

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачёва»

Кафедра химии, технологии неорганических веществ  
и наноматериалов

## **РАСТВОРЫ**

Методические указания для самостоятельной работы и  
контроля знаний по дисциплинам «Химия» и «Общая и  
неорганическая химия» для студентов I курса инженерно-  
технических специальностей и направлений  
очной и заочной форм обучения

Составители Л. Л. Прилепская  
Е. В. Цалко  
К. В. Мезенцев

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 6 от 30.01.2013  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
направления 240100.62  
Протокол № 16 от 31.01.2013  
Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2013

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепление и контроль знаний студентов по расчетам концентраций растворов и способам их приготовления. Номер варианта индивидуального задания указывает преподаватель.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Раствором* называют однофазную гомогенную систему переменного состава, образованную двумя или несколькими веществами. Для приготовления растворов используют твёрдые, жидкие и газообразные вещества. Растворителем считают тот компонент, который в чистом виде существует в том же агрегатном состоянии, что и полученный раствор. Если же оба компонента до растворения находились в одинаковом агрегатном состоянии, то растворителем считают компонент, находящийся в большем количестве. Часто используют жидкие растворы, состоящие из жидкого растворителя (например, воды) и одного или нескольких растворенных веществ, которые до смешения с растворителем могли быть твердыми, жидкими или газообразными.

Состав раствора определяется количествами растворённого вещества и растворителя. Качественно различают разбавленные и концентрированные растворы, которые содержат соответственно меньшее и большее количество растворенного вещества. Количественно содержание растворенного вещества ( $B$ ) в растворе выражают величиной, называемой *концентрацией*. Существуют несколько способов выражения концентрации растворов.

1. *Массовая доля вещества*  $\Omega_B$  показывает, какую часть массы всего раствора составляет масса растворенного вещества. Массовую долю растворенного вещества определяют как отношение его массы ( $m_B$ ) к общей массе раствора ( $m_p$ ), т. е. к сумме масс растворенного вещества и растворителя, например, воды ( $m_{H_2O}$ ):

$$\omega_B = \frac{m_B}{m_p} = \frac{m_B}{m_B + m_{H_2O}} = \frac{m_B}{V_p \cdot \rho_p},$$

где  $V_p$  – объем раствора,  $\text{см}^3$ ;  $\rho_p$  – плотность раствора,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $\omega_B$  – величина безразмерная, выраженная в долях.

При умножении  $\omega_B$  на 100 массовую долю выражают в процентах. Например, запись  $\omega_B = 0,05$  (или 5 % масс.) означает, что в 100 массовых единицах раствора содержится 5 массовых единиц растворенного вещества.

**2. Объёмная доля вещества  $\varphi_B$**  – это отношение объёма растворенного вещества ( $V_B$ ) к общему объёму раствора ( $V_p$ ):

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V_p} = \frac{m_B \cdot \rho_p}{\rho_B \cdot m_p},$$

где  $\rho_B$  – плотность растворенного вещества,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $\varphi_B$  – величина безразмерная, выраженная в долях.

При умножении  $\varphi_B$  на 100 объёмную долю выражают в процентах. Например, запись  $\varphi_B = 0,15$  (или 15 % об.) означает, что в 100 объёмных единицах раствора содержится 15 объёмных единиц растворенного вещества.

**3. Мольная доля вещества  $\chi_B$**  – это отношение количества растворенного вещества ( $n_B$ ) к сумме количеств всех веществ, находящихся в растворе:

$$\chi_B = \frac{n_B}{n_B + n_{H_2O}},$$

где  $n_B$  и  $n_{H_2O}$  – количество растворенного вещества и растворителя (воды), моль;  $\chi_B$  – величина безразмерная, выраженная в долях.

При умножении  $\chi_B$  на 100 мольную долю выражают в процентах. Например, запись  $\chi_B = 0,1$  (или 10 % мол.) означает, что в 100 мольных единицах раствора содержится 10 мольных единиц растворенного вещества.

**4. Молярная концентрация вещества (молярность)**  $C_B$  (М) показывает, сколько моль растворенного вещества содержится в 1 л (1 дм<sup>3</sup>) раствора.  $C_B$  рассчитывают как отношение количества растворенного вещества ( $n_B$ ) к объему раствора ( $V_p$ ):

$$C_B = \frac{n_B}{V_p} = \frac{m_B}{M_B \cdot V_p}, \text{ моль/л,}$$

где  $M_B$  – молярная масса растворенного вещества, г/моль.

Например, запись 2 М означает, что молярная концентрация раствора  $C_B = 2$  моль/л, т. е. в 1 л раствора содержится 2 моль растворенного вещества.

**5. Эквивалентная или молярная концентрация эквивалентов вещества (нормальность)  $C_{eq(B)}$  (н.)** показывает, сколько моль эквивалентов растворенного вещества содержится в 1 л (1 дм<sup>3</sup>) раствора.  $C_{eq(B)}$  рассчитывают как отношение количества эквивалентов вещества  $n_{eq(B)}$  к объему раствора ( $V_p$ ):

$$C_{eq(B)} = \frac{n_{eq(B)}}{V_p} = \frac{m_B}{M_{eq(B)} \cdot V_p}, \text{ моль/л,}$$

где  $M_{eq(B)}$  – молярная масса эквивалентов растворенного вещества, г/моль.

Например, запись 0,3 н.  $K_3PO_4$  означает, что в 1 л раствора содержится 0,3 моль эквивалентов  $K_3PO_4$ , т. е.  $C_{eq(B)} = 0,3$  моль/л.

Поскольку в 1 моль растворенного вещества может содержаться  $Z_B$  эквивалентов этого вещества, то  $C_{eq(B)} = Z_B \cdot C_B$ . Для рассмотренного примера  $Z_B = 3$ , следовательно,  $C_B = 0,1$  моль/л.

**6. Моляльная концентрация вещества (моляльность)**  
 $C_m$  показывает, сколько моль растворенного вещества содержится в 1000 г (1 кг) растворителя.  $C_m$  рассчитывают как отношение количества растворенного вещества ( $n_B$ ) к массе растворителя, например, воды ( $m_{H_2O}$ ):

$$C_m = \frac{n_B}{m_{H_2O}} = \frac{m_B}{M_B \cdot m_{H_2O}}, \text{ моль/кг.}$$

Например, запись 0,1 м.  $H_2SO_4$  означает, что в 1 кг воды растворено 0,1 моль  $H_2SO_4$ .

**7. Титр** раствора  $T_B$  показывает массу растворенного вещества в граммах, содержащуюся в 1 см<sup>3</sup> раствора:

$$T_B = \frac{m_B}{V_p}, \text{ г/см}^3.$$

Для успешного решения задач по теме «Концентрация растворов» рекомендуется следующее:

1. Запишите условие задачи в краткой форме с использованием предложенных выше условных обозначений.
2. Сопоставьте исходные данные задачи с определениями и формулами для разных способов выражения состава растворов.
3. Решите задачу с использованием формулы или определения путем составления пропорции.
4. При выполнении индивидуального задания решайте задачи последовательно в предложенном порядке, т. е. от простой задачи к более сложной.
5. Если задача вызывает затруднение, воспользуйтесь примерами задач с решениями, приведенными в литературе [1–3].

## ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 1. Определение концентрации растворов

**Задание 1.1.** Определите массовую долю (% масс.) вещества в растворе, для приготовления которого взято:

№ п/п	Вещество	Масса вещества, г	Объем воды, см <sup>3</sup>
1	хлорид натрия	5,2	100
2	дихромат калия	1,6	70
3	фосфат калия	15,6	200
4	йодид магния	25,5	600
5	гидроксид натрия	7,5	15
6	пероксид водорода	3,5	120
7	нитрат бария	20,0	220
8	гидрокарбонат натрия	36,5	800
9	нитрат серебра	12,5	300
10	сульфат алюминия	22,5	180
11	гидроксид лития	8,5	350
12	хлорид цинка	16,6	400
13	перхлорат натрия	5,5	250
14	перманганат калия	1,2	80
15	хлорид аммония	25,8	320
16	гидрофосфат натрия	12,0	500
17	нитрат висмута (III)	6,5	90
18	хлорид кобальта (II)	1,5	210
19	ацетат свинца	2,8	170
20	бромид меди (II)	4,5	370
21	хлорид железа (III)	7,5	600
22	йодид калия	13,5	280
23	сульфид натрия	1,7	190
24	нитрат аммония	15,8	550
25	гидроксид калия	8,5	140

**Задание 1.2.** Определите молярную концентрацию вещества (моль/л) и титр раствора (г/см<sup>3</sup>), для приготовления 500 см<sup>3</sup> которого взято:

№ п/п	Вещество	Масса вещества, г
1	сульфат калия	10,2
2	перманганат калия	5,8
3	нитрат серебра	13,4
4	перхлорат натрия	11,2
5	йодид магния	22,3
6	фосфат калия	31,8
7	сульфат алюминия	29,7
8	нитрат бария	40,4
9	пероксид водорода	12,8
10	гидроксид натрия	18,5
11	сульфат кадмия	34,0
12	тиосульфат натрия	25,7
13	сульфат аммония	14,7
14	хлорид железа (III)	8,8
15	сульфит натрия	10,2
16	нитрат свинца (II)	14,5
17	дигидрофосфат калия	21,4
18	хлорид кальция	16,7
19	сульфид аммония	20,8
20	сульфат меди (II)	28,5
21	ацетат стронция	18,4
22	сульфат хрома (III)	11,1
23	хлорид алюминия	9,8
24	нитрат никеля (II)	14,9
25	хлорид олова (II)	20,2

**Задание 1.3.** Определите молярную концентрацию эквивалентов вещества (нормальность, моль/л) в растворе, для приготовления  $200 \text{ см}^3$  которого взято:

№ п/п	Вещество	Масса вещества, г
1	карбонат натрия	15,8
2	тиосульфат калия	11,5
3	нитрат бария	20,1
4	фосфат калия	17,4
5	сульфат кадмия	12,4
6	хлорид алюминия	9,8
7	бромид магния	11,5
8	хлорид олова (II)	10,1
9	ацетат стронция	5,4
10	гидрофосфат калия	7,8
11	карбонат натрия	16,5
12	сульфид аммония	7,7
13	хлорид железа (III)	3,5
14	сульфат аммония	8,9
15	нитрат свинца (II)	6,6
16	ацетат стронция	9,2
17	сульфит калия	11,8
18	нитрит кальция	5,7
19	сульфат никеля (II)	4,6
20	нитрат олова (II)	7,2
21	хлорат магния	3,7
22	сульфат марганца (II)	7,2
23	фосфат лития	15,2
24	йодид бериллия	8,1
25	карбонат аммония	14,2



**Задание 1.4.** Определите молярную концентрацию (моль/кг) и мольную долю (% мол.) вещества в растворе, для приготовления которого взято:

№ п/п	Вещество	Масса вещества, г	Объем воды, см <sup>3</sup>
1	хлорид натрия	25,5	250
2	сульфат аммония	3,1	130
3	бромид бериллия	5,2	300
4	фосфат натрия	14,7	180
5	хлорат магния	2,8	400
6	сульфат никеля (II)	3,5	240
7	сульфид калия	10,6	150
8	ацетат стронция	6,6	200
9	йодид бериллия	9,2	260
10	карбонат натрия	11,6	120
11	хлорат магния	2,3	170
12	сульфат аммония	8,5	300
13	нитрит олова (II)	4,1	190
14	тиосульфат калия	8,9	400
15	бромид магния	10,6	110
16	нитрат бария	12,2	300
17	гидрофосфат натрия	6,7	350
18	хлорид алюминия	7,4	140
19	ацетат стронция	5,2	240
20	бромид кадмия	12,7	200
21	йодид магния	14,5	450
22	фосфат лития	21,2	500
23	карбонат калия	30,7	650
24	ацетат свинца (II)	4,2	300
25	сульфат меди (II)	0,8	120

## 2. Приготовление растворов заданной концентрации

**Задание 2.1.** Определите массу вещества (г) и объём растворителя (воды) (см<sup>3</sup>), необходимые для приготовления растворов с заданной массовой долей:

№ п/п	Вещество	Масса раствора, г	Концентрация раствора, % масс.
1	карбонат калия	250	8
2	нитрат натрия	125	9
3	гидрокарбонат натрия	700	18
4	перхлорат калия	170	5
5	хлорид магния	220	4
6	нитрит бария	80	7
7	нитрат висмута	140	12
8	йодид калия	270	6
9	хлорид калия	520	25
10	гидроксид натрия	600	12
11	бромид стронция	150	3
12	нитрат никеля (II)	240	9
13	йодид лития	330	5
14	сульфат аммония	480	15
15	хлорид бериллия	160	2
16	ацетат натрия	280	17
17	нитрат свинца (II)	140	6
18	гидроксид калия	750	23
19	бромид кальция	550	18
20	карбонат аммония	300	8
21	гидроксид лития	180	28
22	сульфат никеля (II)	250	11
23	фосфат калия	400	8
24	хлорид магния	120	14
25	гидроксид натрия	600	26

**Задание 2.2.** Определите массу вещества (г), необходимую для приготовления 2 л раствора с заданной молярной концентрацией (молярностью):

№ п/п	Вещество	Концентрация раствора М (моль/л)
1	сульфит натрия	0,1
2	ацетат калия	5,0
3	йодид кальция	2,0
4	хлорид бериллия	0,5
5	гидроксид лития	3,0
6	сульфат кадмия	0,25
7	сульфид аммония	0,85
8	дихромат натрия	0,8
9	роданид аммония	0,4
10	фосфорная кислота	0,5
11	бромат натрия	0,3
12	нитрат кобальта (II)	1,5
13	цианид калия	0,7
14	сульфат хрома (III)	0,05
15	ацетат свинца (II)	0,75
16	бромид кальция	0,7
17	хлорид бериллия	0,6
18	нитрат бария	0,1
19	карбонат натрия	1,5
20	гидросульфат калия	3,0
21	нитрат висмута	0,8
22	хлорат лития	3,6
23	йодид бария	2,7
24	гидрокарбонат кальция	1,2
25	арсенат натрия	0,5

**Задание 2.3.** Определите массу вещества (г), необходимую для приготовления растворов с заданной молярной концентрацией эквивалентов (нормальностью):

№ п/п	Вещество	Объем раствора, л	Концентрация раствора, н. (моль/л)
1	хлорид бария	0,5	0,2
2	сульфид натрия	0,6	0,08
3	дихромат калия	1,5	0,25
4	сульфат магния	0,2	0,15
5	цианид калия	0,25	0,6
6	сульфит лития	0,8	0,5
7	фосфорная кислота	2,5	0,3
8	роданид аммония	3,3	0,25
9	серная кислота	0,7	4,0
10	нитрат кобальта (II)	0,3	1,5
11	хлорид кадмия	0,4	0,7
12	сульфат марганца (II)	1,2	2,1
13	хлорид алюминия	0,7	0,8
14	сульфат никеля (II)	1,5	1,2
15	арсенат цезия	0,3	2,0
16	хлорид железа (II)	2,0	0,5
17	карбонат меди (I)	0,2	0,2
18	сульфат хрома (III)	0,4	0,6
19	ацетат свинца (II)	0,5	0,3
20	нитрат железа (III)	3,0	1,4
21	гидрофосфат рубидия	0,4	0,8
22	йодид никеля (II)	1,2	1,6
23	арсенат натрия	0,8	3,0
24	гидрокарбонат кальция	3,5	2,5
25	нитрит кобальта (II)	0,5	1,2

**Задание 2.4.** Вычислите массу вещества (г) и объём воды ( $\text{см}^3$ ), необходимых для приготовления раствора, моляльность которого равна 0,4 моль/кг:

№ п/п	Вещество	Масса раствора, г
1	нитрат серебра	500
2	ацетат свинца (II)	200
3	гидрофосфат рубидия	130
4	йодид никеля (II)	440
5	нитрат железа (III)	250
6	гидрокарбонат кальция	180
7	нитрит кобальта (II)	360
8	хлорид железа (II)	120
9	гидрокарбонат кальция	170
10	арсенат натрия	230
11	хлорид алюминия	330
12	сульфат хрома (III)	520
13	фосфит цезия	250
14	нитрит магния	650
15	метаборат бария	320
16	ацетат кобальта (II)	500
17	роданид циркония (II)	290
18	нитрат марганца (II)	460
19	бромид бериллия	190
20	хлорит стронция	300
21	тиосульфат аммония	530
22	нитрит кадмия	440
23	молибдат калия	260
24	силикат лития	700
25	гипойодит титана (II)	310

### 3. Расчеты, связанные с приготовлением растворов одной концентрации из растворов другой концентрации

**Задание 3.1.** Рассчитайте массовую долю вещества (% масс.) в растворе, полученном добавлением 50 см<sup>3</sup> воды к раствору, масса и массовая доля которого указаны в задании 2.1 Вашего варианта.

**Задание 3.2.** Рассчитайте массовую долю вещества (% масс.) в растворе, полученном при смешивании растворов А и Б:

№ п/п	Вещество	Раствор А		Раствор Б	
		Масса, г	ω <sub>в</sub> , % масс.	Масса, г	ω <sub>в</sub> , % масс.
1	карбонат калия	50	10,5	120	2,7
2	сульфат аммония	100	15	70	8,0
3	хлорат натрия	200	10,5	50	17
4	ацетат стронция	500	2,5	250	8,5
5	сульфид калия	220	12	120	4,5
6	сульфат никеля (II)	55	7,5	120	2,5
7	хлорид магния	400	8,0	85	5,0
8	фосфат натрия	270	16	200	2,5
9	оксалат бериллия	310	9,5	40	4,5
10	бромид калия	120	28	210	12
11	сульфат меди (II)	200	3,5	55	9,8
12	ацетат свинца (II)	26	9,5	110	3,6
13	йодид магния	240	4,5	48	0,5
14	бромид кадмия	70	6,0	200	2,5
15	ацетат стронция	350	4,5	180	1,5
16	хлорид алюминия	400	1,5	70	3,5
17	нитрат олова (II)	60	2,5	260	1,5
18	гидрофосфат натрия	170	9,5	80	16
19	нитрат бария	65	2,4	140	8,8
20	бромид магния	340	7,0	90	2,6
21	хлорид никеля (II)	230	4,0	120	7,5
22	гидроксид натрия	650	12	250	21
23	серная кислота	760	30,5	240	17
24	хлорат натрия	290	12,7	120	4,5
25	перманганат калия	840	2,5	220	7,5

**Задание 3.3.** Рассчитайте молярную и эквивалентную концентрации (моль/л) раствора, полученного смешиванием:

№ п/п	Вещество	Раствор А		Раствор Б	
		Объем, см <sup>3</sup>	С <sub>в</sub> , М (моль/л)	Объем, см <sup>3</sup>	С <sub>eq(в)</sub> , н. (моль/л)
1	хлорид магния	200	0,1	100	2,0
2	серная кислота	50	2,0	150	0,5
3	гидроксид калия	240	5,0	400	2,0
4	нитрат бария	170	1,2	60	3,5
5	гидрофосфат натрия	50	7,0	180	2,5
6	хлорат кальция	70	0,6	140	2,0
7	нитрат олова (II)	40	0,1	280	5,0
8	хлорид алюминия	100	0,5	370	2,0
9	ацетат стронция	130	0,4	280	2,0
10	бромид кадмия	550	1,2	100	0,8
11	йодид магния	80	3,0	290	0,6
12	ацетат свинца (II)	340	1,5	60	0,1
13	сульфат меди (II)	180	0,5	35	2,0
14	бромид калия	250	4,0	120	2,0
15	нитрит бериллия	230	2,5	90	0,6
16	фосфат натрия	200	0,1	440	4,0
17	гидроксид лития	180	3,6	120	1,0
18	фосфит натрия	170	0,8	260	3,0
19	сульфат никеля (II)	180	2,0	55	0,8
20	сульфид калия	280	3,0	150	1,5
21	ацетат стронция	80	1,2	350	4,0
22	карбонат аммония	180	0,8	50	2,0
23	силикат натрия	320	0,5	550	4,0
24	тетраборат натрия	600	3,0	250	0,6
25	роданид железа (III)	300	0,1	200	0,8

**Задание 3.4.** Рассчитайте эквивалентную концентрацию (моль/л) раствора, полученного смешиванием растворов А и Б:

№ п/п	Вещество	Раствор А			Раствор Б	
		$V_3$ , см <sup>3</sup>	$\omega_B$ , % масс.	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$V_3$ , см <sup>3</sup>	$C_B$ , М (моль/л)
1	серная кислота	10	96	1,806	50	1,07
2	уксусная кислота	5	60	1,064	90	1,0
3	хлорид алюминия	12	30	1,242	120	0,3
4	азотная кислота	14	50	1,310	200	0,95
5	гидроксид калия	40	20	1,180	100	0,5
6	гидроксид калия	20	20	1,180	150	1,06
7	хлорид бария	8	24	1,250	250	0,2
8	соляная кислота	140	20	1,100	300	2,0
9	сульфит натрия	280	8	1,075	60	5,0
10	азотная кислота	50	30	1,205	220	0,5
11	фосфорная кислота	80	40	1,250	190	0,1
12	карбонат натрия	560	18	1,190	230	2,0
13	гидроксид аммония	160	35	0,940	60	2,0
14	хлорид аммония	170	8	1,071	200	0,1
15	карбонат калия	340	50	1,540	200	0,5
16	нитрат серебра	80	20	1,194	40	2,0
17	сульфат натрия	120	8	1,072	40	2,0
18	хлорид бария	200	4	1,034	85	0,5
19	сульфат меди (II)	300	8	1,084	130	0,2
20	хлорид железа (III)	600	50	1,851	250	0,05
21	тиосульфат натрия	350	40	1,382	300	0,1
22	сульфат кадмия	140	4	1,547	85	0,1
23	бромид калия	280	40	1,374	340	0,8
24	хлорид цинка	330	8	1,668	120	0,5
25	дихромат калия	400	4	1,026	240	0,5



**Задание 3.5.** Определите, какой объем концентрированного раствора А следует взять для приготовления определенного количества разбавленного раствора Б того же вещества:

№ п/п	Вещество	Раствор А		Раствор Б		
		$\omega_B$ , % масс.	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	V, л	$C_B$ , М (моль/л)	$C_{eq(B)}$ , н. (моль/л)
1	серная кислота	96	1,835	3	0,4	-
2	фосфорная кислота	35	1,216	10	-	0,2
3	гидроксид натрия	30	1,328	1,5	-	0,02
4	соляная кислота	30	1,149	4	-	0,6
5	серная кислота	98	1,839	7	-	3,0
6	фосфорная кислота	40	1,250	2	-	2,0
7	гидроксид калия	24	1,218	3,5	0,05	-
8	азотная кислота	36	1,225	4	-	0,2
9	гидроксид натрия	24	1,218	2,5	1,2	-
10	серная кислота	57	1,470	1,5	-	0,1
11	фосфорная кислота	49	1,330	4	0,5	-
12	гидроксид калия	48	1,510	6,5	-	0,7
13	азотная кислота	46	1,290	8	2,0	-
14	гидроксид натрия	14	1,153	3,5	-	0,01
15	соляная кислота	38	1,195	1,5	2,5	-
16	сульфит натрия	8	1,075	2	-	0,01
17	хлорид натрия	20	1,152	4,5	0,6	-
18	карбонат натрия	18	1,190	1,8	-	0,3
19	гидроксид аммония	35	0,940	3	-	2,0
20	хлорид бария	20	1,203	2	-	0,5
21	хлорид калия	10	1,063	0,8	0,01	-
22	уксусная кислота	60	1,068	2,2	-	2,0
23	карбонат калия	20	1,189	1,3	-	0,06
24	тиосульфат натрия	40	1,382	5	-	0,2
25	сульфат кадмия	40	1,547	2,5	-	0,1

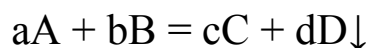
#### 4. Расчеты, связанные с взаимодействием веществ в растворах

**Задание 4.1.** Напишите уравнения реакции и рассчитайте, какой объём раствора вещества А потребуется на нейтрализацию раствора вещества Б, если:

№ п/п	Раствор А			Раствор Б		
	Вещество	Концен- трация	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Вещество	Объем, л	Концен- трация
1	серная кислота	2,5 н.	-	гидроксид бария	0,5	0,02 М
2	серная кислота	10 % масс.	1,07	гидроксид калия	0,4	0,5 М
3	гидроксид калия	28 % масс.	1,26	уксусная ки- слота	2,0	1,5 М
4	серная кислота	3 н.	-	гидроксид лития	0,52	3 М
5	серная кислота	20 % масс.	1,14	гидроксид аммония	0,25	1,5 М
6	азотная кислота	0,2 М	-	гидроксид калия $\rho=1,26$ г/см <sup>3</sup>	1,5	28 % масс.
7	соляная кислота	18 % масс.	1,09	гидроксид стронция	0,2	0,8 М
8	серная кислота	10 % масс.	1,07	гидроксид алюминия	m=46 г	-
9	гидроксид калия	28 % масс.	1,26	селеновая кислота	0,5	3 М
10	фосфорная кислота	62 % масс.	1,45	гидроксид калия	0,6	0,15 М
11	хлорная кислота	1,25 н.	-	гидроксид калия $\rho=1,26$ г/см <sup>3</sup>	2,6	28 % масс.
12	серная кислота	4 н.	-	гидроксид бария	0,25	0,55 М

№ п/п	Раствор А			Раствор Б		
	Вещество	Концен- трация	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Вещество	Объем, л	Концен- трация
13	серная кислота	20 % масс.	1,03	гидроксид цезия	4,5	3 М
14	гидроксид калия	27 % масс.	1,25	фосфорная кислота	2,5	0,3 н.
15	селеновая кислота	0,85 М	-	гидроксид калия $\rho=1,26$ г/см <sup>3</sup>	0,6	28 % масс.
16	серная кислота	2,8 н.	-	гидроксид бария	0,35	0,25 М
17	гидроксид натрия	10 % масс.	1,115	серная кислота	1,4	2,5 н.
18	фосфорная кислота	5 н.	-	гидроксид кальция	0,6	0,35 М
19	гидроксид аммония	1,5 М	-	серная кислота $\rho=1,07$ г/см <sup>3</sup>	1,2	10 % масс.
20	азотная кислота	30 % масс.	1,205	гидроксид магния	m=45 г	-
21	гидроксид натрия	16 % масс.	1,18	фосфорная кислота	0,25	2 М
22	уксусная кислота	2,5 М	-	гидроксид калия $\rho=1,26$ г/см <sup>3</sup>	2,0	28 % масс
23	серная кислота	10 % масс.	1,07	гидроксид бария	m=46г	-
24	гидроксид калия	27 % масс.	1,25	хлорная кислота	0,75	1,45 н.
25	гидроксид лития	3 М	-	серная кислота $\rho=1,38$ г/см <sup>3</sup>	-	48 % масс.

**Задание 4.2.** При проведении реакции по схеме



рассчитайте, какой объём раствора вещества А (см<sup>3</sup>) следует прибавить к раствору вещества В для получения m (г) вещества D при условии полного необратимого взаимодействия реагирующих веществ, если:

№ п/п	Раствор А		Раствор В	Вещество D m, г
	Вещество	Концентрация	Вещество	
1	соляная кислота	0,4 н.	нитрат серебра	0,28
2	серная кислота	2,0 н.	хлорид бария	10,55
3	фосфорная кислота	0,4 н.	ацетат свинца (II)	8,50
4	сероводородная кислота	3,3 н.	сульфат меди (II)	3,58
5	фосфорная кислота	3,0 М	нитрат серебра	13,5
6	сернистая кислота	2,5 н.	хлорид магния	2,85
7	карбонат натрия	4,0 н.	хлорид стронция	1,63
8	силикат натрия	1,5 М	хлорид бария	1,08
9	сульфид аммония	3,4 н.	бромид цинка	2,63
10	сульфит натрия	3,0 н.	нитрат кальция	6,67
11	хромат калия	4,4 н.	хлорид ртути (II)	0,85
12	сульфат алюминия	2,0 М	силикат калия	4,45
13	йодид олова (II)	2,6 М	фосфорная кислота	2,25

№ п/п	Раствор А		Раствор В	Вещество D m, г
	Вещество	Концен- трация	Вещество	
14	нитрат висмута (III)	1,5 М	бромид марганца (II)	6,65
15	хромат калия	4,3 н.	бромид марганца (II)	6,65
16	хлорид железа (II)	2,6 н.	сероводородная кислота	3,08
17	карбонат лития	4,0 н.	бромид железа (III)	3,25
18	хромат калия	2,77 н.	сульфат меди (II)	7,70
19	хлорид магния	3,5 н.	карбонат натрия	5,06
20	нитрат кальция	1,6 н.	силикат калия	2,08
21	фосфат натрия	3,8 н.	йодид цинка	5,65
22	сульфид натрия	2,7 н.	хлорид олова (II)	1,65
23	карбонат натрия	4,5 н.	хлорид марганца (II)	7,86
24	сульфит калия	3,6 н.	ацетат свинца (II)	9,15
25	силикат натрия	5,0 н.	хлорид магния	2,55

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лидин, Р. А. Задачи по общей и неорганической химии / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева. – М. : Владос, 2011. – 383 с.
2. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии / Н. Л. Глинка. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – 240 с.
3. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии / З. Е. Гольбрайх, Е. И. Маслов. – М. : Астрель, 2009. – 383 с.

Составители  
Людмила Львовна Прилепская  
Елена Викторовна Цалко  
Константин Владимирович Мезенцев

## РАСТВОРЫ

Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний  
по дисциплинам «Химия» и «Общая и неорганическая химия»  
для студентов I курса инженерно-технических специальностей  
и направлений очной и заочной форм обучения

Печатается в авторской редакции

Рецензент Н. А. Золотухина

Подписано в печать 18.02.2013. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.  
Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 86 экз. Заказ  
КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.