

## ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

Номер варианта	Номера задач по темам								
	1	2	3	4	5	6		7	8
01	1	21	61	81	96	126	160	161	176
02	2	22	62	82	97	127	159	162	177
03	3	23	63	83	98	128	158	163	178
04	4	24	64	84	99	129	157	164	179
05	5	25	65	85	100	130	156	165	180
06	6	26	66	86	101	131	155	166	181
07	7	27	67	87	102	132	154	167	182
08	8	28	66	88	103	133	153	168	183
09	9	29	69	89	104	134	152	169	184
10	10	30	70	90	105	135	151	170	185
11	11	31	71	91	106	136	150	171	186
12	12	32	72	92	107	137	149	172	187
13	13	33	73	93	108	138	148	173	188
14	14	34	74	94	109	139	147	174	189
15	15	35	75	95	110	140	146	175	190
16	16	36	76	82	111	141	145	162	177
17	17	37	77	83	112	142	144	163	178
18	18	38	78	84	113	127	143	164	179
19	19	39	79	85	114	143	144	165	180
20	20	40	80	86	115	141	145	166	181
21	1	41	62	87	116	140	146	167	182
22	2	42	63	88	117	139	147	168	183
23	3	43	64	89	118	138	148	169	184
24	4	44	65	90	119	137	149	170	185
25	5	45	66	91	120	136	150	171	186
26	6	46	67	92	121	135	151	172	187
27	7	47	68	93	122	134	152	173	188
28	8	48	69	94	123	133	153	174	189
29	9	49	70	95	124	132	154	175	190
30	10	50	71	82	125	131	155	161	176
31	11	51	72	81	97	130	156	163	178
32	12	52	73	84	98	129	157	164	179
33	13	53	74	85	99	128	158	165	180
34	14	54	75	86	100	127	159	166	181
35	15	55	76	87	101	126	160	167	182
36	16	56	77	88	102	127	159	168	183

Номер варианта	Номера задач по темам								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
37	17	57	78	89	103	128	158	169	184
38	18	58	79	90	104	129	157	170	185
39	19	59	80	91	105	130	156	171	186
40	20	60	61	92	106	131	155	172	187
41	1	22	63	93	107	132	154	173	188
42	2	23	64	94	108	133	153	174	189
43	3	24	65	95	109	134	152	175	190
44	4	25	66	83	110	135	151	162	176
45	5	26	67	81	111	136	150	161	177
46	6	27	68	83	112	137	149	164	179
47	7	28	69	84	113	138	148	165	180
48	8	29	70	85	114	139	147	166	181
49	9	30	71	86	115	140	146	167	182
50	10	31	72	87	116	141	145	168	183
51	11	32	73	88	117	142	144	169	184
52	12	33	74	89	118	142	143	170	185
53	13	34	75	90	119	143	144	171	186
54	14	35	76	91	120	141	145	172	187
55	15	36	77	92	121	140	146	173	188
56	16	37	78	93	122	139	147	174	189
57	17	38	79	94	123	138	148	175	190
58	18	39	80	95	124	137	149	161	176
59	19	40	61	82	125	136	150	162	177
60	20	41	62	81	96	135	151	163	178
61	1	42	64	85	98	134	152	165	179
62	2	43	65	86	99	133	153	166	180
63	3	44	66	87	100	132	154	167	181
64	4	45	67	88	101	131	155	168	182
65	5	46	68	89	102	130	156	169	183
66	6	47	69	90	103	129	157	170	184
67	7	48	70	91	104	128	158	171	185
68	8	49	71	92	105	127	159	172	186
69	9	50	72	93	106	130	160	173	187
70	10	51	73	94	107	126	159	174	188
71	11	52	74	95	108	128	158	175	189
72	12	53	75	81	109	129	157	161	176
73	13	54	76	82	110	130	156	162	177
74	14	55	77	83	111	131	155	163	178
75	15	56	78	84	112	132	154	164	179

Номер варианта	Номера задач по темам								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
76	16	57	79	86	113	133	153	166	180
77	17	58	80	87	114	134	152	167	181
78	18	59	61	88	115	135	151	168	182
79	19	60	62	89	116	136	150	169	183
80	20	21	64	90	117	137	149	170	184
81	1	23	65	91	118	138	148	171	185
82	2	41	66	92	119	139	147	172	186
83	3	24	67	93	120	140	146	173	187
84	4	42	68	94	121	141	145	174	188
85	5	25	69	95	122	126	142	175	189
86	6	43	70	85	123	127	143	161	176
87	7	26	71	84	124	142	144	162	177
88	8	44	72	83	125	141	145	163	178
89	9	27	73	82	96	140	146	164	179
90	10	45	74	81	97	139	147	165	180
91	11	28	75	84	99	138	148	166	181
92	12	46	76	85	100	137	149	167	182
93	13	29	77	86	101	136	150	168	183
94	14	47	78	87	102	135	151	169	184
95	15	30	79	88	103	134	152	170	185
96	16	48	80	89	104	133	153	171	186
97	17	31	61	90	105	132	154	172	187
98	18	49	62	91	106	131	155	173	188
99	19	32	63	92	107	130	156	174	189
00	20	50	64	93	108	129	157	175	190

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### Тема 1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

#### Теоретические основы

*Закон сохранения энергии. Внутренняя энергия и энтальпия. Экзо- и эндотермические реакции. Стандартная энтальпия образования. Энтальпийные диаграммы. Закон Гесса и следствия из него. Понятие об энтропии. Стандартные энтропии. Изменения энтропии в различных процессах. Понятие о свободной энергии Гиббса. Расчет стандартного изменения энергии Гиббса в химических реакциях.*

#### Задачи 1-20

1. Вычислите стандартные изменения (при 298 К) энтальпии, энтропии и свободной энергии Гиббса реакции, приведенной в задаче. Является реакция экзо- или эндотермической? Чем объясняется характер изменения энтропии? Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции в стандартных условиях? При решении задачи пользуйтесь данными приложения 2.

- $\text{CH}_3\text{CHO}_{(г)} = \text{CH}_4_{(г)} + \text{CO}_{(г)}$ .
- 2\* .  $2\text{NO}_{(г)} + 2\text{H}_2_{(г)} = \text{N}_2_{(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ .
  - 3\* .  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_2_{(г)} = 2\text{NO}_2_{(г)}$ .
  - 4\* .  $\text{C}_2\text{Cl}_4_{(г)} + \text{Cl}_2_{(г)} = \text{C}_2\text{Cl}_6_{(г)}$ .
  - 5\* .  $4\text{H}_2_{(г)} + 2\text{NO}_2_{(г)} = 4\text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{N}_2_{(г)}$ .
  - 6\* .  $2\text{NO}_{(г)} + \text{Cl}_2_{(г)} = 2\text{NOCl}_{(г)}$ .
  - 7\* .  $2\text{NO}_{(г)} + \text{H}_2_{(г)} = \text{N}_2\text{O}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$ .
  - 8\* .  $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_2_{(г)} = \text{COCl}_2_{(г)}$ .
  - 9\* .  $\text{H}_2_{(г)} + \text{Br}_2_{(г)} = 2\text{HBr}_{(г)}$ .
  - 10\* .  $\text{H}_2\text{O}_2_{(г)} + \text{H}_2_{(г)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ .
  - 11\* .  $\text{CdO}_{(тв)} + \text{H}_2_{(г)} = \text{Cd}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$ .
  - 12\* .  $\text{H}_2_{(г)} + \text{I}_2_{(г)} = 2\text{HI}_{(г)}$ .
  - 13\* .  $\text{Fe}_3\text{O}_4_{(тв)} + 4\text{H}_2_{(г)} = 3\text{Fe}_{(тв)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ .
  - 14\* .  $2\text{NO}_{(г)} + \text{Br}_2_{(г)} = 2\text{NOBr}_{(г)}$ .
  - 15\* .  $2\text{N}_2\text{O}_5_{(г)} = 4\text{NO}_2_{(г)} + \text{O}_2_{(г)}$ .
  - 16\* .  $\text{HCHO}_{(г)} = \text{H}_2_{(г)} + \text{CO}_{(г)}$ .
  - 17\* .  $\text{C}_{(тв)} + \text{CO}_2_{(г)} = 2\text{CO}_{(г)}$ .
  - 18\* .  $2\text{O}_3_{(г)} = 3\text{O}_2_{(г)}$ .
  - 19\* .  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_2_{(г)} + \text{H}_2_{(г)}$ .
  - 20\* .  $\text{N}_2_{(г)} + \text{O}_2_{(г)} = 2\text{NO}_{(г)}$ .

\* Условие см. в задаче 1.

## Тема 2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

### Теоретические основы

*Скорость реакций в гомогенных и гетерогенных системах и ее зависимость от концентраций реагентов, давления и температуры. Закон действия масс. Частные и общий порядки реакции. Правило Вант-Гоффа. Обратимые реакции. Гомогенные и гетерогенные равновесия. Константа равновесия в гомогенных и гетерогенных системах. Смещение равновесия при изменении внешних условий. Принцип Ле Шателье*

### Задачи 21-60

21. При некоторой температуре константа скорости реакции  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{I}_{2(\text{г})} = 2\text{HI}_{(\text{г})}$  равна 0.16 моль/л. Частные порядки по  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$  совпадают со стехиометрическими коэффициентами в уравнении реакции. Исходные концентрации реагирующих веществ  $C(\text{H}_2) = 0,04$  моль/л,  $C(\text{I}_2) = 0.05$  моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость при  $C(\text{H}_2) = 0.03$  моль/л.

22. Рассчитайте, как изменится скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ , если: а) уменьшить объем, занимаемый газами, в 2 раза; б) увеличить  $C(\text{CO})$  в 3 раза, а  $C(\text{O}_2)$  в 2 раза. Частные порядки реакции совпадают с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

23. Во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей в газовой фазе  $\text{C}_2\text{Cl}_{4(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} = \text{C}_2\text{Cl}_{6(\text{г})}$ , если температуру повысить от 10 до 100°C? Температурный коэффициент реакции равен 3.2.

24. При 80°C некоторая реакция заканчивается за 16 мин. Сколько потребуются времени для проведения той же реакции: а) при 120°C; б) при 60°C? Температурный коэффициент данной реакции равен 2.

25. Составьте выражение для скорости реакции в гетерогенной системе  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{S}_{(\text{тв})} = \text{H}_2\text{S}_{(\text{г})}$ . Вычислите, во сколько раз изменится скорость прямой реакции при изменении температуры от 30 до 20°C и от 20 до 70°C, если температурный коэффициент реакции равен 3.

26. Составьте в общем виде кинетическое уравнение реакции  $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ . Вычислите во сколько раз изменится скорость прямой реакции при увеличении температуры от 40 до 60°C, если температурный коэффициент реакции равен 4.

27. Составьте кинетическое уравнение и определите общий порядок реакции  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$ , протекающей в газовой фазе, если при увеличении концентрации  $\text{H}_2$  в 3 раза скорость реакции возрастает также в 3 раза, а при увеличении концентрации  $\text{Br}_2$  в 16 раз скорость реакции возрастает в 4 раза. Вычислите, во сколько раз изменится скорость реакции при уменьшении давления в системе в 9 раз.

28. Температурный коэффициент протекающей в гомогенной системе реакции  $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{г})} = \text{CH}_{4(\text{г})} + \text{CO}_{(\text{г})}$  равен 2.5. Вычислите во сколько раз увеличится скорость реакции при изменении температуры от 293 до 333 К. Запишите кинетическое уравнение реакции в общем виде.

29. Рассчитайте, как изменится скорость реакции  $2\text{NO}_{(г)} + \text{H}_{2(г)} = \text{N}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ , если: а) уменьшить объем, занимаемый газами, в 2 раза ; б) увеличить  $C(\text{NO})$  в 3 раза а  $C(\text{H}_2)$  в 2 раза. Частные порядки реакции совпадают с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

30. Температурный коэффициент протекающей в гомогенной системе реакции  $2\text{NO}_{(г)} + 2\text{H}_{2(г)} = \text{N}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ , равен 3.5. Вычислите во сколько раз увеличится скорость реакции при изменении температуры от 303 до 323 К. Запишите кинетическое уравнение реакции в общем виде.

31. Рассчитайте, как изменится скорость прямой реакции в системе  $\text{H}_2\text{O}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ , если: а) уменьшить объем, занимаемый газами, в 4 раза; б) увеличить  $C(\text{H}_2\text{O}_2)$  в 2 раза и  $C(\text{H}_2)$  в 2 раза. Частные порядки по  $\text{H}_2\text{O}_2$  и  $\text{H}_2$  равны 1 и 0, соответственно.

32. Составьте кинетическое уравнение и определите общий порядок протекающей в газовой фазе реакции  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ , если при увеличении концентрации  $\text{CO}$  в 5 раз, скорость реакции возрастает так же в 5 раз, а при увеличении концентрации  $\text{H}_2\text{O}$  в 6 раз, скорость реакции возрастает в 6 раз. Вычислите, во сколько раз изменится скорость реакции при уменьшении давления в системе в 9 раз.

33. Во сколько раз увеличится скорость протекающей в газовой фазе реакции  $4\text{H}_{2(г)} + 2\text{NO}_{2(г)} = 4\text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{N}_{2(г)}$ , если температуру повысить от 30 до 60°? Температурный коэффициент реакции равен 2.7.

34. Скорость гетерогенной реакции  $\text{CdO}_{(тв)} + \text{H}_{2(г)} = \text{Cd}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$  не изменяется при уменьшении концентрации  $\text{CdO}$  в 5 раз и увеличивается в 10 раз при уменьшении объема системы в 10 раз. Определите общий порядок реакции. Как изменится скорость реакции при увеличении концентрации  $\text{H}_2$  в 5 раз и концентрации  $\text{CdO}$  в 2 раза?

35. Определите температурный коэффициент реакции, если при понижении температуры на 45°С реакция замедлилась в 30 раз. Во сколько раз изменится скорость этой реакции при увеличении температуры от 313 до 343 К?

36. Реакция протекает по уравнению  $\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{NO}_{(г)}$ . Во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если: а) объем системы уменьшить в 3 раза, б) концентрацию  $\text{N}_2$  уменьшить в 5 раз, а концентрацию  $\text{O}_2$  увеличить в 10 раз? Частные порядки реакции по  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  равны 1.

37. Составьте кинетическое уравнение и определите общий порядок реакции, протекающей в газовой фазе  $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} = 2\text{HI}_{(г)}$ , если при увеличении концентрации  $\text{H}_2$  в 4 раза, скорость реакции возрастает в 4 раза, а при увеличении концентрации  $\text{I}_2$  в 6 раз, скорость реакции возрастает так же в 6 раз. Вычислите, во сколько раз изменится скорость реакции при уменьшении давления в системе в 9 раз.

38. Константа скорости гомогенной реакции  $\text{A} + 2\text{B} = 3\text{C}$  равна  $0.6 \text{ л}^2 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Начальные концентрации  $C(\text{A}) = 5.00 \text{ моль/л}$  и  $C(\text{B}) = 3 \text{ моль/л}$ . В результате реакции концентрация вещества В стала равной  $1.0 \text{ моль/л}$ . Какой стала концентрация вещества А и скорость реакции? Частные порядки по веществам А и В равны, соответственно, 1 и 2.

39. Разложение  $\text{N}_2\text{O}$  протекает согласно уравнению  $2\text{N}_2\text{O}_{(г)} = 2\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)}$ .

Константа скорости данной реакции равна  $5 \cdot 10^{-4} \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$ . Начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O}$  равна 6.0 моль/л. Определите скорость реакции в начальный момент и в тот момент, когда разложится 50 %  $\text{N}_2\text{O}$ . Общий порядок реакции равен 2.

40. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{(\text{г})}$ , если температуру повысить от 20 до  $80^\circ\text{C}$ ? Температурный коэффициент реакции равен 2.1. Напишите кинетическое уравнение реакции в общем виде.

41. При некоторой температуре константа равновесия гомогенной системы  $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{г})}$  равна  $4.1 \cdot 10^{-4}$ . Вычислите равновесную концентрацию кислорода, если равновесные концентрации  $\text{N}_2$  и  $\text{NO}$  соответственно равны 0.10 и 0.05 моль/л.

42. Начальные концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{Cl}_2$  в гомогенной системе  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NOCl}_{(\text{г})}$  составляют, соответственно, 0.5 и 0.2 моль/л. Вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 20%  $\text{NO}$ .

43. Начальные концентрации  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в гомогенной системе  $\text{NO}_{(\text{г})} + 2\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{N}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$  соответственно равны 0.10, 0.05 и 0.10 моль/л. Вычислите равновесные концентрации  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , если равновесная концентрация  $\text{NO}$  составляет 0.07 моль/л.

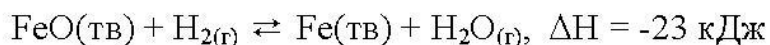
44. При некоторой температуре константа равновесия гомогенной системы  $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}$  равна  $0.1 \text{ л}^2/\text{моль}^2$ . Равновесные концентрации водорода и аммиака соответственно равны 0.2 и 0.08 моль/л. Вычислите равновесную и начальную концентрации азота.

45. При некоторой температуре константа равновесия гетерогенной системы  $\text{FeO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$  равна 0.5. Вычислите равновесные концентрации  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ , если начальные концентрации  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  равны соответственно 0.05 моль/л и 0.01 моль/л.

46. Равновесие гомогенной системы  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{г})}$  установилось при концентрациях  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{NO}_2$ , равных, соответственно, 0.08 моль/л, 0.03 моль/л и 0.01 моль/л. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации веществ.

47. Равновесие гомогенной системы  $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(\text{г})}$  установилось при концентрациях  $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = [\text{COCl}_2] = 0.001$  моль/л. Определите константу равновесия реакции и исходные концентрации веществ.

48. Как влияет на равновесие в гетерогенной системе



а) изменение давления; б) увеличение концентрации  $\text{H}_2$ ; в) удаление  $\text{Fe}$ ; г) повышение температуры; д) снижение температуры? Напишите выражение для константы равновесия.

49. Реакция протекает по уравнению  $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons 2AB_{(г)}$ . В сторону какой реакции сместится равновесие, если общее давление понизить в 2 раза и одновременно повысить температуру на  $30^{\circ}\text{C}$  (температурные коэффициенты прямой и обратной реакции соответственно равны 2 и 3).

50. Как влияет на равновесие в гомогенной системе



а) повышение давления; б) увеличение концентрации  $\text{H}_2$ ; в) удаление  $\text{CH}_3\text{OH}$  из реакционной среды; г) повышение температуры; д) понижение температуры; е) понижение давления? Напишите выражение для константы равновесия реакции.

51. Реакция протекает по уравнению



Напишите выражение для константы равновесия. Как сместится равновесие при следующих изменениях: а) повышение температуры; б) понижение температуры; в) увеличение концентраций  $\text{NH}_3$  и  $\text{HCl}$ ; г) удаление  $\text{NH}_4\text{Cl}$  из реакционной среды; д) повышение давления; е) понижение давления.

52. В гомогенной системе  $\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$  равновесные концентрации  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{NH}_3$  равны, соответственно, 30 моль/л, 3 моль/л и 9 моль/л. Определите константу равновесия реакции. Как сместится равновесие: а) при повышении давления в системе; б) при увеличении концентраций реагентов; в) при уменьшении концентраций продуктов реакции?

53. Эндотермическая реакция разложения пентахлорида фосфора протекает по уравнению  $\text{PCl}_{5(г)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(г)} + \text{Cl}_{2(г)}$ ,  $\Delta H = 92.59 \text{ кДж}$ . Как надо изменить: а) температуру; б) давление; в) концентрации веществ, чтобы сместить равновесие в сторону прямой реакции разложения  $\text{PCl}_5$ ? Напишите выражение для константы равновесия.

54. Равновесие в системе  $2\text{Cl}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons 4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)}$  установилось при следующих концентрациях:  $[\text{Cl}_2] = 0.8 \text{ моль/л}$ ,  $[\text{H}_2\text{O}] = 2.2 \text{ моль/л}$ ,  $[\text{HCl}] = 1.1 \text{ моль/л}$ ,  $[\text{O}_2] = 1,6 \text{ моль/л}$ . Вычислите константу равновесия и исходные концентрации  $\text{Cl}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

55. Реакция протекает по уравнению  $2A \rightleftharpoons B$ . Исходная концентрация вещества А равна 0.5 моль/л, константа равновесия реакции 0.5 л/моль. Найдите равновесные концентрации веществ.

56. Константа диссоциации  $\text{HI}$  по уравнению  $2\text{HI}_{(г)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)}$  равна 0.12. Найдите равновесные концентрации реагирующих веществ, если сначала было взято 5 молей  $\text{HI}$ . Объем сосуда, в котором происходит реакция, равен 10 л.

57. Как влияет на равновесие гетерогенной системы  $\text{C}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(г)}$ ,  $\Delta H = 119.8 \text{ кДж}$ : а) добавление  $\text{CO}_2$ ; б) добавление  $\text{C}_{(тв)}$ ; в) повышение температуры; г) повышение давления; д) введение катализатора; е) удаление  $\text{CO}$ ?



58. Начальные концентрации NO и O<sub>2</sub> в гомогенной системе  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$  соответственно равны 0.02 и 0.03 моль/л. Вычислите равновесные концентрации NO и O<sub>2</sub>, если равновесная концентрация NO<sub>2</sub> равна  $2.2 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Чему равна константа равновесия?

59. Эндотермическая реакция разложения фосгена протекает по уравнению  $\text{COCl}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)}$ ,  $\Delta H = 112.5$  кДж. Как надо изменить: а) температуру; б) давление; в) концентрации веществ, чтобы сместить равновесие в сторону прямой реакции? Напишите выражение для константы равновесия.

60. Константа равновесия обратимой реакции  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{H}_2_{(г)} + \text{CO}_{2(г)}$  при некоторой температуре равна 1. Равновесные концентрации  $[\text{H}_2\text{O}] = 0.6$  моль/л;  $[\text{H}_2] = 0.8$  моль/л;  $[\text{CO}_2] = 0.8$  моль/л. Вычислите исходную концентрацию CO.

### Тема 3. РАСТВОРЫ

#### Теоретические основы

*Растворы как многокомпонентные системы. Количественные способы выражения состава растворов. Растворимость.*

#### Задачи 61-80

61. К 100 мл 96 % раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1.84$  г/см<sup>3</sup>) прибавили 400 мл воды. Получился раствор с  $\rho = 1.225$  г/см<sup>3</sup>. Чему равны массовая доля и молярная концентрация эквивалента (нормальность) полученного раствора?

62. Сколько воды надо прибавить к 100 мл 48 % раствора азотной кислоты ( $\rho = 1.303$  г/см<sup>3</sup>), чтобы получить 20 % раствор?

63. Смешали 100 мл 50 % раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1.40$  г/см<sup>3</sup>) и 100 мл 10 % раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1.07$  г/см<sup>3</sup>). Смесь разбавили водой до 3 л. Определите молярную концентрацию эквивалента (нормальность) полученного раствора.

64. Какова массовая доля HNO<sub>3</sub> в растворе после разбавления, если к 500 мл ее 32 % раствора ( $\rho = 1.2$  г/см<sup>3</sup>) прибавить 1 л воды?

65. К 100 мл 80 % раствора HNO<sub>3</sub> ( $\rho = 1.46$  г/см<sup>3</sup>) прибавили 400 мл воды. Получили раствор с  $\rho = 1.128$  г/см<sup>3</sup>. Чему равны массовая доля (в %) и молярная концентрация эквивалента (нормальность) полученного раствора азотной кислоты?

66. Какой процентной концентрации получится H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, если к 400 мл ее 70 % раствора ( $\rho = 1.611$  г/см<sup>3</sup>) прибавить 500 мл воды?

67. К 0.78 л раствора NaOH с массовой долей 20 % и  $\rho = 1.225$  г/см<sup>3</sup> прибавили 0.14 л раствора с массовой долей NaOH 10 % и  $\rho = 1.115$  г/см<sup>3</sup>. Определите массовую долю (%) NaOH в полученном растворе.

68. Определите мольную долю NaOH и молярную концентрацию эквивалента (нормальность) 18 % раствора гидроксида натрия с  $\rho = 1.203$  г/см<sup>3</sup>.

69. К 1 л 10 % раствора KOH ( $\rho = 1.092 \text{ г/см}^3$ ) прибавили 0.5 л 5 % раствора ( $\rho = 1.045 \text{ г/см}^3$ ). Смесь разбавили водой до 3 л. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

70. Какой объем 96 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  потребуется для приготовления 3 л 0.4 н. раствора?

71. Раствор, содержащий 5.0 г толуола  $\text{C}_7\text{H}_8$  в 225 г бензола, имеет  $\rho = 0.876 \text{ г/см}^3$ . Вычислите массовую долю (%) толуола и молярную концентрацию этого раствора.

72. В 750 мл раствора содержится 10.0 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента (нормальность) этого раствора.

73. Плотность 18 M раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1.84 г/мл. Вычислите чему равны молярная доля и массовая доля (%)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в данном растворе.

74. Сколько литров 0.2 M раствора NaCl можно получить из 300 г NaCl?

75. Раствор содержит 20 г  $\text{I}_2$  в 500 г  $\text{CCl}_4$ . Вычислите, чему равны молярная и массовая доля (%) иода в данном растворе.

76. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента (нормальность) 16 % (масс.) раствора  $\text{AlCl}_3$ , плотность которого  $1.149 \text{ г/см}^3$ .

77. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента (нормальность) 40 % (масс.) раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , плотность которого  $1.25 \text{ г/см}^3$ .

78. Определите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 % и плотностью  $1.84 \text{ г/см}^3$ .

79. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента 20 % (масс.) раствора хлорида кальция, плотность которого  $1.178 \text{ г/см}^3$ .

80. Рассчитайте нормальную концентрацию эквивалента (нормальность) 30 % (масс.) раствора гидроксида натрия, плотность которого  $1.328 \text{ г/см}^3$ . К 1 л этого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите массовую долю NaOH в полученном растворе.

## Тема 4. КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

### Теоретические основы

*Свойства растворов неэлектролитов. Закон Рауля. Влияние концентрации растворенного вещества на температуру кипения и замерзания раствора.*

### Задачи 81-95

81. Что такое эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя? Вычислите криоскопическую константу бензола, зная, что при растворении 0.0125 моль вещества в 125 г бензола температура кристаллизации понижается на  $0.512^\circ\text{C}$ .

82. Температура кипения сероуглерода  $46.20^{\circ}\text{C}$ , а эбуллиоскопическая константа его 2.36. Раствор, содержащий 0.512 г серы в 10 г сероуглерода, кипит при  $46.67^{\circ}\text{C}$ . Из скольких атомов состоят молекулы серы, растворенной в сероуглероде?

83. При растворении 15 г хлороформа в 400 г эфира, эбуллиоскопическая константа которого 2.12, температура кипения повысилась на  $0.665^{\circ}\text{C}$ . Определите молекулярную массу хлороформа.

84. Водный раствор, содержащий 5.18 г растворенного вещества в 155.18 г раствора, кристаллизуется при  $-1.39^{\circ}\text{C}$ . Вычислите молекулярную массу растворенного вещества. Криоскопическая константа воды 1.86.

85. Температура кристаллизации уксусной кислоты  $16.65^{\circ}\text{C}$ , а криоскопическая константа ее 3.9. Вычислите температуру кристаллизации раствора, содержащего 0.1 моль растворенного вещества в 125 г уксусной кислоты.

86. Раствор, содержащий 0.6 г растворенного вещества в 40 г эфира, кипит при  $36.13^{\circ}\text{C}$ . Температура кипения эфира равна  $35.6^{\circ}\text{C}$ , а его эбуллиоскопическая константа равна 2.12. Вычислите молекулярную массу растворенного вещества.

87. Давление пара воды при  $100^{\circ}\text{C}$  равно  $1.01325 \cdot 10^5$  Па. Вычислите давление пара над 4 % раствором мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  при этой температуре.

88. Определите молярную массу анилина, зная, что при температуре  $30^{\circ}\text{C}$  давление пара раствора, содержащего 3.09 г анилина  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  в 370.0 г эфира  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ , равно  $0.858 \cdot 10^5$  Па, давление чистого эфира при той же температуре  $0.864 \cdot 10^5$  Па.

89. Давление водяного пара при температуре  $65^{\circ}\text{C}$  равно 25003 Па. Определите давление водяного пара над раствором, содержащим 34,2 г сахара  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  в 90.0 г воды при той же температуре.

90. Давление пара эфира при  $30^{\circ}\text{C}$  равно  $0.86392 \cdot 10^5$  Па. Сколько молей вещества надо растворить в 40 моль эфира, чтобы понизить давление пара при данной температуре на  $0.013303 \cdot 10^5$  Па?

91. Вычислите температуру кристаллизации и температуру кипения раствора, содержащего 100 г этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  в 900 г воды. Криоскопическая и эбуллиоскопическая константы воды соответственно равны 1.86 и 0.52.

92. Раствор, содержащий 4.6 г глицерина  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  в 200.0 г ацетона, кипит при температуре  $56.73^{\circ}\text{C}$ . Чистый ацетон закипает при температуре  $56.30^{\circ}\text{C}$ . Вычислите эбуллиоскопическую постоянную ацетона.

93. Раствор, содержащий 80 г нафталина  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  в 200.0 г диэтилового эфира, кипит при температуре  $35.7^{\circ}\text{C}$ , а чистый эфир при температуре  $35.0^{\circ}\text{C}$ . Определите эбуллиоскопическую константу эфира.

94. Вычислите массу этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ , которую необходимо прибавить на каждый килограмм воды для приготовления раствора с температурой кристаллизации  $-15^{\circ}\text{C}$ . Криоскопическая константа воды 1.86.

95. Вычислите температуру кипения раствора, содержащего 0.92 г нитробензола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  в 5 г бензола. Эбуллиоскопическая константа бензола 2.53, а его температура кипения  $80.2^{\circ}\text{C}$ .

## Тема 5. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ. рН

### Теоретические основы

*Свойства растворов электролитов. Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Ступенчатая диссоциация. Электролитическая диссоциация воды. Водородный показатель рН.*

### Задачи 96-125

96. В одном литре 0.01 н. раствора уксусной кислоты содержится  $6.26 \cdot 10^{21}$  ее молекул и ионов. Определите степень диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в этом растворе.

97. Константа диссоциации хлорноватистой кислоты равна  $3.0 \cdot 10^{-8}$ . Чему равна степень диссоциации  $\text{HClO}$  в 0.1 н. растворе? Вычислить концентрацию ионов водорода в этом растворе.

98. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты будет равна 20 %, если константа диссоциации  $\text{HNO}_2$  равна  $5.1 \cdot 10^{-4}$ ? Вычислить концентрацию ионов водорода в этом растворе.

99. Вычислите степень диссоциации гидроксида аммония в 0.01 н. растворе, если константа диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна  $2.0 \cdot 10^{-5}$ .

100. Чему равна степень диссоциации 0.2 М раствора хлороводородной кислоты, если в литре этого раствора содержится  $2.19 \cdot 10^{23}$  ее молекул и ионов?

101. Рассчитайте константу диссоциации ( $K_1$ ) 0.1 М сероводородной кислоты, если степень ее диссоциации по первой ступени  $\alpha_1 = 1.05 \cdot 10^{-3}$ .

102. Степень диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  по первой ступени в 0.1 М растворе равна 0.17. Не учитывая диссоциацию по следующим ступеням, вычислите концентрацию водородных ионов в растворе.

103. Степень диссоциации 0.1 н. раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна 1.3 %. Сколько растворенных частиц (молекул и ионов) содержится в 1 л такого раствора?

104. При какой молярной концентрации муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  95 % ее молекул будут находиться в недиссоциированном состоянии?

105. Сколько ионов и молекул в сумме содержится в 1 л 0.001 М раствора уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , если степень диссоциации ее в этом растворе 0.2?

106. Какова концентрация водородных ионов  $[\text{H}^+]$  в 0.1 н. растворе синильной кислоты  $\text{HCN}$ , если ее константа диссоциации  $K_{\text{дисс}} = 4.6 \cdot 10^{-4}$ .

107. Во сколько раз концентрация водородных ионов в 0.1 н. растворе  $\text{HCl}$  ( $\alpha = 0.92$ ) больше, чем в растворе 0.01 н.  $\text{HCl}$  ( $\alpha = 0.98$ )

108. Вычислите степень диссоциации и концентрацию  $\text{H}^+$  в 0.3 М растворе уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , если  $K_{\text{дисс}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$ .

109. Вычислите степень диссоциации  $\text{HNO}_2$  в ее 0.01 М растворе и концентрацию ионов водорода в растворе, если  $K_{\text{дисс}} = 4.6 \cdot 10^{-4}$ .

110. Определите степень диссоциации и концентрацию ионов  $\text{OH}^-$  в 0.01 н. растворе  $\text{NH}_4\text{OH}$ , если  $K_{\text{дисс}} = 2 \cdot 10^{-5}$ .

111. Что называется ионным произведением воды? Вычислите рН и рОН 0.01 н. раствора уксусной кислоты, степень диссоциации которой в этом растворе равна 4.2 %.

112. 2 мл 96 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1.84 \text{ г/см}^3$ ) разбавили до 3 л. Вычислите рН раствора при  $\alpha = 1$ .

113. Чему равен рН раствора, в литре которого содержится 0.0051 г гидроксильных ионов?

114. Вычислите рН 3.12 % раствора хлороводородной кислоты с  $\rho = 1.015 \text{ г/см}^3$  при  $\alpha = 1$ .

115. 1 г 72 % азотной кислоты разбавили до 3.3 л. Чему будет равно рН раствора при  $\alpha = 1$ ?

116. 2 мл 72 %  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1.43 \text{ г/см}^3$ ) разбавили до 2 л. Вычислите рН раствора при  $\alpha = 1$ .

117. Могут ли рН и рОН быть равны нулю, меньше нуля? Чему равны рН и рОН раствора, концентрация ионов водорода в котором равна  $10^{-4}$  моль/л?

118. Что называют водородным и гидроксильным показателями? Вычислите рН и рОН 0.1 н. раствора синильной кислоты. Константа диссоциации  $\text{HCN}$  равна  $7.2 \cdot 10^{-10}$ .

119. 5 г раствора 98 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  разбавили до 5 л. Вычислите рН раствора при  $\alpha = 1$ .

120. В 10 л раствора содержится 1 г  $\text{NaOH}$ . Вычислите рН и рОН этого раствора при  $\alpha = 1$ .

121. Смешали равные объемы растворов сильных кислот с рН 1 и рН 2. Вычислите рН полученного раствора.

122. Вычислите рН раствора, полученного смешением равных объемов растворов щелочей с рН 12 и рН 11.

123. Смешали равные объемы растворов сильных кислоты и щелочи с рН 2 и рН 11 соответственно. Вычислите рН полученного раствора.

124. Вычислите молярную концентрацию раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , если рН = 2.2.

125. Вычислите концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  в растворе, рН которого 4.3.

## Тема 6. РЕАКЦИИ ОБМЕНА В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

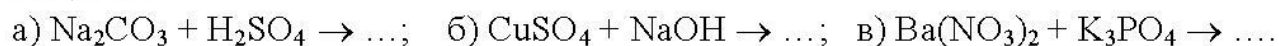
### Теоретические основы

*Ионно-молекулярные уравнения реакций.*

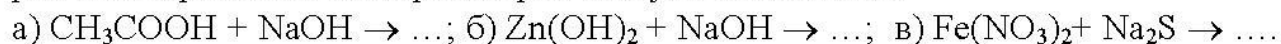
### Задачи 126-160

126. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные (полное и краткое) уравнения реакций, протекающих в растворах при взаимодействии следующих веществ: а)  $\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \dots$ ; б)  $\text{K}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow \dots$ ; в)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$

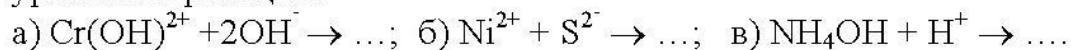
127. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные (полное и краткое) уравнения реакций, протекающих в растворах при взаимодействии следующих веществ:



128. В молекулярной и ионно-молекулярной форме запишите уравнения реакций, протекающих в растворах следующих веществ:



129. Составьте краткие ионно-молекулярные и по ним молекулярные уравнения реакций:

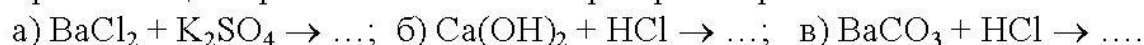


130. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные (полные и краткие) уравнения реакций, протекающих при смешивании растворов следующих веществ:

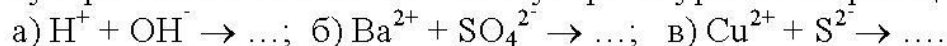


131. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные (полные и краткие) уравнения реакций взаимодействия: а) хлорида бария и сульфата алюминия; б) ацетата калия и серной кислоты; в) хлорида аммония и гидроксида калия (при нагревании).

132. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций, протекающих при смешивании попарно растворов:

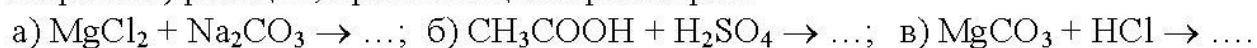


133. Используя краткие ионно-молекулярные уравнения, составьте молекулярные и полные ионно-молекулярные уравнения реакций:



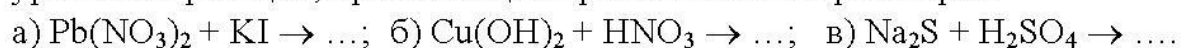
134. Составьте по два молекулярных уравнения для каждого краткого ионно-молекулярного уравнения: а)  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \dots$ ; б)  $3\text{Ba}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \dots$

135. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения (полное и краткое) реакций, протекающих в растворах:

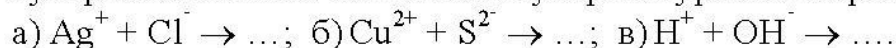


136. Составьте ионно-молекулярные уравнения реакций, протекающих при сливании растворов: а) нитрата алюминия и сульфида натрия; б) сульфата хрома и карбоната натрия.

137. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные (полные и краткие) уравнения реакций, протекающих при смешивании растворов:



138. Используя краткие ионно-молекулярные уравнения, составьте молекулярные и полные ионно-молекулярные уравнения реакций:



139. К  $\text{CaCO}_3$  прилили растворы: а)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б)  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{NaOH}$ . Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения протекающих реакций.

140. Составьте по два молекулярных уравнения для каждого краткого ионно-молекулярного уравнения: а)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \dots$ ; б)  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \dots$

141. В каком случае произойдет реакция в водном растворе:

$K_2CO_3 + K_2SO_4$ ;  $K_2SO_4 + BaCl_2$ ? Составьте полное и краткое ионно-молекулярные уравнения реакций.

142. С каким из перечисленных веществ взаимодействует  $H_2S$ :  $KNO_3$ ;  $NaCl$ ;  $NaOH$ ? Ответ обоснуйте с помощью краткого и полного ионно-молекулярных уравнений.

143. С каким из перечисленных веществ не взаимодействует  $K_2CO_3$ :  $MgSO_4$ ;  $CaCO_3$ ;  $Na_2SO_4$ ? Ответ обоснуйте с помощью полных и кратких ионно-молекулярных уравнений.

144. Смешали растворы: а)  $KCl + HNO_3$ ; б)  $KCl + AgNO_3$ . В каком из приведенных случаев произойдет взаимодействие? Ответ обоснуйте с помощью полных и кратких ионно-молекулярных уравнений.

145. Какие ионы не могут сосуществовать в водном растворе в заметных количествах: а)  $Cd^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ ; б)  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ; в)  $Ag^+$ ,  $Cl^-$ ? Напишите ионно-молекулярные и молекулярные уравнения протекающих реакций.

146. Какие ионы не могут сосуществовать в водном растворе в заметных количествах:  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ? Ответ обоснуйте с помощью кратких ионно-молекулярных уравнений.

147. В какой из приведенных систем произойдет химическое взаимодействие: а)  $CuSO_4 + H_2S$ ; б)  $CuSO_4 + HCl$ ? Составьте полное и краткое ионно-молекулярные уравнения реакции.

148. С каким из перечисленных веществ взаимодействует  $Al(NO_3)_3$ :  $KNO_3$ ;  $NaOH$ ;  $Na_3PO_4$ ? Ответ обоснуйте с помощью краткого и полного ионно-молекулярных уравнений.

149. С каким из перечисленных веществ не взаимодействует  $Ba(NO_3)_2$ :  $MgSO_4$ ;  $CaCO_3$ ;  $NaOH$ ? Ответ обоснуйте с помощью полных и кратких ионно-молекулярных уравнений.

150. В каком случае произойдет реакция в водном растворе:  $CuCl_2 + K_2SO_4$ ;  $CuCl_2 + Na_2S$ ? Составьте полное и краткое ионно-молекулярные уравнения.

151. В водном растворе находятся вещества: а)  $NH_4OH$ ,  $NaCl$ ; б)  $HgCl_2$ ,  $NaOH$ ; в)  $Co(NO_3)_2$ ,  $Na_2SO_4$ . В каких случаях произойдет химическое взаимодействие? Напишите краткие и полные ионно-молекулярные уравнения протекающих реакций.

152. Смешали растворы: а)  $CaCl_2 + NaNO_3$ ; б)  $Ca(NO_3)_2 + Na_3PO_4$ . В каком из приведенных случаев произойдет химическое взаимодействие? Ответ обоснуйте с помощью полных и кратких ионно-молекулярных уравнений.

153. В каком случае произойдет химическая реакция в водном растворе:  $ZnCl_2 + Ba(NO_3)_2$ ;  $ZnCl_2 + Ba(OH)_2$ ? Составьте полное и краткое ионно-молекулярные уравнения.

154. Какие ионы не могут сосуществовать в водном растворе в заметных количествах: а)  $Cu^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ; б)  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ; в)  $Ag^+$ ,  $Cl^-$ ? Напишите ионно-молекулярные и молекулярные уравнения протекающих реакций.

155. В каком случае произойдет реакция в водном растворе:  $CrCl_3 +$

+  $K_2SO_4$ ;  $CrCl_3 + Ba(OH)_2$ ? Ответ обоснуйте с помощью полного и краткого ионно-молекулярных уравнений.

156. Какие ионы не могут сосуществовать в водном растворе в заметных количествах: а)  $Ag^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$ ; б)  $Li^+$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $F^-$ ,  $NO_3^-$ ? Ответ обоснуйте с помощью кратких ионно-молекулярных уравнений.

157. Смешали растворы: а)  $H_3PO_4 + NaNO_3$ ; б)  $Ca(NO_3)_2 + K_2SO_4$ . В каком из приведенных случаев произойдет взаимодействие? Ответ обоснуйте с помощью полных и кратких ионно-молекулярных уравнений.

158. В каком случае произойдет реакция в водном растворе: а)  $CuCl_2 + KOH$ ; б)  $HCl + Ba(OH)_2$ ; в)  $NaNO_3 + KOH$ ? Ответ обоснуйте с помощью полного и краткого ионно-молекулярных уравнений.

159. Какие ионы не могут сосуществовать в водном растворе в заметных количествах:  $Sr^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ? Ответ обоснуйте с помощью кратких ионно-молекулярных уравнений.

160. В водном растворе находятся вещества: а)  $AlCl_3$ ,  $NaCl$ ; б)  $MgBr_2$ ,  $KOH$ ; в)  $Ca(NO_3)_2$ ,  $Na_2SO_4$ . В каких случаях произойдет химическое взаимодействие? Напишите краткие и полные ионно-молекулярные уравнения протекающих реакций.

## Тема 7. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ

### Теоретические основы

*Насыщенные растворы. Произведение растворимости.*

### Задачи 161-175

161. Произведение растворимости сульфата кальция равно  $6.26 \cdot 10^{-5}$ . Образуется ли осадок, если смешать равные объемы 0.04 н. растворов  $CaCl_2$  и  $Na_2SO_4$ ?

162. Вычислите произведение растворимости карбоната стронция, если в 5 л насыщенного раствора содержится 0.05 г этой соли.

163. Произведение растворимости  $SrSO_4$  равно  $3.6 \cdot 10^{-7}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и граммах на литр.

164. Вычислите произведение растворимости  $Fe(OH)_3$ , если в 100 мл его раствора содержится  $9.6 \cdot 10^{-5}$  г этого гидроксида.

165. Произведение растворимости  $MgF_2$  равно  $7.0 \cdot 10^{-9}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и в граммах на литр.

166. Произведение растворимости  $Ag_2SO_4$  равно  $7.0 \cdot 10^{-5}$ . Образуется ли осадок, если к 0.02 н. раствору  $AgNO_3$  прибавить равный объем 1 н. раствора  $H_2SO_4$ ?

167. Сколько воды потребуется для растворения 1 г  $BaCO_3$ , произведение растворимости которого равно  $1.9 \cdot 10^{-9}$ .

168. В 100 мл насыщенного раствора  $PbI_2$  содержится 0.0268 г ионов свинца. Вычислите произведение растворимости этой соли.



169. Концентрация ионов магния в насыщенном растворе  $Mg(OH)_2$  составляет  $2,6 \cdot 10^{-3}$  г/л. Вычислите произведение растворимости этого гидроксида.

170. Произведение растворимости  $AgI$  равно  $8,5 \cdot 10^{-17}$ . Образуется ли осадок, если смешать равные объемы 0.002 н. растворов  $NaI$  и  $AgClO_4$ ?

171. Произведение растворимости  $PbSO_4$  равно  $1,3 \cdot 10^{-8}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях и в граммах на литр.

172. Произведение растворимости  $CdCO_3$  и  $Ag_2CO_3$  соответственно равны  $5,2 \cdot 10^{-12}$  и  $8,2 \cdot 10^{-12}$ . Вычислите молярные растворимости этих солей. Почему при близких значениях ПР растворимость этих солей отличается почти в 100 раз?

173. Растворимость  $AgCl$  в воде при  $25^\circ C$  равна  $1,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Вычислите произведение растворимости хлорида серебра при этой температуре и его растворимость в граммах на литр.

174. Произведение растворимости  $CaCO_3$  равно  $4,8 \cdot 10^{-9}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и в граммах на литр.

175. Растворимость  $Ag_3PO_4$  в воде при  $20^\circ C$  равна 0.0065 г/л. Вычислите произведение растворимости этой соли.

## Тема 8. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

### Теоретические основы

*Гидролиз. Степень гидролиза, ее зависимость от концентрации и температуры.*

### Задачи 176-190

176. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей  $CrCl_3$ ,  $FeSO_4$  и  $Na_2S$ . Какие из перечисленных растворов имеют  $pH < 7$ ,  $pH > 7$ ?

177. Какую реакцию имеют растворы солей  $Zn(NO_3)_2$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $NaCN$ ? Ответ подтвердите ионно-молекулярными и молекулярными уравнениями.

178. Почему растворы  $NaF$  и  $Na_2S$  имеют щелочную, а растворы  $ZnSO_4$  и  $NH_4NO_3$  кислую реакцию? Ответ подтвердите ионно-молекулярными и молекулярными уравнениями.

179. Как зависит степень гидролиза от температуры? Почему? В какую сторону сместится равновесие гидролиза  $NaCN$ , если к раствору прибавить: а) щелочь; б) кислоту; в) хлорид аммония?

180. Почему растворы  $K_2CO_3$  и  $NaCN$  имеют щелочную реакцию, а растворы  $NH_4Cl$  и  $ZnCl_2$  - кислую? Ответ подтвердите, составив уравнения гидролиза в молекулярном и ионно-молекулярном виде.

181. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу:  $FeCl_2$  или  $FeCl_3$ ,  $MgCl_2$  или  $ZnCl_2$ ,  $NaCN$  или  $CH_3COONa$ ? Почему? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей?

182. Как будут действовать на лакмус растворы солей  $K_2S$ ,  $KI$ ,  $CuSO_4$ ,  $NaClO$ ,  $Cd(NO_3)_2$ ? Ответ подтвердите, составив ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

183. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу:  $Na_2CO_3$  или  $Na_2SO_3$ ;  $CuCl$  или  $CuCl_2$ ;  $SnCl_2$  или  $SnCl_4$ ? Почему? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

184. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу:  $CH_3COONa$  или  $HCOONa$ ;  $K_2S$  или  $K_2Te$ ;  $NaNO_2$  или  $NaCl$ ? Почему? Составьте ионно-молекулярные молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

185. Растворы кислоты и основания смешали в эквивалентных соотношениях: а)  $NH_4OH$  и  $HCl$ ; б)  $NaOH$  и  $HCl$ ; в)  $NaOH$  и  $CH_3COOH$ . Как окрасится лакмус в растворах? Почему? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения соответствующих реакций.

186. К раствору  $FeCl_3$  добавили: а)  $HCl$ ; б)  $NaOH$ ; в)  $ZnCl_2$ ; г)  $H_2O$ ; д)  $Na_2CO_3$ . В каких случаях гидролиз хлорида железа(III) усиливается? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения соответствующих реакций.

187. Какую окраску приобретает фенолфталеин в растворе ацетата натрия  $CH_3COONa$ ? Почему окраска при нагревании усиливается, а при охлаждении ослабевает? Составьте ионно-молекулярное уравнения соответствующих реакций.

188. Какие из пар солей в водных растворах взаимно усиливают гидролиз друг друга: а)  $AlCl_3$  и  $Na_2S$ ; б)  $CrCl_3$  и  $Na_2CO_3$ ; в)  $Fe_2(SO_4)_3$  и  $ZnCl_2$ ; г)  $Cr(NO_3)_3$  и  $MgCl_2$ ; д)  $Fe_2(SO_4)_3$  и  $ZnCl_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

189. К растворам  $Na_2SO_4$ ,  $CrCl_3$ ,  $MgCl_2$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Fe(NO_3)_3$  добавили раствор карбоната натрия  $Na_2CO_3$ . В каких случаях наблюдается выделение  $CO_2$ ? Почему? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

190. В какую сторону сместится равновесие гидролиза  $KCN$ , если к раствору прибавить: а)  $NaOH$ ; б)  $HCl$ ; в)  $Na_2CO_3$ ; г)  $H_2O$ ? Ответ подтвердите ионно-молекулярным уравнением гидролиза.