

**Министерство образования и науки РФ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный  
архитектурно-строительный университет»**

*Кафедра химии и охраны окружающей среды*

## **Количественные характеристики растворов (Концентрации растворов)**

**Методические указания  
для самостоятельной работы  
студентов всех направлений подготовки,  
изучающих курс «Химия»**

**Иваново 2013**

Составители: В.Е. Румянцева, М. Д. Чекунова, Г.Л. Кокурина

УДК 54(076)

Количественные характеристики растворов. (Концентрации растворов): Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки / Иван. гос. архит.-строит. ун-т.; Сост.: В.Е. Румянцева, М. Д. Чекунова, Г.Л. Кокурина – Иваново, 2013. – 44 с.

Методические указания содержат теоретические сведения о способах выражения концентраций растворов. Приведены примеры решения типовых задач, облегчающих самостоятельную работу студентов, а также варианты контрольных заданий.

Методические указания предназначены для студентов I курса всех направлений подготовки.

Библ.: 3 назв.

*Рецензент*  
*кандидат технических наук, доцент кафедры ХиООС*  
*М. В. Лосева*

Раствор – это сложная, однородная (гомогенная) система, состоящая из двух или более компонентов.

Составляющие компоненты раствора - *растворитель, растворенное вещество* и продукты их взаимодействия.

Концентрация является *количественной характеристикой раствора* и показывает содержание растворенного вещества в определенной массе раствора, массе растворителя или в определенном объеме раствора.

### Процентная концентрация

**Процентная концентрация** (по массе,  $C_m\%$ ) - число единиц массы растворенного вещества, содержащихся в 100 единицах раствора.

$$C_m \% = \frac{m_B}{m_p} \cdot 100,$$

$$C_m \% = \frac{m_B}{V_p \cdot \rho} \cdot 100,$$

где  $m_B$  - масса растворенного вещества, г ;

$m_p$  - масса раствора, Г;

$V_p$  - объем раствора, мл;

$\rho$  - плотность раствора,  $\text{г/см}^3$  (г/мл).

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Сколько граммов KCl содержится в 800 г 2,4 %-го раствора?

Решение.

- Массу растворенного вещества KCl находим из пропорции:

2,4 %-й раствор

100 г раствора содержат 2,4 г KCl

800 г раствора содержат  $x$  г KCl

$$x = \frac{800 \cdot 2,4}{100} = 19,2 \text{ г.}$$

**Задача 2.** Какое количество  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  необходимо для приготовления 2 л 10 %-го раствора с плотностью, равной  $1,12 \text{ г/см}^3$  ?

Решение.

- Масса 2 л раствора составляет:

$$m_{\text{р-ра}} = V \cdot \rho = 2000 \text{ мл} \cdot 1,12 = 2240 \text{ г.}$$

- Масса безводной соли  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ :

10%-й раствор

100 г раствора содержат 10 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

2240 г раствора содержат  $x$  г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

$$x = \frac{2240 \cdot 10}{100} = 224 \text{ г.}$$

- Пересчет массы  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  на массу кристаллогидрата

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ :

$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 134 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 236,2 \text{ г/моль}$$

164 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  находятся в 236,2 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

224 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  находятся в  $x$  г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

$$x = \frac{224 \cdot 236,2}{164} = 322,6 \text{ г.}$$

**Задача 3.** Смешали 300 г 20 %-го раствора и 60 г 4 %-го раствора  $\text{HCl}$ .

Вычислите процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) полученного раствора.

Решение.

- Общая масса полученного раствора составляет:

$$m_{\text{р-ра}} = 300 + 60 = 360 \text{ г}$$

- Массу растворенного вещества  $\text{HCl}$  в 20 %-м растворе находим из пропорции:

20 %-й раствор

100 г раствора содержат 20 г HCl

300 г раствора содержат  $x$  г HCl

$$x = \frac{300 \cdot 20}{100} = 60 \text{ г.}$$

- Массу растворенного вещества HCl в 4 %-м растворе находим из пропорции:

4 %-й раствор

100 г раствора содержат 4 г HCl

60 г раствора содержат  $x$  г HCl

$$x = \frac{60 \cdot 4}{100} = 2,4 \text{ г.}$$

- Общая масса растворенного вещества HCl в полученном растворе составляет:

$$m_{\text{HCl}} = 60 + 2,4 = 62,4 \text{ г.}$$

- Концентрацию полученного раствора ( $C_m\%$ ) находим из пропорции:

360 г раствора содержат 62,4 г HCl

100 г раствора содержат  $x$  ( $C_m\%$ )

$$x(C_m\%) = \frac{100 \cdot 62,4}{360} = 17,3 \text{ \%}.$$

**Задача 4.** К 500 мл 30 %-го раствора  $\text{MgCl}_2$  ( $\rho = 1,267 \text{ г/см}^3$ ) прибавили 400 мл воды. Определить процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) раствора.

Решение.

- Масса 500 мл раствора составляет:

$$m_{500 \text{ мл р-ра}} = V \cdot \rho = 500 \text{ мл} \cdot 1,267 = 633,5 \text{ г.}$$

- Масса 400 мл воды ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ г/см}^3$ ) составляет:

$$m_{400 \text{ мл воды}} = V \cdot \rho = 400 \cdot 1 = 400 \text{ г.}$$

- Общая масса полученного раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = 633,5 + 400 = 1033,5 \text{ г.}$$

- Массу растворенного вещества  $\text{MgCl}_2$  в исходном 30%-ном растворе находим из пропорции:

30 %-й раствор

$$\begin{array}{l} 100 \text{ г раствора содержат } 30 \text{ г } \text{MgCl}_2 \\ 633,5 \text{ г раствора содержат } x \text{ г } \text{MgCl}_2 \end{array} \left| \begin{array}{l} x = \frac{633,5 \cdot 30}{100} = 190 \text{ г.} \end{array} \right.$$

- Концентрацию полученного раствора ( $C_m\%$ ) находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 1033,5 \text{ г раствора содержат } 190 \text{ г } \text{MgCl}_2 \\ 100 \text{ г раствора содержат } x (C_m\%) \end{array} \left| \begin{array}{l} x(C_m\%) = \frac{100 \cdot 190}{1033,5} = 18,4\% . \end{array} \right.$$

**Задача 5.** Сколько воды надо прибавить к 30 кг 4 %-го раствора, чтобы получить 2,5 %-й раствор?

Решение.

- Массу растворенного вещества находим из пропорции:

4 %-й раствор

$$\begin{array}{l} 100 \text{ кг раствора - } 4 \text{ кг растворенного вещества} \\ 30 \text{ кг раствора - } x \text{ кг растворенного вещества} \end{array} \left| \begin{array}{l} x = \frac{4 \cdot 30}{100} = 1,2 \text{ кг.} \end{array} \right.$$

- Массу разбавленного 2,5 %-го раствора находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 2,5 \text{ кг растворенного вещества - } 100 \text{ кг раствора} \\ 1,2 \text{ кг растворенного вещества - } x \text{ кг раствора} \end{array} \left| \begin{array}{l} x = \frac{1,2 \cdot 100}{2,5} = 48 \text{ кг.} \end{array} \right.$$

- Масса воды, необходимая для разбавления:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 48 - 30 = 18 \text{ кг.}$$

**Задача 6.** Рассчитать процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) насыщенного раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , если его растворимость составляет 46,5 г / 100 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

Решение.

- Растворимость - количество граммов растворенного вещества в 100 граммах растворителя ( $\text{H}_2\text{O}$ ) с образованием насыщенного раствора при определенной температуре.

- Масса раствора составляет:

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 100 + 46,5 = 146,5 \text{ г.}$$

- Концентрацию полученного раствора ( $C_m\%$ ) находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 146,5 \text{ г раствора содержат } 46,5 \text{ г } \text{CH}_3\text{COONa} \\ 100 \text{ г раствора содержат } x (C_m\%) \end{array} \left| \begin{array}{l} x(C_m\%) = \frac{100 \cdot 46,5}{146,5} = 31,7\% . \end{array} \right.$$

\*( $C_m\%$ ) можно определить по формуле

$$C_m\% = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{р}}} \cdot 100 = \frac{46,5}{146,5} \cdot 100 = 31,7\% .$$

### Молярная концентрация

**Молярная концентрация ( $C_M$ )** - количество моль растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора ( $C_M$  - моль/л).

$$C_M = \frac{n_M}{V_p}, \quad n_M = \frac{m_{\text{в}}}{M_{\text{в}}}, \quad C_M = \frac{m_{\text{в}}}{M_{\text{в}} \cdot V_p},$$

где  $n_M$  - количество (число) моль вещества, растворенного в расчетном объеме раствора ( $V_p$ );

$V_p$  - объем раствора, л;

$m_B$  - масса растворенного вещества, г;

$M_B$  - молярная масса растворенного вещества, г/моль.

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходимо для приготовления 0,3 л 0,4 М раствора ?

Решение.

- Количество моль растворенного вещества  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 0,3 л раствора составляет:

$$n_M = C_M \cdot V = 0,4 \cdot 0,3 = 0,12 \text{ моль.}$$

- Молярная масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равна 106 г/моль ( $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$  г/моль).
- Масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в растворе составляет:

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot n_M = 106 \cdot 0,12 = 12,72 \text{ г.}$$

**Задача 2.** Какова молярная концентрация раствора  $\text{CaCl}_2$ , содержащего 8 г растворенного вещества в 195 мл раствора?

Решение.

- Массу растворенного вещества  $\text{CaCl}_2$  в 1 л (1000 мл) раствора находим из пропорции:

195 мл раствора	содержат	8 г $\text{CaCl}_2$	$x = \frac{8 \cdot 1000}{195} = 41 \text{ г.}$
1000 мл раствора	содержат	$x$ ( $m_{\text{CaCl}_2}$ )	

- Молярная масса  $\text{CaCl}_2$  равна 111 г/моль ( $M(\text{CaCl}_2) = 111$  г/моль).
- Количество моль  $\text{CaCl}_2$  в 1 л раствора составляет:

$$n_M(\text{CaCl}_2) = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{M_{\text{CaCl}_2}} = \frac{41}{111} = 0,37 \text{ моль.}$$

Следовательно, молярная концентрация раствора:

$$C_M = 0,37 \text{ моль/л.}$$



\* $C_M$  можно определить по формуле

$$C_M = \frac{m_B}{M_B \cdot V_p} = \frac{8}{111 \cdot 0,195} = 0,37 \text{ моль/л.}$$

**Задача 3.** Смешали два раствора 500 мл 1 М (одномолярный) и 300 мл 2 М (двухмолярной) концентрации. Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора.

Решение:

- Количество моль растворенного вещества в 500 мл раствора находим из пропорции:

1000 мл раствора	содержат	1 моль		$x = \frac{500 \cdot 1}{1000} = 0,5 \text{ моль.}$
500 мл раствора	содержат	x моль		

- Количество моль растворенного вещества в 300 мл раствора находим из пропорции:

1000 мл раствора	содержат	2 моль		$x = \frac{300 \cdot 2}{1000} = 0,6 \text{ моль.}$
300 мл раствора	содержат	x моль		

- Общее количество моль растворенного вещества в полученном растворе:

$$n_M = 0,5 + 0,6 = 1,1 \text{ моль.}$$

- Общий объем полученного раствора:

$$V_p = 500 + 300 = 800 \text{ мл.}$$

- Количество моль растворенного вещества в 1 л полученного раствора находим из пропорции:

800 мл раствора	содержат	1,1 моль		$x = \frac{1000 \cdot 1,1}{800} = 1,375 \text{ моль/л.}$
1000 мл раствора	содержат	x моль		

Следовательно, молярная концентрация раствора

$$C_M = 1,375 \text{ моль/л.}$$

\* $C_M$  можно определить по формуле

$$C_M = \frac{n_M}{V_p} = \frac{1,1}{0,8} = 1,375 \text{ моль/л.}$$

### Нормальная концентрация

**Нормальная концентрация** (молярная концентрация эквивалента вещества ( $C_N$ )) – количество эквивалента растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора ( $C_N = \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}$ )

$$C_N = \frac{n_{\text{Э}}}{V_p}, \quad n_{\text{Э}} = \frac{m_B}{M_{\text{Э(В)}}}, \quad C_N = \frac{m_B}{M_{\text{Э(В)}} \cdot V_p},$$

где  $n_{\text{Э}}$  - количество моль-эквивалентов вещества, растворенного в расчетном объеме раствора ( $V_p$ );

$V_p$  - объем раствора, л;

$m_B$  - масса растворенного вещества, г;

$M_{\text{Э(В)}}$  - молярная масса эквивалента растворенного вещества, г/моль.

Приняты следующие обозначения:

1Н - *однонормальный раствор;*

0,1Н - *децинормальный раствор;*

0,01Н - *сантинормальный раствор;*

0,001Н - *миллинормальный раствор.*

При расчете нормальной концентрации можно использовать закон эквивалентов.

Если реагируют два растворенных вещества, то

$$n_{\text{Э}}(1) = n_{\text{Э}}(2),$$

$$\underbrace{C_{\text{Н}}(1) \cdot V_1}_{n_{\text{Э}}(1)} = \underbrace{C_{\text{Н}}(2) \cdot V_2}_{n_{\text{Э}}(2)}, \quad \underbrace{C_{\text{Н}}(1) \cdot V_1}_{n_{\text{Э}}(1)} = \frac{m_2}{\underbrace{M_{\text{Э}}(2)}}_{n_{\text{Э}}(2)},$$

где  $C_{\text{Н}}(1)$  и  $C_{\text{Н}}(2)$  - нормальные концентрации растворов реагирующих веществ,  $\frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}$ ;

$V_1$  и  $V_2$  - объемы растворов реагирующих веществ;

$n_{\text{Э}}(1)$  и  $n_{\text{Э}}(2)$  - количество моль-эквивалентов реагирующих веществ.

Для перевода молярной концентрации в нормальную и наоборот, используют правило: нормальная концентрация во столько раз (x) больше молярной, во сколько раз молярная масса вещества (M) больше его молярной массы эквивалентов ( $M_{\text{Э}}$ ).

$$M_{\text{Э}} = \frac{M}{x}; \quad C_{\text{Н}} = C_{\text{М}} \cdot x$$

**Например,**  $C_{\text{Н}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}$ , необходимо найти молярную концентрацию этого раствора.

- Находим молярную массу и молярную массу эквивалента  $\text{H}_3\text{PO}_4$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль},$$

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{M(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n\text{H}^+} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г/моль}.$$

- Находим во сколько раз молярная масса  $\text{H}_3\text{PO}_4$  больше молярной

$$\text{массы эквивалента } x = \frac{M}{M_{\text{Э}}} = \frac{98}{32,67} = 3.$$

- Рассчитываем молярную концентрацию  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :

$$C_M(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{C_N(\text{H}_3\text{PO}_4)}{x} = \frac{3}{3} = 1 \text{ моль/л.}$$

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Вычислить количество граммов  $\text{MgSO}_4$ , необходимое для приготовления 0,4 л 0,03 Н раствора.

Решение.

- Количество моль-экв растворенного вещества  $\text{MgSO}_4$  в 0,4 л составляет:

$$n_{\text{Э}} = 0,03 \cdot 0,4 = 0,012 \text{ моль-экв.}$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{MgSO}_4$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{MgSO}_4) = \frac{M(\text{MgSO}_4)}{n_{\text{Mg}} \cdot \nu_{\text{Mg}}} = \frac{120}{1 \cdot 2} = 60 \text{ г/моль.}$$

- Масса  $\text{MgSO}_4$  в растворе составляет:

$$m_{\text{MgSO}_4} = M_{\text{Э}}(\text{MgSO}_4) \cdot n_{\text{Э}} = 60 \cdot 0,012 = 0,72 \text{ г.}$$

**Задача 2.** Какова нормальная концентрация раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , содержащего 16 г растворенного вещества в 210 мл раствора?

Решение.

- Массу растворенного вещества  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в 1 л раствора (1000 мл) находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 210 \text{ мл раствора} \quad - \quad 16 \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4 \\ 1000 \text{ мл раствора} \quad - \quad x \text{ (m(H}_3\text{PO}_4)) \end{array} \left| \begin{array}{l} x(m(\text{H}_3\text{PO}_4)) = \frac{16 \cdot 1000}{210} = 76,2 \text{ г.} \end{array} \right.$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{H}_3\text{PO}_4$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{M(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n_{\text{H}^+}} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г/моль.}$$

- Количество моль-эквивалентов  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в 1 л раствора составляет:

$$n_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{76,2}{32,7} = 2,33 \text{ моль-экв.}$$

Следовательно, нормальная концентрация раствора:

$$C_{\text{Н}} = 2,33 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

\*  $C_{\text{Н}}$  можно определить по формуле:

$$C_{\text{Н}} = \frac{m_{\text{В}}}{M_{\text{Э(В)}} \cdot V_{\text{р}}} = \frac{16}{32,7 \cdot 0,210} = 2,33 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

**Задача 3.** Сколько граммов КОН требуется для взаимодействия с 250 мл 1 Н раствора HCl.

Решение.

- По закону эквивалентов - количество эквивалентов одного вещества реагирует с таким же количеством эквивалентов другого вещества:

$$n_{\text{Э}}(\text{HCl}) = n_{\text{Э}}(\text{KOH}).$$

- Количество моль-эквивалентов HCl в 250 мл раствора составляет:

$$n_{\text{Э}}\text{HCl} = 1 \cdot 0,250 = 0,25 \text{ моль-экв.}$$

Следовательно, количество моль-эквивалентов КОН также составляет

$$n_{\text{Э}}(\text{KOH}) = 0,25 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

- Молярная масса эквивалентов КОН равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{KOH}) = \frac{M(\text{KOH})}{n_{\text{ОН}^-}} = \frac{56}{1} = 56 \text{ г/моль.}$$

- Количество граммов КОН, необходимое для взаимодействия с HCl, составляет:

$$m_{\text{KOH}} = n_{\text{Э}}\text{KOH} \cdot M_{\text{Э}}(\text{KOH}) = 0,25 \cdot 56 = 14 \text{ г.}$$

**Задача 4.** Для взаимодействия с 20 мл раствора  $\text{HClO}_4$  потребовалось 50 мл 0,04 Н раствора  $\text{KOH}$ . Сколько граммов  $\text{HClO}_4$  содержится в 1 л раствора?

Решение.

- Нормальную концентрацию раствора  $\text{HClO}_4$  рассчитываем по закону эквивалентов:

$$C_{\text{H}}(1) \cdot V_1 = C_{\text{H}}(2) \cdot V_2;$$

$$C_{\text{H}}(\text{HClO}_4) \cdot V_1 = C_{\text{H}}(\text{KOH}) \cdot V_2;$$

$$C_{\text{H}}(\text{HClO}_4) \cdot 20 \text{ мл} = 0,04 \cdot 50 \text{ мл};$$

$$C_{\text{H}}(\text{HClO}_4) = \frac{0,04 \cdot 50}{20} = 0,1 \frac{\text{моль-экв}}{\text{л}}.$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{HClO}_4$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{HClO}_4) = \frac{M(\text{HClO}_4)}{n_{\text{H}^+}} = \frac{100,5}{1} = 100,5 \text{ г/моль}.$$

- Масса  $\text{HClO}_4$ , содержащаяся в 1 л раствора, составляет:

$$m(\text{HClO}_4) = C_{\text{H}}(\text{HClO}_4) \cdot M_{\text{Э}}(\text{HClO}_4) = 0,1 \cdot 100,5 = 10,05 \text{ г}.$$

**Задача 5.** Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  необходимо для осаждения бария из 2 л 0,25 Н раствора хлорида бария ( $\text{BaCl}_2$ )?

Решение.

- По закону эквивалентов - количество эквивалентов одного вещества реагирует с таким же количеством эквивалентов другого вещества:

$$n_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n_{\text{Э}}(\text{BaCl}_2).$$

- Количество моль-эквивалентов  $\text{BaCl}_2$  в 2 л составляет:

$$n_{\text{Э}}\text{BaCl}_2 = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль-экв}.$$

Следовательно, количество моль-эквивалентов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  также составляет:  $n_{\text{Э}}\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0,5 \text{ моль-экв}.$

- Молярная масса эквивалента  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{n_{\text{Na}} \cdot B_{\text{Na}}} = \frac{142}{2 \cdot 1} = 71 \text{ г/моль.}$$

- Количество граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , необходимое для осаждения бария, составляет:

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = n_{\text{Э}}\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 71 = 35,5 \text{ г.}$$

**Задача 6.** Определить объем 0,2 Н раствора KOH, необходимый для осаждения алюминия в виде  $\text{Al}(\text{OH})_3$  в количестве 4 г.

Решение.

- По закону эквивалентов - количество эквивалентов одного вещества реагирует с таким же количеством эквивалентов другого вещества:

$$n_{\text{Э}}(\text{KOH}) = n_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3).$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{Al}(\text{OH})_3$  равна:

$$M_{\text{Э}}\text{Al}(\text{OH})_3 = \frac{M(\text{Al}(\text{OH})_3)}{n_{\text{OH}^-}} = \frac{78}{3} = 26,3 \text{ г/моль.}$$

- Количество моль-эквивалентов  $\text{Al}(\text{OH})_3$  составляет:

$$n_{\text{Э}}\text{Al}(\text{OH})_3 = \frac{m}{M_{\text{Э}}} = \frac{m_{\text{Al}(\text{OH})_3}}{M_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3)} = \frac{4}{26,3} = 0,152 \text{ моль-экв.}$$

- Следовательно, количество моль-эквивалентов KOH также составляет  $n_{\text{Э}}(\text{KOH}) = 0,152$  моль-экв.

- Объем 0,2 Н раствора KOH, необходимый для осаждения алюминия, можно найти из пропорции:

0,2 моль-экв	-	1000 мл	$x(V_{\text{KOH}}) = \frac{0,152 \cdot 1000}{0,2} = 760 \text{ мл.}$
0,152 моль-экв	-	$x(V_{\text{KOH}})$	

*\*Объем 0,2 Н раствора KOH также можно определить, используя формулу*

$$C_{H(1)} \cdot V_1 = \frac{m_2}{M_{Э(2)}};$$

$$n_{Э(1)} = n_{Э(2)}.$$

$$0,2 \cdot V_{\text{КОН}} = \frac{4}{26,3} \Rightarrow V_{\text{КОН}} = \frac{4}{0,2 \cdot 26,3} = 0,760 \text{ л.}$$

### Моляльная концентрация

**Моляльная концентрация** ( $C_m$ ) - количество молярных масс растворенного вещества, содержащихся в 1 кг растворителя ( $C_m - \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{КГ}}$ ).

$$C_m = \frac{n_M}{m_{\text{р-ль}}}, \quad n_M = \frac{m_B}{M_B}, \quad C_m = \frac{m_B}{M_B \cdot m_{\text{р-ль}}},$$

где  $n_M$  - количество моль вещества, растворенного в расчетной массе растворителя ( $m_{\text{р-ль}}$ );

$m_{\text{р-ль}}$  – масса растворителя, кг;

$m_B$  - масса растворенного вещества, г;

$M_B$  - молярная масса растворенного вещества, г/моль.

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Какова моляльная концентрация раствора LiCl, содержащего в 400 г раствора 16 г соли?

Решение.

- Масса растворителя составляет:

$$m_{\text{р-ль}} = 400 - 16 = 384 \text{ г} = 0,384 \text{ кг.}$$

- Массу растворенного вещества LiCl, содержащуюся в 1 кг растворителя, находим из пропорции:



$$\begin{array}{l} 384 \text{ г растворителя} \quad \text{содержат} \quad 16 \text{ г LiCl} \\ 1000 \text{ г растворителя} \quad \text{содержат} \quad x(m_{\text{LiCl}}) \end{array} \left| \begin{array}{l} x(m_{\text{LiCl}}) = \frac{1000 \cdot 16}{384} = 41,67 \text{ г.} \end{array} \right.$$

- Молярная масса LiCl равна 42,4 г/моль ( $M(\text{LiCl}) = 42,4 \text{ г/моль}$ ).
- Количество моль LiCl в 1 кг растворителя составляет:

$$n_M = \frac{m_{\text{LiCl}}}{M_{\text{LiCl}}} = \frac{41,67}{42,4} = 0,98 \text{ моль.}$$

Следовательно, моляльная концентрация раствора:

$$C_m = 0,98 \text{ моль/кг.}$$

\*  $C_m$  можно определить по формуле

$$C_m = \frac{m_B}{M_B \cdot m_{\text{р-ль}}} = \frac{16}{42,4 \cdot 0,384} = 0,98 \text{ моль/кг.}$$

**Задача 2.** Моляльная концентрация раствора сульфата калия ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) равна 0,5 моль/кг. Какое количество соли содержится в 200 мл этого раствора ( $\rho = 1,21 \text{ г/см}^3$ )?

Решение.

- Масса 200 мл раствора составляет

$$m_{200\text{мл}} = V \cdot \rho = 200 \text{ мл} \cdot 1,21 = 242 \text{ г.}$$

- Молярная масса  $\text{K}_2\text{SO}_4$  равна 174,25 г/моль.

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174,25 \text{ г/моль.}$$

- Масса растворенного вещества в 1 кг (1000 г) растворителя составляет:

$$m_B = 0,5 \cdot 174,25 = 87,12 \text{ г.}$$

- Масса раствора составляет:

$$m_{\text{раствора}} = m_B + m_{\text{р-ль}} = 87,12 + 1000 = 1087,12 \text{ г.}$$

- Количество соли  $K_2SO_4$  в 200 мл раствора находим из пропорции:

$$\begin{array}{l|l} 1087,12 \text{ г раствора} - 87,12 \text{ г } K_2SO_4 & \\ 242 \text{ г раствора} - x (m_{K_2SO_4}) & \end{array} \quad \left| \quad x(m_{K_2SO_4}) = \frac{242 \cdot 87,12}{1087,12} = 19,39 \text{ г.} \right.$$

**Задача 3.** Определить моляльную концентрацию водного раствора, если в 200 г воды содержится 5,5 граммов соли  $Na_2SO_4$ .

Решение.

- Количество соли  $Na_2SO_4$  в 1 кг (1000 г) растворителя находим по пропорции:

$$\begin{array}{l|l} 200 \text{ г растворителя} - 5,5 \text{ г } Na_2SO_4 & \\ 1000 \text{ г растворителя} - x (m_{Na_2SO_4}) & \end{array} \quad \left| \quad x(m_{Na_2SO_4}) = \frac{1000 \cdot 5,5}{200} = 27,5 \text{ г.} \right.$$

- Молярная масса  $Na_2SO_4$  равна 142 г/моль ( $M(Na_2SO_4) = 142$  г/моль).
- Количество моль  $Na_2SO_4$  в 1 кг растворителя составляет:

$$n_M = \frac{m_{Na_2SO_4}}{M_{Na_2SO_4}} = \frac{27,5}{142} = 0,19 \text{ моль.}$$

Следовательно, моляльная концентрация раствора составляет:

$$C_m = 0,19 \text{ моль/кг.}$$

\*  $C_m$  можно определить по формуле

$$C_m = \frac{m_B}{M_B \cdot m_{p-ль}} = \frac{5,5}{142 \cdot 0,2} = 0,19 \text{ моль/кг.}$$

### Титр

**Титр (Т)** – количество граммов растворенного вещества, содержащихся в 1 мл раствора. (Т - г/мл).

$$T = \frac{m_B}{V}, \quad T = \frac{C_H \cdot M_{Э}}{1000},$$

где  $m_B$  – масса растворенного вещества, г;

$V$  – объем раствора, мл;

$C_H$  – нормальная концентрация раствора,  $\frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}$ ;

$M_{\text{Э}}$  – молярная масса эквивалента растворенного вещества, г/моль.

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Какое количество граммов  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  содержится в 200 мл раствора, титр которого равен  $0,0013 \text{ г/см}^3$ ?

Решение.

- Количество граммов  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  в 200 мл раствора составляет:

$$m_{\text{Co}(\text{NO}_3)_2} = 200 \text{ мл} \cdot 0,0013 = 0,26 \text{ г.}$$

**Задача 2.** Титр раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  равен  $0,0035 \text{ г/см}^3$ . Определить нормальную концентрацию этого раствора.

Решение:

- Количество граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , содержащееся в 1 л раствора, составляет:

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \text{ в 1 л р-ра} = 0,0035 \cdot 1000 \text{ мл} = 3,5 \text{ г.}$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{n_{\text{Na}} \cdot \nu_{\text{Na}}} = \frac{142}{2 \cdot 1} = 71 \text{ г/моль.}$$

- Количество моль-эквивалентов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в 1 л раствора составляет:

$$n_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{3,5}{71} = 0,05 \text{ моль-экв.}$$

$$\text{Следовательно, } C_H = 0,05 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

\* $C_H$  можно определить по формуле

$$C_H = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,0035 \cdot 1000}{71} = 0,05 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

**Задача 3.** Определить титр 0,025 Н раствора  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Решение.

- Молярная масса эквивалента  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{n_{\text{Al}} \cdot \nu_{\text{Al}}} = \frac{342}{2 \cdot 3} = 57 \text{ г/моль}.$$

- Количество граммов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  в 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ в 1 л р-ра}} = 0,025 \cdot 57 = 142,5 \text{ г}.$$

- Титр раствора составляет:

$$T = \frac{142,5}{1000} = 0,001425 \text{ г/мл}.$$

\* $T$  можно определить по формуле

$$T = \frac{C_H \cdot M_{\text{Э}}}{1000} = \frac{0,025 \cdot 57}{1000} = 0,001425 \text{ г/мл}.$$

### Пересчет концентраций

**Задача 1.** Вычислить процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) 1,5 Н раствора  $\text{NaOH}$ , плотность которого 1,1 г/см<sup>3</sup>.

Решение.

- Масса 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{1 \text{ л}} = V \cdot \rho = 1000 \text{ мл} \cdot 1,1 = 1100 \text{ г}.$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{NaOH}$  равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = \frac{M(\text{NaOH})}{n_{\text{OH}^-}} = \frac{40}{1} = 40 \text{ г/моль}.$$

- Масса растворенного вещества  $\text{NaOH}$  в 1 л раствора составляет:

$$m_{\text{NaOH}} = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ г.}$$

- Процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 1100 \text{ г раствора содержат } 60 \text{ г NaOH} \\ 100 \text{ г раствора содержат } x (C_m\%) \end{array} \quad \left| \quad x(C_m\%) = \frac{100 \cdot 60}{1100} = 5,45\% . \right.$$

**Задача 2.** Какова процентная концентрация ( $C_m\%$ ) 2 Н раствора  $\text{HClO}_4$  ( $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ )?

Решение.

- Масса 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{1 \text{ л}} = V \cdot \rho = 1000 \text{ мл} \cdot 1,15 = 1150 \text{ г.}$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{HClO}_4$  равна:

$$M_{\text{э}}(\text{HClO}_4) = \frac{M(\text{HClO}_4)}{n_{\text{H}^+}} = \frac{100,46}{1} = 100,46 \text{ г/моль.}$$

- Масса растворенного вещества  $\text{HClO}_4$  в 1 л раствора составляет;

$$m_{\text{HClO}_4} = 2 \cdot 100,46 = 200,92 \text{ г.}$$

- Процентную концентрацию ( $C_m\%$ ) находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 1150 \text{ г раствора} - 200,92 \text{ г HClO}_4 \\ 100 \text{ г раствора} - x (C_m\%) \end{array} \quad \left| \quad x(C_m\%) = \frac{100 \cdot 200,92}{1150} = 17,47\% . \right.$$

**Задача 3.** Вычислить моляльную концентрацию ( $C_m$ ) 15 %-го раствора  $\text{NaOH}$ .

Решение.

- Соотношение растворителя и растворенного вещества  $\text{NaOH}$  в 15 %-м растворе:

15%-й раствор

100 г раствора  $\left\{ \begin{array}{l} 15 \text{ г NaOH} \\ 85 \text{ г растворителя (воды)}. \end{array} \right.$

- Количество граммов растворенного вещества NaOH в 1 кг (1000 г) растворителя находим из пропорции:

$$\begin{array}{l} 85 \text{ г растворителя} - 15 \text{ г NaOH} \\ 1000 \text{ г растворителя} - x (m_{\text{NaOH}}) \end{array} \quad \left| \quad x(m_{\text{NaOH}}) = \frac{1000 \cdot 15}{85} = 186,47 \text{ г.} \right.$$

- Молярная масса NaOH равна 40 г/моль ( $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$ ).
- Количество моль NaOH в 1 кг растворителя составляет:

$$n_{\text{M}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M(\text{NaOH})} = \frac{186,47}{40} = 4,4 \text{ моль.}$$

Следовательно, молярная концентрация раствора:

$$C_{\text{m}} = 4,4 \text{ моль/кг.}$$

**Задача 4.** Вычислить нормальную, молярную концентрацию, а также титр 25 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ ).

Решение.

- Масса 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{1 \text{ л}} = V \cdot \rho = 1000 \text{ мл} \cdot 1,18 = 1180 \text{ г.}$$

- Масса растворенного вещества  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 1 л 25 %-го раствора составляет:

25 %-й раствор

$$\begin{array}{l} 100 \text{ г раствора} \text{ содержат } 25 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ 1180 \text{ г раствора} \text{ содержат } x (m_{\text{H}_2\text{SO}_4}) \end{array} \quad \left| \quad x(m_{\text{H}_2\text{SO}_4}) = \frac{1180 \cdot 25}{100} = 29,5 \text{ г.} \right.$$

- Молярная масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 98 г/моль  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  г/моль.
- Количество моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 1 л раствора составляет:

$$n_{\text{M}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{29,5}{98} = 0,30 \text{ моль.}$$

Следовательно, молярная концентрация раствора:

$$C_{\text{M}} = 0,30 \text{ моль/л.}$$

- Молярная масса эквивалента  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 49 г/моль.

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n_{\text{H}^+}} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль.}$$

- Количество моль-эквивалентов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 1 л раствора составляет:

$$n_{\text{Н}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{29,5}{49} = 0,60 \text{ моль-экв.}$$

Следовательно, нормальная концентрация раствора:

$$C_{\text{Н}} = 0,60 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

- Титр раствора:

$$T = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1000} = \frac{29,5}{1000} = 0,0295 \text{ г/моль.}$$

**Задача 5.** Вычислить молярную концентрацию 3 Н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Решение.

- Молярная масса эквивалента  $\text{H}_2\text{SO}_4$  составляет:

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n_{\text{H}^+}} = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{2}.$$

- Следовательно, молярная масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$  в 2 раза больше молярной массы эквивалента  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ .
- В результате:

$$C_{\text{M}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_{\text{Н}}(\text{H}_2\text{SO}_4) : 2;$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 : 2 = 1,5 \text{ моль/л.}$$

**Задача 6.** Какой объем 0,4 Н раствора NaOH необходим для реакции с 50 мл 0,5 М раствора  $\text{MgCl}_2$ ?

Решение.

- Молярная масса эквивалента  $\text{MgCl}_2$  составляет:

$$M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2) = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{n_{\text{Mg}} \cdot \nu_{\text{Mg}}} = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{1 \cdot 2} = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{2}.$$

- Следовательно, молярная масса  $\text{MgCl}_2$  ( $M(\text{MgCl}_2)$ ) в 2 раза больше молярной массы эквивалента  $M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2)$ .

- В результате:

$$C_{\text{Н}}(\text{MgCl}_2) = C_{\text{М}}(\text{MgCl}_2) \cdot 2;$$

$$C_{\text{Н}}(\text{MgCl}_2) = 0,5 \cdot 2 = 1 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

- По закону эквивалентов:

$$C_{\text{Н}}(1) \cdot V_1 = C_{\text{Н}}(2) \cdot V_2;$$

$$C_{\text{Н}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{Н}}(\text{MgCl}_2) \cdot V(\text{MgCl}_2);$$

$$0,4 \cdot V(\text{NaOH}) = 1 \cdot 50.$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{1 \cdot 50}{0,4} = 125 \text{ мл.}$$

**Задача 7.** Определить титр раствора HCl, если на нейтрализацию 40 мл 0,1 Н раствора NaOH его потребовалось 10 мл.

Решение.

- По закону эквивалентов:

$$C_{\text{Н}}(1) \cdot V_1 = C_{\text{Н}}(2) \cdot V_2;$$

$$C_{\text{Н}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{Н}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl});$$

$$0,1 \cdot 40 = C_{\text{Н}}(\text{HCl}) \cdot 10.$$



$$C_{\text{H}}(\text{HCl}) = \frac{0,1 \cdot 40}{10} = 0,4 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

- Молярная масса эквивалента HCl равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = \frac{M(\text{HCl})}{n\text{H}^+} = \frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ г/моль}.$$

- Количество граммов HCl в 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{\text{HCl в 1 л}} = 0,4 \cdot 36,5 = 14,6 \text{ г}.$$

- Титр раствора составляет:

$$T = \frac{14,6}{1000} = 0,0146 \text{ г/мл}.$$

**Задача 8.** На осаждение железа, содержащегося в 20,1 мл 1,6 Н раствора  $\text{FeCl}_3$ , требуется 6 мл раствора NaOH. Определить титр раствора NaOH.

Решение.

- По закону эквивалентов:

$$C_{\text{H}}(1) \cdot V_1 = C_{\text{H}}(2) \cdot V_2;$$

$$C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{H}}(\text{FeCl}_3) \cdot V(\text{FeCl}_3);$$

$$C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot 6 = 1,6 \cdot 20,1.$$

$$C_{\text{H}}(\text{NaOH}) = \frac{1,6 \cdot 20,1}{6} = 0,56 \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}.$$

- Молярная масса эквивалента NaOH равна:

$$M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = \frac{M(\text{NaOH})}{n\text{OH}^-} = \frac{40}{1} = 40 \text{ г/моль}.$$

- Количество граммов NaOH в 1 л (1000 мл) раствора составляет:

$$m_{\text{NaOH в 1 л}} = 0,56 \cdot 40 = 22,4 \text{ г}.$$

- Титр раствора составляет:

$$T = \frac{22,4}{1000} = 0,0224 \text{ г/мл}.$$

## Контрольные задания

### Вариант № 1

Задача 1. 22,2 г  $\text{CaCl}_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,5 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,4 моль/л; 2) 0,8 моль/л; 3) 0,2 моль/л; 4) 1,6 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,2 л 10 %-го раствора плотностью  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 22 г; 2) 46,3 г; 3) 11 г; 4) 92,6 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 15 %-го раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ?

Ответы:

1) 0,88 моль/кг; 2) 1,66 моль/кг; 3)  $0,166 \cdot 10^{-3}$  моль/кг; 4) 1,2 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  надо взять для приготовления 0,2 л 0,3 М раствора?

Ответы:

1) 4,26 г; 2) 8,52 г; 3) 852 г; 4) 17,04 мг.

Задача 5. Какова процентная концентрация 2М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , если плотность раствора  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 25,2 %; 2) 35,4 %; 3) 17,7 %; 4) 0,0252 %.

## Вариант № 2

Задача 1. 13,8 г  $K_2CO_3$  растворено в воде. Объем раствора 0,2 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,3 моль/л; 2) 0,6 моль/л; 3) 0,5 моль/л; 4) 1 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  надо взять для приготовления 0,5 л 20%-го раствора плотностью  $\rho = 1,17 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 117 г; 2) 230,8 г; 3) 234 г; 4) 461,6 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 5 %-го раствора  $FeSO_4$  ?

Ответы:

1) 0,34 моль/кг; 2) 0,17 моль/кг; 3) 0,68 моль/кг; 4) 0,0017 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $MgSO_4$  надо взять для приготовления 0,4 л 0,2 М раствора?

Ответы:

1) 12,3 г; 2) 19,2 г; 3) 9,6 г; 4) 10,2 г.

Задача 5. Какова процентная концентрация 2 Н раствора  $MgSO_4$ , если плотность раствора  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 5,5 %; 2) 10,9 %; 3) 0,19 %; 4) 2,25 %.

### Вариант № 3

Задача 1. 19,0 г  $\text{MgCl}_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,5 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,6 моль/л; 2) 0,3 моль/л; 3) 0,4 моль/л; 4) 0,8 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,2 л 10 %-го раствора плотностью  $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 22,4 г; 2) 32,23 г; 3) 64,46 г; 4) 16,12 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 10 %-го раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?

Ответы:

1) 1,36 моль/кг; 2) 0,68 моль/кг; 0,0136 моль/кг; 4) 2,72 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{K}_2\text{CO}_3$  надо взять для приготовления 0,5 л 0,6 М раствора?

Ответы:

1) 20,7 г; 2) 52,3 г; 3) 41,4 г; 4) 80,8 г.

Задача 5. Растворимость  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  составляет 0,166 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Ответы:

1) 16,6 %; 2) 0,166 %; 3) 33,2 %; 4) 0,145 %.

#### Вариант № 4

Задача 1. 34,2 г  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  растворено в воде. Объем раствора 200 мл. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,5 моль/л; 2) 1 моль/л; 3) 2 моль/л; 4) 3 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,5 л 6 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 31,5 г; 2) 71,43 г; 3) 35,72 г; 4) 15,7 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 5 %-го раствора  $\text{CuSO}_4$  ?

Ответы:

1) 1 моль/кг; 2) 0,66 моль/кг; 3) 0,33 моль/кг; 4) 0,0033 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  надо взять для приготовления 0,1 л 2 М раствора?

Ответы:

1) 5,3 г; 2) 42,4 г; 3) 21,2 г; 4) 10,6 г.

Задача 5. В качестве химической добавки, ускоряющей твердение цементной массы, применяют  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Растворимость  $\text{CH}_3\text{COONa}$  составляет 45,5 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

Ответы:

1) 31,27 %; 2) 0,1563 %; 3) 15,63 %; 4) 31,27 %.

## Вариант № 5

Задача 1. 12 г  $MgSO_4$  растворено в воде. Объем раствора 0,6 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,2 моль/л; 2) 0,4 моль/л; 3) 0,17 моль/л; 4) 0,34 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  надо взять для приготовления 0,5 л 5 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 26,25 г; 2) 48,01 г; 3) 24,01 г; 4) 96,02 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 20 %-го раствора  $CaCl_2$  ?

Ответы:

1) 5,5 моль/кг; 2) 0,0055 моль/кг; 3) 2,25 моль/кг; 4) 2,125 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $Ca(NO_3)_2$  надо взять для приготовления 0,2 л 4 М раствора?

Ответы:

1) 65,6 г; 2) 131,2 г; 3) 262,4 г; 4) 100 г.

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 18 М раствора  $NaOH$ , если плотность раствора  $\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$ .

Ответы:

1) 48 %; 2) 0,48 %; 3) 24 %; 4) 60 %.

## Вариант № 6

Задача 1. 28 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  растворено в воде. Объем раствора 0,5 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,4 моль/л; 2) 0,8 моль/л; 3) 0,5 моль/л; 4) 1 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 1 л 15 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 174 г; 2) 469,4 г; 3) 234,7 г; 4) 87 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 10 %-го раствора  $\text{MgCl}_2$ ?

Ответы:

1) 1,17 моль/кг; 2) 0,585 моль/кг; 3) 0,006 моль/кг; 4) 0,01 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{K}_2\text{CO}_3$  надо взять для приготовления 0,4 л 0,3 М раствора?

Ответы:

1) 8,28 г; 2) 16,56 г; 3) 33,12 г; 4) 4,14 г.

Задача 5. Растворимость гипса –  $\text{CaSO}_4$  составляет 0,2036 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора.

Ответы:

1) 0,2 %; 2) 20 %; 3) 0,1 %; 4) 50 %.

## Вариант № 7

Задача 1. 33,3 г  $\text{CaCl}_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,4 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,75 моль/л; 2) 1,5 моль/л; 3) 0,4 моль/л; 4) 0,8 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,5 л 10 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 94 г; 2) 117,33 г; 3) 220 г; 4) 188 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 15 %-го раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ?

Ответы:

1) 0,83 моль/кг; 2) 1,66 моль/кг; 3) 0,0017 моль/кг; 4) 0,008 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SiO}_4$  надо взять для приготовления 0,5 л 3 М раствора?

Ответы:

1) 138 г; 2) 207 г; 3) 103,5 г; 4) 414 г.

Задача 5. Растворимость гашеной извести ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) составляет 0,165 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора.

Ответы:

1) 16 %; 2) 0,16 %; 3) 32 %; 4) 0,32 %.



## Вариант № 8

Задача 1. 27,6 г  $K_2CO_3$  растворено в воде. Объем раствора 0,4 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,2 моль/л; 2) 0,4 моль/л; 3) 0,5 моль/л; 4) 1 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  надо взять для приготовления 0,8 л 20%-го раствора с плотностью  $\rho = 1,17 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 187,2 г; 2) 369,34 г; 3) 93,6 г; 4) 184,67 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 5 %-го раствора  $FeSO_4$ ?

Ответы:

1) 0,7 моль/кг; 2) 0,35 моль/кг; 3) 0,035 моль/кг; 4) 0,07 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $Ca(NO_3)_2$  надо взять для приготовления 0,5 л 0,6 М раствора?

Ответы:

1) 49,2 г; 2) 24,6 г; 3) 98,4 г; 4) 35,6 г.

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 3М раствора  $Na_2SiO_3$ , если плотность раствора  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ .

Ответы:

1) 0,31 %; 2) 31 %; 3) 17 %; 4) 0,17 %.

### Вариант № 9

Задача 1. Сколько граммов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,5 л 10 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 56 г; 2) 80,59 г; 3) 161,18; 4) 28 г.

Задача 2. 9,5 г  $\text{MgCl}_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,2 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,5 моль/л; 2) 1 моль/л; 3) 0,4 моль/л; 4) 0,8 моль/л.

Задача 3. Какова молярная концентрация 10%-го раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?

Ответы:

1) 2,7 моль/кг; 2) 1,35 моль/кг; 3) 0,675 моль/кг; 4) 0,0027 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{MgSO}_4$  надо взять для приготовления 0,6 л 0,62 М раствора?

Ответы:

1) 44,64 г; 2) 14,40 г; 3) 22,32 г; 4) 28,8 г.

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 13 М раствора  $\text{NH}_3$ , если плотность раствора  $\rho = 0,90 \text{ г/см}^3$ .

Ответы:

1) 0,245 %; 2) 24,5 %; 3) 50 %; 4) 0,50 %.

### Вариант № 10

Задача 1. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 1 л 6%-го раствора плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 26,25 г; 2) 63 г; 3) 143 г; 4) 56,5 г.

Задача 2. 17,1 г  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  растворено в воде. Объем раствора 0,1 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 1 моль/л; 2) 0,5 моль/л; 3) 2 моль/л; 4) 3 моль/л.

Задача 3. Какова молярная концентрация 10 %-го раствора  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ?

Ответы:

1) 0,68 моль/кг; 2) 0,34 моль/кг; 3) 0,0034 моль/кг; 4) 0,0068 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{MgCl}_2$  надо взять для приготовления 0,5 л 3 М раствора?

Ответы:

1) 95,3 г; 2) 142,95 г; 3) 123,75 г; 4) 48,36 г.

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 5 М раствора  $\text{NaCl}$ , если плотность раствора  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ .

Ответы:

1) 58,5 %; 2) 24,38 %; 3) 64,35 %; 4) 15,26 %.

### Вариант № 11

Задача 1. Сколько граммов  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,2 л 5 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 10,5 г; 2) 19,2 г; 3) 20,1 г; 4) 38,4 г.

Задача 2. 24 г  $\text{MgSO}_4$  растворено в воде. Объем раствора 0,6 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,5 моль/л; 2) 0,33 моль/л; 3) 1 моль/л; 4) 0,66 моль/л.

Задача 3. Какова молярная концентрация 20 %-го раствора  $\text{CaCl}_2$ ?

Ответы:

1) 1,12 моль/кг; 2) 2,25 моль/кг; 3) 2,5 моль/кг; 4) 0,001 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{K}_2\text{CO}_3$  надо взять для приготовления 0,2 л 1 М раствора?

Ответы:

1) 138 г; 2) 13,5 г; 3) 27,6 г; 4) 55,2 г.

Задача 5. Растворимость  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  составляет 129,3 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора.

Ответы:

1) 0,56%; 2) 56%; 3) 25%; 4) 0,25%.

## Вариант № 12

Задача 1. Сколько граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,5 л 5 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 26,25 г; 2) 41,06 г; 3) 55,2 г; 4) 82,12 г.

Задача 2. 5,3 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  растворено в воде. Объем раствора 0,1 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,3 моль/л; 2) 0,5 моль/л; 3) 1 моль/л; 4) 1,5 моль/л.

Задача 3. Какова молярная концентрация 6 %-го раствора  $\text{FeSO}_4$ ?

Ответы:

1) 0,42 моль/кг; 2) 4,2 моль/кг; 3) 0,0042 моль/кг; 4) 0,84 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  надо взять для приготовления 0,2 л 0,5 М раствора ?

Ответы:

1) 342 г; 2) 34,2 г; 3) 171 г; 4) 17,1 г.

Задача 5. Растворимость  $\text{MgCl}_2$  составляет 54,5 г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора.

Ответы:

1) 0,35 %; 2) 35,28 %; 3) 50 %; 4) 0,55 %.

### Вариант № 13

Задача 1. Сколько граммов  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 0,5 л 10 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$  ?

Ответы:

1) 55 г; 2) 175,73 г; 3) 185,3 г; 4) 110 г.

Задача 2. 8,2 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,2 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,3 моль/л; 2) 0,25 моль/л; 3) 0,4 моль/л; 4) 0,5 моль/л.

Задача 3. Какова молярная концентрация 5 %-го раствора  $\text{CuSO}_4$ ?

Ответы:

1) 1,2 моль/кг; 2) 0,33 моль/кг; 3) 0,00033 моль/кг; 4) 0,66 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{K}_2\text{CO}_3$  надо взять для приготовления 0,5 л 0,2М раствора?

Ответы:

1) 138 г; 2) 13,8 г; 3) 27,6 г; 4) 25,3 г.

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 1,5 М раствора  $\text{NaCl}$ , если плотность раствора  $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ .

Ответы;

1) 0,763 %; 2) 7,63 %; 3) 15,2 %; 4) 23,5 %.

Вариант № 14

Задача 1. Какова молярность раствора  $\text{BaBr}_2$ , содержащего 8 г растворенного вещества в 194 мл раствора?

Ответы:

1) 2,4 моль/л; 2) 0,14 моль/л; 3) 1,4 моль/л; 4) 5,2 моль/л.

Задача 2. Какое количество  $\text{NaOH}$  содержится в 200 мл 0,01 Н раствора?

Ответы:

1) 1,2 г; 2) 0,082 г; 3) 12,3 г; 4) 2,3 г.

Задача 3. В 150 г воды растворено 14,2 г соли  $\text{MgCl}_2$ . Какова моляльная концентрация полученного раствора?

Ответы:

1) 0,1 моль/кг; 2) 1,01 моль/кг; 3) 0,01 моль/кг; 4) 10,1 моль/кг.

Задача 4. Какой объем 0,4 Н раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходим для реакции с 50 мл 0,5 М раствора  $\text{CaCl}_2$ ?

Ответы:

1) 525 мл; 2) 125 мл; 3) 0,125 мл; 4) 62,5 мл.

Задача 5. Из 1 л 10 %-го раствора  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  ( $\rho=1,084 \text{ г/см}^3$ ) выпарили 400 г воды. Вычислите содержание  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  в полученном растворе в массовых процентах.

Ответы:

1) 0,16 %; 2) 16 %; 3) 32 %; 4) 0,32 %.

Вариант № 15

Задача 1. Сколько граммов  $\text{BaCl}_2$  содержится в 28 мл 0,5 М раствора?

Ответы:

29 г; 2) 2,9 г; 3) 5,8 г; 4) 58 г.

Задача 2. Из 300 г 20 %-го раствора упарили 100 г воды. Определить процентную (по массе) концентрацию полученного раствора.

Ответы:

1) 0,3 %; 2) 30%; 3) 65%; 4) 15%.

Задача 3. Какой объем 0,1 Н раствора серной кислоты можно приготовить из 3000 мл 2 М раствора?

Ответы:

1) 120 л; 2) 1,2 л; 3) 12 л; 4) 120 мл.

Задача 4. Определить титр 0,3 Н раствора  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Ответы:

1) 1,6 г/мл; 2) 0,016 г/мл; 3) 16 г/мл; 4) 0,032 г/мл.

Задача 5. Какое количество 0,5 Н раствора щелочи требуется, чтобы осадить в виде  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  всю медь, содержащуюся в 25 мл 0,1 Н раствора  $\text{CuCl}_2$ ?

Ответы:

1) 0,5 л; 2) 0,005 л; 3) 0,15 л; 4) 1,5 л.



## Вариант № 16

Задача 1. Какой объем раствора концентрацией 0,25 М можно получить из 20 г  $\text{MgCl}_2$ ?

Ответы:

1) 0,85 л; 2) 1,7 л; 3) 0,425 л; 4) 0,085 л.

Задача 2. Какой объем 0,4 Н раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходим для реакции с 50 мл 0,1 М раствора  $\text{CaCl}_2$ ?

Ответы:

1) 0,05 л; 2) 0,025 л; 3) 0,0125 л; 4) 0,1 л.

Задача 3. Найти молярную концентрацию  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , если в 500 г воды содержится 10 г этой соли.

Ответы:

1) 2,5 моль/кг; 2) 0,25 моль/кг; 3) 0,025 моль/кг; 4) 0,125 моль/кг.

Задача 4. Из 3 л 60 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho=1.50$  г/см<sup>3</sup>) удалили 500 г воды. Какова процентная по массе концентрация оставшегося раствора?

Ответы:

1) 0,68%; 2) 68%; 3) 34%; 4) 0,34%.

Задача 5. Определить молярность 35 %-го раствора  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  с плотностью 1,370 г/см<sup>3</sup>.

Ответы:

1) 5,2 моль/л; 2) 2,6 моль/л; 3) 1,3 моль/л; 4) 0,026 моль/л.

Вариант № 17

Задача 1. 19,0 г  $MgCl_2$  растворено в воде. Объем раствора 0,5 л. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,4 моль/л; 2) 0,8 моль/л; 3) 0,3 моль/л; 4) 0,15 моль/л

Задача 2. Сколько граммов  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  надо взять для приготовления 0,2 л 10 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 22,4 г; 2) 33,23 г; 3) 10,5 г; 4) 66,5 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 10 %-го раствора  $CH_3COONa$ ?

Ответы:

1) 0,00135 моль/кг; 2) 1,35 моль/кг; 3) 2,7 моль/кг; 4) 0,085 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $K_2CO_3$  надо взять для приготовления 0,5 л 0,6 М раствора?

Ответы:

1) 2,7 г; 2) 27 г; 3) 37,5 г; 4) 0,37 г.

Задача 5. Растворимость  $Ca(HCO_3)_2$  составляет 0,165 г/100 г  $H_2O$ . Рассчитайте процентную концентрацию насыщенного раствора  $Ca(HCO_3)_2$ .

Ответы:

1) 16,5 %; 2) 0,165 %; 3) 50 %; 4) 1,65 %.

### Вариант № 18

Задача 1. 50 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  растворено в воде. Объем раствора 500 мл. Определите молярную и нормальную концентрацию раствора.

Ответы:

1) 0,94 моль/л; 2) 1,89 моль/л; 3) 0,4 моль/л; 4) 0,8 моль/л.

Задача 2. Сколько граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 1,0 л 5 %-го раствора с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ?

Ответы:

1) 52,5 г; 2) 82,03 г; 3) 45,6 г; 4) 91,2 г.

Задача 3. Какова молярная концентрация 6 %-го раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?

Ответы:

1) 0,45 моль/кг; 2) 0,9 моль/кг; 3) 0,0045 моль/кг; 4) 1,5 моль/кг.

Задача 4. Сколько граммов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  надо взять для приготовления 0,1 л 0,3 М раствора?

Ответы:

0,01026 г; 2) 30,2 г; 3) 10,26 г; 4) 102,6 г

Задача 5. Рассчитайте процентную концентрацию 1,5 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , если плотность раствора  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ .

Ответы:

1) 19,36 %; 2) 0,1936 %; 3) 0,3872 %; 4) 38,72 %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высш. шк., 2000. 559 с.
2. Адамсон Б. И., Гончарук О. Н., Камышова В. Н. и др.; Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие / Под ред. Н. В. Коровина. М.: Высш. шк., 2003. 255 с.
3. Федосова Н.Л., Румянцева В.Е., Лосева М.В. и др. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / Под ред. Н.Л. Федосовой. М.: Изд-во АСВ, 2003. 232 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Процентная концентрация</b> .....	<b>3</b>
<b>Молярная концентрация</b> .....	<b>7</b>
<b>Нормальная концентрация</b> .....	<b>10</b>
<b>Моляльная концентрация</b> .....	<b>16</b>
<b>Титр</b> .....	<b>18</b>
<b>Пересчет концентраций</b> .....	<b>20</b>
<b>Контрольные задания</b> .....	<b>26</b>
<b>Библиографический список</b> .....	<b>44</b>

