



*ВОДА – РАСТВОРИТЕЛЬ. РАСТВОРЫ.  
КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРОВ. МАССОВАЯ  
ДОЛЯ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА.*



Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука не мыслима без меры. ( Д.И.Менделеев)

# Растворение – это физико-химический процесс

## Растворение

Физический процесс –  
результат диффузии веществ



Химический процесс –  
взаимодействие вещества с  
водой и образование гидратов



# СМЕСИ

Растворы  
однородны  
е

Взвеси  
неоднородн  
ые

Суспензии  
и

Твёрдое  
в жидком

Эмульсии

Жидкое в  
жидком



<b>Раствор</b>	Однородная смесь, состоящая из молекул растворителя и растворённого вещества, между которыми происходят физические и химические взаимодействия.
<b>Растворенное вещество</b>	Компонент раствора, который присутствует в меньшем или незначительном количестве; компонент растворяется в растворителе.
<b>Растворитель</b>	Жидкое, твёрдое или газообразное вещество, способное растворять другие твёрдые, жидкие или газообразные вещества.
<b>Концентрация раствора</b>	Величина, характеризующая количественный состав раствора.



# Растворимость веществ.

Хлорид  
кальция  $\text{CaCl}_2$



хорошо растворимые  
(в 100г  $\text{H}_2\text{O}$   
больше 1г вещества)

Гидроксид  
кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$



малорастворимые  
(в 100г  $\text{H}_2\text{O}$   
меньше 1г вещества)

Карбонат  
кальция  $\text{CaCO}_3$



нерастворимые  
(в 100г  $\text{H}_2\text{O}$   
меньше 0,01г вещества)

**Вещества**

*РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ В 100 г ВОДЫ ПРИ 20 °С*

Хорошо растворимые		
Сульфат меди	$\text{CuSO}_4$	22,2
Нитрат калия	$\text{KNO}_3$	31,6
Иодид натрия	$\text{NaI}$	179,10

Малорастворимые		
Сульфат серебра	$\text{Ag}_2\text{SO}_4$	0,79
Сульфат кальция	$\text{CaSO}_4$	0,20
Иодид свинца	$\text{PbI}_2$	0,07

Практически нерастворимые		
Бромид серебра	$\text{AgBr}$	0,0037
Хлорид серебра	$\text{AgCl}$	0,00009
Иодид серебра	$\text{AgI}$	0,000003

# ТАБЛИЦА РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

Анионы	Катионы																		
	H <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	Н	Н	Н
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	М	Р
Br <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	М	Р
I <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	-	Р	Р	Р	Н	Н	Р	Н	М
S <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	М	М	-	-	М	-	Н	-	М	Н	Н	-	Н	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	-	Р	Н	Р
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Р	Р	Р	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	-	Н	Н	-
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Н	Р	Р	-	Н	Н	Н	-	-	Н	-	-	Н	Н	-	-	-	Н	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-

Р – растворяются; 
 М – мало растворяются; 
 Н – не растворяются; 
 - – в водной среде разлагаются

По отношению к растворам часто употребляют термины «концентрированный» и «разбавленный».

**Концентрированный раствор** – если раствор содержит большое количество растворенного вещества.

**Разбавленный раствор** – раствор с небольшим содержанием растворенного вещества.

*Эти понятия относительны, например 25%-ный раствор  $HCl$  – концентрированный, а 25%-ный раствор  $H_2SO_4$  – разбавленный*





# Классификация растворов по содержанию растворенного вещества

**Ненасыщенный раствор:** при данной температуре находится меньше растворимого вещества, чем в его насыщенном растворе



**Насыщенный раствор:** при данной температуре вещество больше не растворяется



**Пересыщенный раствор:** в растворенном состоянии больше вещества, чем его в насыщенном растворе



# Растворимость

**Коэффициент растворимости** – это масса вещества (г), способная раствориться в одном литре растворителя (л)

$$K_p = \frac{m_{в} - v_{а}(г)}{V_p - л_{я}(л)}$$

*Например, растворимость  $\text{NaNO}_3$  равна 80,5 г/л при  $10^{\circ}\text{C}$ . Это означает, что при данной температуре в одном литре воды может раствориться 80,5 г. нитрата натрия.*



# Растворимос

Решите задачу.

Лаборант приготовил при  $20^{\circ}\text{C}$  2 раствора: 5 литров раствора хлорида меди (II) - (голубой раствор) и 3 литра раствора хлорида железа (III) - (желтый раствор). Для приготовления растворов он взял 2,8 кг.  $\text{FeCl}_3$  и 3,2 кг.  $\text{CuCl}_2$ . Какой из растворов у него получился насыщенным, а какой - нет? При  $20^{\circ}\text{C}$  растворимость  $\text{CuCl}_2$  равна 730 г/л, растворимость  $\text{FeCl}_3$  равна 920 г/л

Решение.

Растворимость  $\text{CuCl}_2$  равна 730 г/л, следовательно, для приготовления 5 литров насыщенного раствора ему нужно  $730 \cdot 5 = 3650$  г, он взял 3,2 кг = 3200 г. Значит, раствор ненасыщенный.

Растворимость  $\text{FeCl}_3$  равна 920 г/л следовательно, для приготовления 3 литров насыщенного раствора ему нужно  $920 \cdot 3 = 2760$  г, он взял 2,8 кг = 2800 г. Значит, раствор перенасыщенный.



# Массовая доля растворенного

вещества  $\omega$  (омега) – отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора.

Массовую долю выражают в долях от единицы или в процентах.

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

$$\omega \% \text{ (в-ва)} = \frac{m \text{ (в-ва)}}{m \text{ (р-ра)}} \cdot 100 \%$$

$\omega$  – массовая доля растворенного вещества;

$m_{\text{в-ва}}$  – масса растворённого вещества;

$m_{\text{р-ра}}$  – масса раствора.



$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р.в.}} + m \text{ (H}_2\text{O)}$$

Массовую долю (процентную концентрацию) обычно выражают в долях от единицы или в процентах.

Например, массовая доля растворённого вещества –  $\text{CaCl}_2$  в воде равна 0,1 или 10 %:

$$w_{\text{CaCl}_2} = 0,1 \text{ (10\%)}$$

Это означает, что в растворе хлорида кальция

массой 100 г содержится хлорид кальция массой 10 г и вода массой 90 г

Что означает 20%-ый раствор?

• что в растворе массой 100 г содержится 20 г в-ва и 80 г растворителя

• работы сердца,

• что означает 6%-ый раствор?

• что в растворе массой 100 г содержится 6 г в-ва и 94 г растворителя

Найди ошибку:

*15 % р-р – это 10 г р.в-ва и 90 г р-ля*

*25 % р-р – это 25 г р.в-ва и 75 г р-ля*

*30 % р-р – это 35 г р.в-ва и 65 г р-ля*

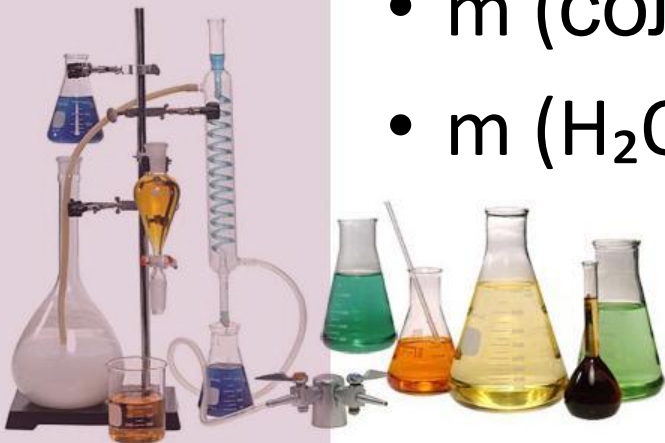


# Приготовить 5 % раствор соли массой 300 г.

Дано:

- $m$  (р-ра) = 300 г
  - $\omega$  (соль) = 5% (0,05)
- 

- $m$  (соль) = ?
- $m$  (H<sub>2</sub>O) = ?



# Решение:

$m$  (соль)

• 1)  $\omega$  (соль) = -----

$m$  (р-ра)

• 2)  $m$  (соль) =  $\omega$  (соль) ·  $m$  (р-ра) =  $0,05 \cdot 300$   
= 15 (г)

• 3)  $m$  (р-ра) =  $m$  (H<sub>2</sub>O) +  $m$  (соль)

• 4)  $m$  (H<sub>2</sub>O) =  $m$  (р-ра) -  $m$  (соль) =  $300 - 15 =$   
285 (г)

• Ответ:  $m$  (соль) = 15 (г)

$m$  (H<sub>2</sub>O) = 285 (г)



## Задача 2.

150 г 10% раствора хлорида натрия. Сколько необходимо взять соли и воды?

$$\omega \% (\text{в-ва}) = \frac{m (\text{в-ва})}{m (\text{р-ра})} \cdot 100 \%$$

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

**Дано:**

$$m(\text{р-ра}) = 150 \text{ г}$$

$$\omega (\text{в-ва}) = 10\% \\ (0,1)$$

**Найти:**

$$m (\text{в-ва}), m (\text{H}_2\text{O})$$

**Решение:**

1) Подставим известные данные в формулу:

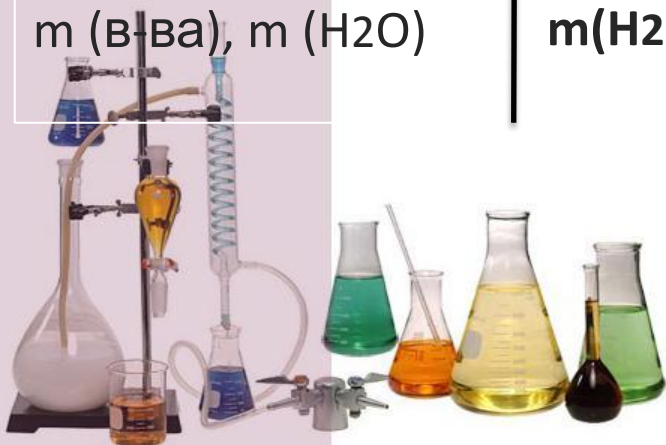
$$m (\text{в-ва}) = \omega (\text{в-ва}) \cdot m (\text{р-ра}) = 150 \text{ г} \cdot 0,1 = 15 \text{ г}$$

2) Определим необходимую массу воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m (\text{в-ва}) = 150 - 15 = 135 \text{ г}$$

**Ответ:**

$$m (\text{NaCl}) = 15 \text{ г}, m (\text{H}_2\text{O}) = 135 \text{ г}$$





$$\omega \text{ (в-ва)} = \frac{m \text{ (в-ва)}}{m \text{ (р-ра)}} 100\%$$

### Задача 3.

В 500 г раствора, насыщенного при  $t=20\text{ C}$ , содержится 120 г нитрата калия  $\text{KNO}_3$ . Найдите растворимость этой соли и массовую долю.

#### Дано:

$$m \text{ (р-ра } \text{KNO}_3) = 500 \text{ г}$$

$$m \text{ (KNO}_3) = 120 \text{ г}$$

Найти:  $\omega$  ( $\text{KNO}_3$ ),  
растворимость  $\text{KNO}_3$

Решение:

1) Подставим известные данные в формулу:

$$\omega \text{ \% (в-ва)} = \frac{120 \text{ г}}{500 \text{ г}} 100\% = 24 \%$$

2) Определим растворимость  $\text{KNO}_3$  в 100 г воды. При  $t=20\text{ C}$ , 120 г  $\text{KNO}_3$  растворено в 380 г воды ( $500 - 120 = 380$ ), составим соотношение:

В 380 г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется 120 г  $\text{KNO}_3$

в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется  $X$  г  $\text{KNO}_3$

$$X = 100 \cdot 120 / 380 = 31,58 \text{ г}$$

**Ответ:**  $\omega$  ( $\text{KNO}_3$ ) = 24%

Растворимость  $\text{KNO}_3$  31,58 г



## Задача 4



В организме человека в среднем содержится 5 л крови, плотность которой составляет 1,05 г/мл. Сколько граммов железа и гемоглобина содержится в крови, если массовая доля гемоглобина составляет 12%, а массовая доля железа в гемоглобине – 5%?



## ДАНО:

$V$  (крови) = 5 л

$\rho$  (крови) = 1,05 г/мл

$\omega$ (гем.) = 12%

$\omega$ (Fe) = 5%

## РЕШЕНИЕ:

$$m = v \cdot \rho$$

$$m_{\text{в-ва}} = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega$$

1)  $m$  (крови) = 5000 мл · 1,05 г/мл = 5250 г

2)  $m$ (гем.) = 5250 г · 0,12 = 630 г

3)  $m$ (Fe) = 630 г · 0,05 = 31,5 г



## НАЙТИ:

$m$ (гем.) = ?

$m$ (Fe) = ?

ОТВЕТ:  $m$ (гем.) = 630 г

$m$ (Fe) = 31,5 г.



## Задача 5

Рассчитайте массу бромида калия  $KBr$  и воды, для приготовления 200 г 15% раствора.

## Задача 6

Столовый уксус представляет собой 6% раствор уксусной кислоты в воде. Сколько кислоты потребуется для приготовления 200 г такого раствора.

## Задача 7

Для приготовления 400 г раствора использовали 34 г соли. Найдите массовую долю соли в растворе.



# При помощи § 33 (стр. 110) письменно в тетради ответить на вопросы:

1. Что такое раствор? Привести примеры.
2. Что такое гидраты?
3. Основной признак растворов?
4. Что такое взвеси? Привести примеры.
5. Что такое суспензии? Привести примеры.
6. Что такое эмульсии? Привести примеры.
7. Что такое растворимость?
8. Классификация растворов по растворимости.
9. Что такое насыщенные и ненасыщенные растворы?
10. От чего зависит растворимость веществ в воде?



**Задача 1.** Вычислите массовую долю раствора в %, который получится, если 50 г. вещества растворили в 450 г. воды.

**Дано:**

$m_{\text{в-ва}} = 50 \text{ г.}$

$m_{\text{р-ля}} = 450 \text{ г.}$

$\omega\% - ?$

**Решение:**

$$\omega\% = \frac{m_{\text{в}} - v_{\text{а}}(z)}{m_{\text{р}} - p_{\text{а}}(z)} \times 100\%$$

$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{р-ля}}$

$m_{\text{р-ра}} = 50\text{г} + 450\text{г} = 500\text{г}$

$$\omega\% = \frac{50\text{г}}{500\text{г}} \times 100\% = 10\%$$

**Ответ:**  $\omega\% = 10\%$

**Задача 2.** Вычислите массу воды и массу соли, которые необходимо взять, чтобы приготовить 300г раствора с массовой долей 15%.

**Дано:**

$m_{\text{р-ра}} = 300\text{г}$

$\omega\% = 15\%$

$m_{\text{в-ва}} - ?$

$m_{\text{р-ля}} - ?$

**Решение:**

$$\omega\% = \frac{m_{\text{в}} - v_{\text{а}}(z)}{m_{\text{р}} - p_{\text{а}}(z)} \times 100\% \Rightarrow m_{\text{в}} - v_{\text{а}} = \frac{m_{\text{р}} - p_{\text{а}} \times \omega\%}{100\%}$$

$$m_{\text{в}} - v_{\text{а}} = \frac{300\text{г} \times 15\%}{100\%} = 45\text{г}$$

$m_{\text{р-ля}} = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в-ва}} = 300\text{г} - 45\text{г} = 255\text{г}$

**Ответ:**  $m_{\text{в-ва}} = 45 \text{ г.}, m_{\text{р-ля}} = 255 \text{ г.}$

Решите задачи.



Задача 1. Для того, чтобы обработать цветы, Кате нужно приготовить 2 кг 2%-ного раствора нитрата натрия. Помогите ей вычислить массу воды и массу соли, которые нужно взять?



Задача 2. Для обработки музыкальных инструментов некоторым 20%-ным раствором. У них есть 700 г. этого раствора с концентрацией 45%. Сколько воды им нужно долить, чтобы получить то, что нужно?



Решите задачи.



Задача 3.

Вычислите массовую долю раствора, который получится, если 120 г соли лаборант растворит в 1,4 кг воды.



Задача 4. Знахарь смешал два раствора: 150 г. 25% -ного раствора и 400 г. 42%-ного Раствора. Помогите ему вычислить массовую долю полученного раствора.





Решите задачи.



Задача 5. Мама для бульона взяла 700 г воды, добавила 1,5 чайных ложки соли (15 г), попробовала - раствор показался ей слишком соленым, и она добавила 500 г воды. Раствор с какой массовой долей соли получился у Мамаы в итоге?



Задача 6. Ученики помогли учителю приготовить раствор. Они взяли два раствора: 200 г 10%-ного раствора вещества и 250 г 25%-ного раствора этого же вещества. Затем они добавили к полученному раствору 30 г вещества. Сколько воды нужно долить учителю, чтобы массовая доля раствора была равна 15%?

- Определите, сколько нужно взять растворов соли 60%-й и 10%-й концентраций для приготовления 300 г раствора 25%-й концентрации.
- Сколько воды нужно добавить к 250 г раствора соли для понижения его концентрации с 45% до 10%?
- Сколько по массе 90%-го и 60%-го растворов фосфорной кислоты надо взять, чтобы получить 5,4 кг 80%-го раствора фосфорной кислоты?



# Проверочная работа

## Массовая доля вещества в растворе

1 вариант	2 вариант	3 вариант
<p>1. В 180 г воды растворили 20 г соли. Определите массовую долю соли в растворе.</p>	<p>1. В 200 г воды растворили 50 г соли. Определите массовую долю соли в растворе</p>	<p>1. В 150 г воды растворили 50 г соли. Определите массовую долю соли в растворе</p>
<p>2. Рассчитайте массу воды и соли, необходимые для приготовления 50г раствора с массовой долей соли в растворе 10%</p>	<p>2. Рассчитайте массу воды и соли, необходимые для приготовления 100г раствора с массовой долей соли в растворе 10%</p>	<p>2. Рассчитайте массу воды и соли, необходимые для приготовления 200г раствора с массовой долей соли в растворе 50%</p>
<p>3. Из 700г раствора с массовой долей 60% выпарили 200г воды. Чему стала равна массовая доля раствора?</p>	<p>3. Смешали 300г 25%-ного раствора и 400 г 40%-ного раствора. Определите массовую долю получившегося раствора</p>	<p>3. Из 200г раствора с массовой долей 10% выпарили 50г воды. Чему стала равна массовая доля раствора?</p>



# Проверьте свои знания

1 вариант	2 вариант	3 вариант
1.10%	1.20%	1. 25%
2.5 г и 45г	2.10г и 90г	2.100г и 100г
3.84%	3.33,6%	3.13,3%

