе равна в %?

## Задача №4.

При добавлении 50 мл 60% - ной серной кислоты (плотность 1,6 г/мл) к 260 г 20% - ной серной кислоты получили раствор с массовой долей в %?



# Задачи на тему растворы из ЕГЭ 2012

Задача №5.

Если 1 кг 10% раствора хлорида калия смешать с 3 кг 15% раствора той же соли, то получится раствор с массовой долей  $KCl$ , равной в %?  
(13,8)

Задача №6.

Какова массовая доля  $CuSO_4$  в растворе, полученном при растворении 70 г медного купороса  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  в 430 мл воды? (8,96)

Задача №7.

Какую массу воды следует растворить в 250 г железного купороса  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . Чтобы приготовить 20% раствор сульфата железа (II). (437,5)

Задача №8

При охлаждении 350 г 25% сульфата меди (II) с  $90^\circ C$  до  $20^\circ C$  в осадок выпало 100 г медного купороса  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Какова массовая доля соли в полученном растворе? (9,4)

