

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Донецький національний технічний**  
**університет**

**Методичні вказівки**  
**і контрольні завдання з хімії**  
**для студентів-заочників**

Затверджено на засіданні кафедри  
загальної хімії  
Протокол № 4 від 26.11.2002

**Донецьк – 2002**

УДК 54(07)

**Методичні вказівки і контрольні завдання з хімії** (для студентів заочної форми навчання всіх спеціальностей вищих навчальних закладів).  
/Уклад.: В.В.Приседський, В.М.Виноградов, В.С.Семикін, Д.І.Ожерел'єв. –  
Донецьк: ДонНТУ, 2002. - 60 с.

Посібник містить 400 задач і вправ, що охоплюють усі основні розділи курсу хімії для технічних вузів. Усі задачі розбито на 100 рівноцінних варіантів, які можуть бути використані як завдання для домашніх контрольних робіт. У додатку подані довідкові таблиці, що необхідні для виконання завдань.

Укладачі:	В.В.Приседський	професор
	В.М.Виноградов	доцент
	В.С.Семикін	доцент
	Д.І.Ожерел'єв	доцент

Відповідальний за випуск:	В.В.Приседський	професор
------------------------------	-----------------	----------

Рецензент:	В.В.Шаповалов	доцент
------------	---------------	--------





	211	231	251	271	291	311	331	351	371	391
12	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392
13	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
	213	233	253	273	293	313	333	353	373	393
14	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
	214	234	254	274	294	314	334	354	374	394
15	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
	215	235	255	275	295	315	335	355	375	395
16	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196
	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
17	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
	217	237	257	277	297	317	337	357	377	397
18	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
	218	238	258	278	298	318	338	358	378	398
19	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
	219	239	259	279	299	319	339	359	379	399
20	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
21	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
	201	221	241	261	281	301	321	341	361	381
22	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
	202	222	242	262	282	302	322	342	362	382
23	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183
	203	223	243	263	283	303	323	343	363	383
24	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184
	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384
25	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
	205	225	245	265	285	305	325	345	365	385
26	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186
	206	226	246	266	286	306	326	346	366	386
27	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187
	207	227	247	267	287	307	327	347	367	387

28	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188
	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388
29	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189
	209	229	249	269	289	309	329	349	369	389
30	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390
31	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191
	211	231	251	271	291	311	331	351	371	391
32	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392
33	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
	213	233	253	273	293	313	333	353	373	393
34	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
	214	234	254	274	294	314	334	354	374	394
35	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
	215	235	255	275	295	315	335	355	375	395
36	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196
	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
37	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
	217	237	257	277	297	317	337	357	377	397
38	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
	218	238	258	278	298	318	338	358	378	398
39	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
	219	239	259	279	299	319	339	359	379	399
40	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
41	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
	201	221	241	261	281	301	321	341	361	381
42	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
	202	222	242	262	282	302	322	342	362	382
43	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183
	203	223	243	263	283	303	323	343	363	383

44	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184
	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384
45	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
	205	225	245	265	285	305	325	345	365	385
46	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186
	206	226	246	266	286	306	326	346	366	386
47	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187
	207	227	247	267	287	307	327	347	367	387
48	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188
	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388
49	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189
	209	229	249	269	289	309	329	349	369	389
50	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390
51	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191
	211	231	251	271	291	311	331	351	371	391
52	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392
53	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
	213	233	253	273	293	313	333	353	373	393
54	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
	214	234	254	274	294	314	334	354	374	394
55	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
	215	235	255	275	295	315	335	355	375	395
56	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196
	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
57	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
	217	237	257	277	297	317	337	357	377	397
58	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
	218	238	258	278	298	318	338	358	378	398
59	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
	219	239	259	279	299	319	339	359	379	399
60	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200

	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
61	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
	201	221	241	261	281	301	321	341	361	381
62	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
	202	222	242	262	282	302	322	342	362	382
63	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183
	203	223	243	263	283	303	323	343	363	383
64	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184
	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384
65	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
	205	225	245	265	285	305	325	345	365	385
66	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186
	206	226	246	266	286	306	326	346	366	386
67	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187
	207	227	247	267	287	307	327	347	367	387
68	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188
	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388
69	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189
	209	229	249	269	289	309	329	349	369	389
70	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390
71	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191
	211	231	251	271	291	311	331	351	371	391
72	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392
73	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
	213	233	253	273	293	313	333	353	373	393
74	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
	214	234	254	274	294	314	334	354	374	394
75	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
	215	235	255	275	295	315	335	355	375	395
76	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196



	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
77	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
	217	237	257	277	297	317	337	357	377	397
78	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
	218	238	258	278	298	318	338	358	378	398
79	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
	219	239	259	279	299	319	339	359	379	399
80	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
81	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
	201	221	241	261	281	301	321	341	361	381
82	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
	202	222	242	262	282	302	322	342	362	382
83	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183
	203	223	243	263	283	303	323	343	363	383
84	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184
	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384
85	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
	205	225	245	265	285	305	325	345	365	385
86	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186
	206	226	246	266	286	306	326	346	366	386
87	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187
	207	227	247	267	287	307	327	347	367	387
88	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188
	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388
89	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189
	209	229	249	269	289	309	329	349	369	389
90	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390
91	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191
	211	231	251	271	291	311	331	351	371	391
92	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392

93	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
	213	233	253	273	293	313	333	353	373	393
94	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
	214	234	254	274	294	314	334	354	374	394
95	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
	215	235	255	275	295	315	335	355	375	395
96	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196
	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
97	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
	217	237	257	277	297	317	337	357	377	397
98	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
	218	238	258	278	298	318	338	358	378	398
99	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
	219	239	259	279	299	319	339	359	379	399
00	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400

### КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

1. Укажіть, які кислотно-основні властивості мають наступні оксиди:  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SeO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ . Напишіть формули гідроксидів, що відповідають цим оксидам і назвіть їх.

2. Які з приведених нижче оксидів можуть взаємодіяти з  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ :  $\text{ZnO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Складіть рівняння відповідних реакцій і назвіть отримані солі.

3. Які гідроксиди називаються амфотерними? За допомогою яких реакцій можна довести амфотерність гідроксиду? Складіть рівняння реакцій, що підтверджують амфотерність гідроксиду алюмінію, у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

4. Складіть рівняння реакцій взаємодії  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  з утворенням середньої, кислої й основної солі. Дайте назви цим солям.

5. Складіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:  $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaAlO}_2$ .

6. Чому при одержанні осаду  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  до розчину солі магнію можна додавати надлишок лугу, а для одержання  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  цього робити не можна?

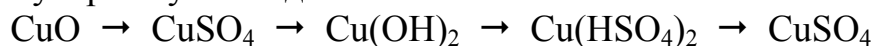
Напишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді.

7. Які з приведених нижче гідроксидів можуть взаємодіяти як з кислотою, так і з лугом, а які — тільки з кислотою:  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ? Складіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді і дайте назви отриманим солям.

8. Складіть рівняння реакцій взаємодії  $\text{Al}(\text{OH})_3$  з  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з утворенням середньої, кислої й основної солі у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді. Назвіть отримані солі.

9. Напишіть формули двох кислих барієвих солей ортофосфорної кислоти. Як із цих солей можна одержати середню сіль? Складіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді, враховуючи, що кислі солі розчинні, а середні — ні.

10. Складіть рівняння реакцій наступних перетворень у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді:

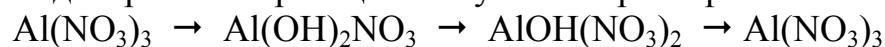


11. Складіть рівняння реакцій наступних перетворень:



Дайте назви цим солям.

12. Складіть рівняння реакцій наступних перетворень:



Дайте назви цим солям.

13. Напишіть формули оксидів, що відповідають наступним гідроксидам:  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HAlO}_2$ . Укажіть властивості цих оксидів.

14. Чи можна приготувати розчин, що містить одночасно: а)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  і  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{MgCl}_2$  і  $\text{KNO}_3$ ; в)  $\text{CuSO}_4$  і  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ? Складіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді, вкажіть, які комбінації сполук у розчинах неможливі і чому.

15. Напишіть формули оксидів  $\text{Mn}$ ,  $\text{Be}$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Sr}$  з найвищим ступенем окислювання цих елементів. Які з цих оксидів можуть взаємодіяти з  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ? Складіть рівняння відповідних реакцій і назвіть отримані солі.

16. Складіть рівняння реакцій (у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді), за допомогою яких можна одержати такі солі:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{CuOHCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Дайте назви цим солям.

17. Які речовини можуть бути отримані при взаємодії: а) кислоти із сіллю; б) солі з основою; в) солі із сіллю? Приведіть приклади рівнянь відповідних реакцій у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді.

18. Які з зазначених нижче гідроксидів можуть утворити основні солі:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ? Складіть рівняння реакцій одержання цих солей.

19. Складіть рівняння реакцій, якщо реагують:

- а) 1 моль  $Zn(OH)_2$  з 1 молям  $H_2CO_3$ ;  
 б) 1 моль  $Ba(OH)_2$  з 2 молями  $H_2CO_3$ ;  
 в) 1 моль  $Mg(OH)_2$  з 1 молям  $HNO_3$ .

Дайте назви цим солям.

20. Складіть рівняння реакцій наступного циклу перетворень: карбонат кальцію  $\rightarrow$  гідрокарбонат кальцію  $\rightarrow$  карбонат кальцію  $\rightarrow$  оксид кальцію.

### СТЕХІОМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

21. При спалюванні 6 г антрациту отримано 10,6 л  $CO_2$ (н.у.) і 0,54 г водяних парів. Визначте вміст (мас.%) вуглецю і водню в антрациті.  
*Відповідь: 94,7% C; 1% H<sub>2</sub>.*

22. 10 г сталі спалили у струмі кисню і одержали 0,49 л оксиду вуглецю (IV) при 27°C и 1,5 атм. Визначте вміст (мас.%) вуглецю в сталі.  
*Відповідь: 3,6%.*

23. На 13 г суміші цинку і оксиду цинку подіяли надлишком соляної кислоти. Газ, що виділився, спалили і одержали 1,8 г води. Визначте зміст (мас. %) вихідної суміші.  
*Відповідь: 50 % цинку, 50% оксиду.*

24. Визначте, чи вистачить 200 г 20%-ного розчину HCl для нейтралізації 60 г гідроксиду натрію?  
*Відповідь: ні.*

25. Який об'єм повітря, що містить 20% (об'єм.)  $O_2$ , потрібен для спалювання 1 м<sup>3</sup> метану (н.у.).  
*Відповідь: 10 м<sup>3</sup>.*

26. Для розчинення 4,8 г оксиду металу (+2) треба 44 г 10%-ного розчину соляної кислоти. Оксид якого металу був узятий?  
*Відповідь: CuO.*

27. Чи вистачить 360 кг води для повного гасіння 1,2 т негашеного вапна CaO? Яка маса гашеного вапна Ca(OH)<sub>2</sub> вийде?  
*Відповідь: ні, 1480 кг.*

28. При взаємодії 20 г металу (+2) з надлишком соляної кислоти виділилося 11,2 л  $H_2$  (н.у.). Визначте, про який метал йде мова.  
*Відповідь: Ca.*

29. Визначте масу технічного заліза, що містить 10 % інертних домішок, що потрібна для одержання 44,8л  $H_2$  (н.у) при взаємодії з розчином HCl.  
*Відповідь: 124,1г.*

30. До розчину, що містить 4 г HCl, додали 4 г NaOH. Яка маса солі вийде? Яка маса речовини залишилась у надлишку?  
*Відповідь: 5,85г, 0,35г.*

31. При обробці 10 г технічного магнію надлишком хлороводневої кислоти виділилося 12 л  $H_2$ , виміряного при 37°C і 780 мм рт.ст. Визначте вміст (мас. %) металевого магнію.  
*Відповідь: 78,4%.*

32. До розчину, що містить 34,0 г нітрату срібла, долили розчин, що містить 11 г сульфідіу калію. Яка маса осаду, що утворився?  
*Відповідь: 24,8 г.*

33. При розчиненні 2,3 г частково окисленого цинку в сірчаній кислоті виділяється 0,672 л водню (н.у.). Визначте відсоток (мас. %) неокисленого цинку. *Відповідь: 84,8%.*

34. При спалюванні 2 г металу (+3) утворюється 3,78 г його оксиду. Визначте, про який метал йде мова. *Відповідь: Al.*

35. Визначте об'єм кисню при 127°C и 202,65 кПа, який необхідний для повного згоряння 4,8 кг коксу, що містить 96% (мас.) вуглецю. *Відповідь: 6,3 м<sup>3</sup>.*

36. У контактному апараті вступає в реакцію 10 моль SO<sub>2</sub> і 15 моль O<sub>2</sub>. Визначте об'єм SO<sub>2</sub> і O<sub>2</sub> (н.у.) у той момент, коли прореагувало 40% SO<sub>2</sub>. Скільки моль SO<sub>3</sub> утворилося до цього моменту? *Відповідь: 134,4 л SO<sub>2</sub>; 291,2 л O<sub>2</sub>; 4 моль SO<sub>3</sub>.*

37. Визначте, яка маса природного вапняку, що містить 90% (мас.) CaCO<sub>3</sub>, потрібна для одержання 7 т негашеного вапна CaO. *Відповідь: 13,9 т.*

38. Через розчин, що містить 23,8 г броміду калію, пропустили надлишок хлору. З отриманої реакційної суміші виділили бром масою 14 г. Обчислить вихід бром у відсотках від теоретично можливого. *Відповідь: 7,5%.*

39. Яка маса 20%-го розчину KOH буде потрібна для перетворення 68,2 г хлориду цинку в цинкат калію? *Відповідь: 552 г.*

40. Суміш порошоків міді і цинку масою 10 г обробили надлишком хлороводневої кислоти. При цьому виділилося 2,24 л H<sub>2</sub> (н.у.). Визначте вміст (мас. %) міді в порошок. *Відповідь: 34,6%.*

### ЕКВІВАЛЕНТИ ПРОСТИХ І СКЛАДНИХ РЕЧОВИН

41. Оксид металу (+3) містить 47% (мас.) кисню. Визначте молярні маси еквівалентів металу і його оксиду. Про який метал йде мова? *Відповідь: 9 г/моль; 17 г/моль; Al.*

42. Напишіть рівняння реакцій Al(OH)<sub>3</sub> з HCl з утворенням трихлориду, гідроксохлориду, дигідроксохлориду і розрахуйте молярну масу еквівалентів Al(OH)<sub>3</sub> у кожній реакції. *Відповідь: 26 г/моль; 39 г/моль; 78 г/моль.*

43. При спалюванні 8,37 г металу (+2) утворилося 10,77 г оксиду. Визначте молярні маси еквівалентів металу і його оксиду. Про який метал мова йде? *Відповідь: 27,9 г/моль; 35,9 г/моль; Fe.*

44. При взаємодії 4,5 г металу (+3) з надлишком кислоти виділилося 5,6 л H<sub>2</sub> (н.у.). Визначте молярну масу еквівалентів металу. Про який метал йде мова? *Відповідь: 9 г/моль; Al.*

45. У 12,4 г оксиду металу (+1) міститься 9,2 г металу. Визначте молярні маси еквівалентів металу і його оксиду. Про який метал йде мова? *Відповідь: 23 г/моль; 31 г/моль; Na.*

46. На нейтралізацію 9,8 г сірчаної кислоти витрачено 5,6 г КОН. Визначте молярну масу еквівалентів кислоти, її основність і напишіть рівняння відповідної реакції. *Відповідь: 98 г/моль; 1.*

47. Оксид хрому містить 48% (мас.) кисню. Визначте молярну масу еквівалентів хрому і його ступінь окислювання в оксиді. *Відповідь: 8,67 г/моль; 6.*

48. Визначте масу металу, молярна маса еквівалентів якого дорівнює 12, що витісняє з кислоти 44,8 л  $H_2$  (н.у.). *Відповідь: 48 г.*

49. Чи еквівалентні кількості речовин взяті для реакції: 4,5 г Al і 2,8 л  $O_2$  (н.у.). *Відповідь: так.*

50. Чи однакові об'єми  $H_2$  (н.у.) виділяються при взаємодії з кислотою Ca і K масою по 1 г? *Відповідь: ні; 0,56 л; 0,29 л.*

51. 0,35 г металу (+2) витісняють з кислоти 209 мл  $H_2$ , виміряного при 20°C и 765 мм рт. ст. Визначте молярну масу еквівалентів металу. Про який метал йде мова? *Відповідь: 20 г/моль; Ca.*

52. 3,9 г  $Al(OH)_3$  взаємодіють с 3,65 г HCl. Визначте молярну масу еквівалентів і кислотність  $Al(OH)_3$  у цій реакції. Приведіть рівняння цієї реакції. *Відповідь: 3 г/моль; 2.*

53. Напишіть рівняння реакції  $H_3PO_4$  з КОН з утворенням фосфату, гідрофосфату і дигідрофосфату. Визначте молярну масу еквівалентів  $H_3PO_4$  у кожній реакції. *Відповідь: 32,7 г/моль; 49 г/моль; 98 г/моль.*

54. Чи еквівалентні кількості речовин взяті для реакції: 2 г Ca і 0,96 л  $O_2$  (н.у.)? Якщо ні, то яка речовина взята в надлишку і у якій кількості? *Відповідь: ні; 0,4 л кисню (н.у.) у надлишку.*

55. 4,5 г металу (+3) витісняють з кислоти 5,94 л  $H_2$ , виміряного при 27 °C и 105 кПа. Визначте молярну масу еквівалентів металу. Про який метал йде мова? *Відповідь: 9 г/моль; Al.*

56. 2,7 г оксиду металу обробили азотною кислотою і одержали 6,3 г нітрату металу. Визначте молярну масу еквівалентів металу. *Відповідь: 32,5 г/моль.*

57. Два оксиди сірки містять 50 і 60% кисню (мас.). Визначте молярні маси еквівалентів сірки і її ступені окислювання в цих оксидах. Напишіть формули цих оксидів. *Відповідь: 8 г/моль; 5,3 г/моль; 4; 6;  $SO_2$   $SO_3$ .*

58. На 2,6 г гідроксиду металу подіяли сірчаною кислотою і одержали 5,7 г сульфату. Визначте молярну масу еквівалентів металу. *Відповідь: 9 г/моль.*

59. Одна і теж маса металу з'єднується з 3,65 г галогену та 0,56 л кисню (н.у.). Визначте молярну масу еквівалентів галогену. *Відповідь: 36,5 г/моль.*

60. Визначте молярні маси еквівалентів металу (+1) і сірки, якщо 6,48 г металу утворюють 6,96 г оксиду та 7,44 г сульфїду. Про який метал йде мова? *Відповідь: 108 г/моль; 16 г/моль; Ag.*

### ЕЛЕКТРОННА БУДОВА АТОМІВ

61. Які квантові числа визначають енергію електрона в атомі? Які енергетичні рівні не можуть мати підрівень а) *p*, б) *d*, в) *f*? Чи існують рівні, що не мають *s* – підрівня?

62. Скільки і які значення магнітного квантового числа можливі для електронів на кожному з енергетичних підрівнів : *s*-, *p*-, *d*- і *f*-?

63. Які квантові числа (узяті окремо чи у деякому сполученні) визначають: а) енергетичний рівень; б) енергетичний підрівень ; в) атомну орбіталь електрона; г) стан електрона в атомі?

64. Визначте за правилом Клечковського послїдовність заповнення електронами орбіталей наступних підрівнів : *3d*, *4s*, *4p*, *4d*, *4f*, *5s*, *5p*, *5d*, *6s* і *6p*.

65. Визначте за правилом Клечковського послїдовність заповнення електронами підрівнів , що характеризуються сумою  $(n+l)$  рівної: а) 5; б) 6; в) 7. 66. Вільну орбіталь якого з зазначених енергетичних підрівнів у першу чергу заповнить черговий електрон відповідно до правила Клечковського: а) *4d* чи *5s*; б) *5p* чи *4d*; в) *5f* чи *4d*; г) *5p* чи *6s*; д) *5f* чи *6s*?

67. Для яких атомних орбіталей сума  $(n+l) = 8$ ? Чи всі такі орбітали заповнені в незбуджених атомах періодичної системи? В атомах яких елементів у незбудженому стані електрони мають найбільше значення суми  $(n+l)$ ?

68. Атом деякого *d*-елемента має п'ять електронних шарів (енергетичних рівнів) і шість валентних електронів. Якими квантовими числами характеризуються ці електрони? Що це за елемент?

69. Який елемент має в атомі п'ять (і не більш) електронів, для кожного з яких  $n = 3$  і  $l = 2$ ? Чому рівні для них значення магнітного квантового числа  $m_l$ ? Чи повинні вони мати антипаралельні спини?

70. Атоми якого елемента мають чотири електрона, для кожного з яких  $n=4$  і  $l=1$ ? Чому рівні для них значення  $m_l$ ? Скільки з цих електронів мають антипаралельні спини і скільки не спарені?

71. Укажіть порядковий номер елемента, в атомах якого: а) закінчується заповнення електронами *3d*-підрівня; б) починається заповнення підрівня *4p*.

72. Укажіть значення квантових чисел  $n$ ,  $l$ , і  $m_l$  для валентних електронів в атомах елементів з порядковими номерами 19, 23, 30 і 33. При визначенні значень магнітного квантового числа  $m_l$ , виходьте з припущення,

що орбіталі кожного підрівня заповнюються в порядку зростання  $m_l$ , починаючи з найбільш негативних значень.

73. Скільки електронних шарів (енергетичних рівнів) і яке сумарне число електронів містять атоми із скороченими електронними формулами: а)  $4s^2 4p^5$ ; б)  $4s^2 3d^5$ ; в)  $5s^2 5p^3$ ?

74. Скільки електронних шарів (енергетичних рівнів) мають атоми елементів з порядковими номерами: 8, 10, 30, 56, 86? Скільки з цих шарів заповнені цілком і скільки частково? Розв'язати цю задачу без допомоги таблиці Д.І. Менделєєва.

75. Визначте сумарний спін валентних електронів в атомах елементів з порядковими номерами 19, 20, 25, 27, 33, 36. Розв'язати цю задачу не користаючись таблицею Д.І. Менделєєва.

76. Для атома кремнію можливі два різних електронних стани:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$  і  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3$ . Як називають кожний з цих станів і яким чином здійснюється перехід з одного в інше?

У задачах 77–80 напишіть короткі електронні формули і зобразіть графічні схеми валентних орбіталей зазначених атомів і іонів.

77. Ca, Cr, Se,  $Se^{-2}$ ,  $Se^{+6}$ .

78. Rb, Nb, Sb,  $Al^{+3}$ ,  $F^{-}$

79. Cs, W, Au,  $Au^{+}$ ,  $Au^{+3}$ .

80. K, Cu, Br,  $Cu^{+}$ ,  $Cu^{+2}$ .

## ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН Д.І.МЕНДЕЛЄЄВА

81. Елементи яких сімейств утворюють головні і побічні підгрупи періодичної системи? Чи є періоди (і які), що не мають: а)  $s$ -; б)  $p$ -; в)  $d$ - і г)  $f$ - елементів? У яких періодах представлені елементи всіх чотирьох електронних сімейств?

82. Які електронні рівні і підрівні заповнюються в межах кожного з періодів періодичної системи? Що визначає число елементів у кожному з періодів? У яких випадках електронна ємність зовнішнього енергетичного рівня і число елементів у періоді збігаються, у яких — не збігаються? Які періоди і чому містять однакове число елементів?

83. Які параметри атомної структури визначають положення елемента в періодичній системі: а) порядковий номер; б) номер періоду; в) номер групи?

84. Які з приведених нижче висловлень невірні, чому:

а) порядковий номер елемента визначається зарядом ядер його атомів, а не сумарною кількістю електронів;

б) номер періоду збігається з головним квантовим числом ( $n$ ) зовнішнього електронного шару (зовнішнього енергетичного рівня);

в) кожен період містить обов'язково  $s$ -,  $p$ - і  $d$ -елементи;



г) в атомах металів малих періодів електронами заповнюється  $ns$ — підрівень;

д) в атомах галогенів завершується заповнення  $np$ -підрівня;

е) в атомах всіх інертних газів цілком заповнені  $ns$ - і  $np$ -підрівні.

85. Як змінюються по періодах (зліва направо) і головним підгрупам (зверху вниз) періодичної системи величини: а) атомного радіуса; б) першого потенціалу іонізації; в) енергії спорідненості; г) електронегативності? Відповідь мотивуйте.

86. Який з іонів має, на вашу думку, більший розмір:

а)  $\text{Na}^+$  чи  $\text{Mg}^{2+}$ ; б)  $\text{Mg}^{2+}$  чи  $\text{Ca}^{2+}$ ; в)  $\text{Cl}^-$  чи  $\text{K}^+$ ; г)  $\text{Co}^{2+}$  чи  $\text{Co}^{3+}$ ? Відповідь обґрунтуйте.

87. Поясніть причини розходження енергій іонізації в наступних парах елементів: а)  $\text{He}$  і  $\text{Li}$ ; б)  $\text{Li}$  і  $\text{Be}$ ; в)  $\text{Li}$  і  $\text{Na}$ ; г)  $\text{Be}$  і  $\text{B}$ .

88. Поясніть причини розходження спорідненості до електрона у атомів наступних пар елементів: а)  $\text{O}$  і  $\text{F}$ ; б)  $\text{F}$  і  $\text{Cl}$ ; в)  $\text{F}$  і  $\text{Ne}$ ; г)  $\text{O}$  і  $\text{S}$ .

89. Який з елементів четвертого періоду — ванадій чи миш'як - має більш виражені металеві властивості? Чому?

90. Фосфор і вісмут знаходяться в одній підгрупі VA і є електронними аналогами:  $ns^2np^3$ . Однак по хімічним властивостям фосфор відноситься до неметалів, а вісмут — до металів. Поясніть це розходження.

91. Які елементи періодичної системи найбільш вигідні для використання у фотоелементах? Чому? (Фотоефект — вибивання з атомів речовини електронів квантами падаючого світла).

92. Які з  $s$ -елементів у вигляді простих речовин відносяться до металів і неметалів? Які з них утворюють амфотерний оксид і гідроксид?

93. Які з  $p$ -елементів відносяться до металів і неметалів? Приведіть приклади гідроксидів  $p$ -елементів, що виявляють кислотні, амфотерні, основні властивості.

94. У яких ступенях окислювання  $d$ -елементи виявляють найбільш хімічну подібність з  $p$ -елементами тієї ж групи? Покажіть це на прикладах елементів VI і VII груп.

95. Для яких  $d$ -елементів вищий ступінь окислювання збігається с номером групи, для яких більше, а для яких менше номера групи?

96. Бор і кремній мають близькі величини енергій іонізації (8,3 і 8,1 еВ відповідно). Кислотні властивості їхніх оксидів і гідроксидів також схожі. Поясніть причини цієї подібності властивостей елементів, розташованих «по діагоналі» у періодичній системі.

У задачах 97-100 на підставі положення в періодичній системі опишіть і порівняйте властивості зазначених елементів і їхніх сполук (електронні формули, можливі ступені окислювання, металеві і неметалічні властивості, формули і кислотно-основні властивості оксидів і гідроксидів).

97. Хром і селен.
98. Фосфор і ванадій.
99. Кремній і титан.
100. Кальцій і цинк.

### ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І БУДОВА МОЛЕКУЛ

101. Поясніть, чому максимальна ковалентність сірки дорівнює 6, а у кисню такий валентний стан неможливий? Які інші ковалентності можуть виявляти сірка і кисень?

102. Виходячи з електронних формул атомів в основному стані, покажіть, як змінюється ковалентність елементів у III періоду періодичної системи.

103. Поясніть, як і чому змінюється ступінь іонності (полярність зв'язку) у ряді галогеноводнів:  $\text{HF} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HI}$ ?

104. Поясніть, як і чому змінюється полярність молекул у ряді халькогеноводнів:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{Te}$

105. Визначте ступені окислювання і ковалентність вуглецю в молекулах:  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Які типи гібридизації орбіталей вуглецю реалізуються в цих молекулах?

106. Визначте ступінь окислювання і ковалентність вуглецю в молекулах:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ . Які з цих молекул полярні? Зобразіть схему перекривання орбіталей у молекулі  $\text{CCl}_4$ .

107. Укажіть тип хімічного зв'язку в наступних речовинах:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{MgZn}_2$ . Зобразіть електронну схему будови іона  $\text{NH}_4^+$  і вкажіть тип гібридизації орбіталей центрального атома. Чи має іон амонію дипольний момент?

108. Укажіть тип хімічного зв'язку в наступних речовинах:  $\text{S}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Pb}$ . Зобразіть електронну схему зв'язків в іоні  $\text{NO}_2^-$ , укажіть тип гібридизації азоту. Чи має цей іон дипольний момент?

109. У молекулі  $\text{H}_2\text{O}$  валентний кут дорівнює  $105^\circ$ . Визначте тип гібридизації атома кисню і зобразіть схему перекривання орбіталей при утворенні молекули.

110. У молекулі  $\text{NH}_3$  валентний кут складає  $107^\circ$ . Зобразіть схему перекривання орбіталей при утворенні молекули.

111. При взаємодії  $\text{SiF}_4$  з  $\text{HF}$  утворюється сильна кислота  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ . Чи можлива аналогічна реакція між  $\text{CF}_4$  і  $\text{HF}$ ? Укажіть тип гібридизації орбіталей кремнію в іоні  $\text{SiF}_6^{2-}$ .

112. Визначте тип гібридизації центрального атома і геометрію наступних молекул і іонів:  $\text{Be}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{BeF}_4^{2-}$ . Приведіть електронні схеми цих молекул.

113. Які атомні орбіталі беруть участь в утворенні  $\sigma$ - і  $\pi$ - зв'язків у молекулах:  $N_2$ ,  $CO_2$ ? Приведіть схеми перекривання цих орбіталей при утворенні хімічних зв'язків.

114. Скільки  $\sigma$ - і  $\pi$ - зв'язків у молекулах:  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ ? Зобразіть схеми перекривання атомних орбіталей при утворенні цих молекул. Які з них плоскі і чому?

115. Зобразіть електронну схему утворення іона гексафторалюмінату  $AlF_6^{3-}$  з молекули  $AlF_3$  і фторид-іонів  $F^-$ . Укажіть двохелектронні орбіталі донора і вільні орбіталі акцептора. Чи полярні зв'язки  $Al-F$ ? А іон  $AlF_6^{3-}$  у цілому?

116. У рамках методу валентних зв'язків поясніть розходження в геометрії триатомних молекул  $CO_2$  і  $H_2O$ . Зобразіть схеми перекривання атомних орбіталей при утворенні цих молекул. Вкажіть у них  $\sigma$ - і  $\pi$ - зв'язки.

117. Молекула  $NH_3$  має пірамідальну форму, а молекула  $BF_3$  — плоску трикутну форму. Поясніть це розходження на основі представлень про гібридизацію атомних орбіталей. Чи полярні ці молекули?

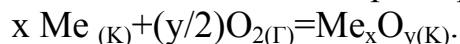
118. Дипольний момент молекули  $CS_2$  дорівнює нулю. Який тип гібридизації атомних орбіталей вуглецю відбувається при утворенні цієї молекули? Приведіть схему перекривання АО, укажіть на схемі  $\sigma$ - і  $\pi$ - зв'язки.

119. Нітрат калію плавиться при  $334^\circ C$ , а нітрат срібла — при  $212^\circ C$ . У якому з цих сполук іонний зв'язок міцніший і чим це можна пояснити?

120. У ряді  $NaCl - NaBr - NaI$  температура плавлення сполук знижується. Поясніть цей факт, проаналізувавши зміну в зазначеному ряді ступеня іонності зв'язку.

## ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

121. Більшість металів окисляються на повітрі по рівнянню:



Визначте знаки  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  і  $\Delta G$  у реакціях цього типу. Що можна сказати про характер зміни  $\Delta G$  з ростом температури? *Відповідь:*  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta G < 0$ ;  $\Delta G$  росте з температурою.

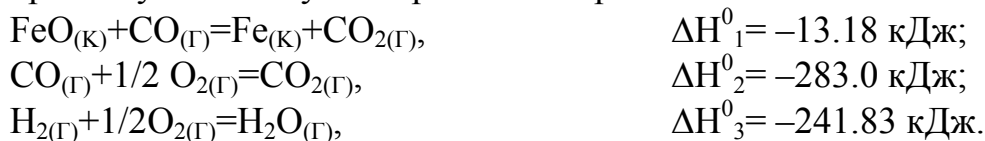
122. Визначте теплоту, що виділяється при згорянні одного кубометру (н.у.) метану  $CH_4$ , пропану  $C_3H_8$ . Який з цих двох газів вигідніше використовувати в якості балонного газоподібного палива? *Відповідь:* 35800 кДж; 91200 кДж.

123. Розрахуйте зміни ентальпій у реакціях згорання одного моля етану  $C_2H_6$ , етилену  $C_2H_4$  і ацетилену  $C_2H_2$ . *Відповідь:* -1420; -1320; -1260 кДж.

124. Розрахуйте теплові ефекти реакцій металотермічного одержання заліза: а)  $Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe$ ; б)  $Fe_2O_3 + 2Cr = Cr_2O_3 + 2Fe$ .

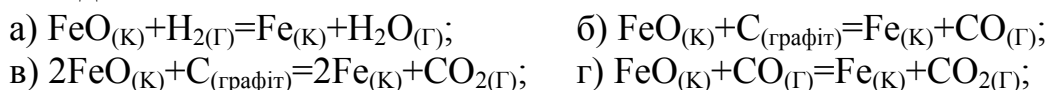
Яку з цих реакцій вигідніше використовувати для зварювання сплавів на основі заліза? *Відповідь:  $-854$  кДж;  $-618$  кДж.*

125. Обчисліть тепловий ефект реакції відновлення оксиду заліза (II) воднем, використовуючи наступні термохімічні рівняння:



*Відповідь: 27,99 кДж*

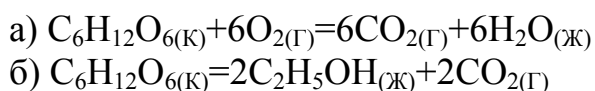
126. Порівняйте теплові ефекти реакцій відновлення оксиду заліза (II) різними відновниками:



Яка з них супроводжується найбільшим виділенням теплоти?

*Відповідь: а)  $+23,0$ ; б)  $+154$ ; в)  $+136$ ; г)  $-18,2$  кДж.*

127. Сахари використовуються в живих організмах як джерело енергії в аеробних (надлишок  $\text{O}_2$ , подих) і в анаеробних (недолік  $\text{O}_2$ , бродіння) умовах. Думаючи, що ці процеси відображаються відповідно наступними рівняннями:



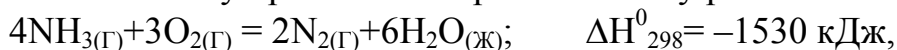
розрахуйте теплові ефекти цих реакцій і зробіть висновок, який шлях — аеробний подих чи анаеробне бродіння — поставляє організму більше енергії?

*Відповідь: а)  $-2800$  кДж; б)  $-69,2$  кДж.*

128. Обчисліть, скільки теплоти виділяється при повному згорянні  $1\text{ м}^3$  (н.у.) коксового газу, що має такий об'ємний склад:  $\text{H}_2$  — 60%,  $\text{CH}_4$  — 25%,  $\text{CO}_2$  — 5%,  $\text{CO}$  — 5%,  $\text{N}_2$  — 5%. *Відповідь: 16100 кДж.*

129. Водяний газ одержують пропусканням водяної пари через шар коксу по реакції:  $\text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{C}_{(графіт)} = \text{H}_{2(г)} + \text{CO}_{(г)}$ . Розрахуйте кількість теплоти, що виділяється при спалюванні  $1\text{ м}^3$  (н.у.) водяного газу. *Відповідь: 11700 кДж.*

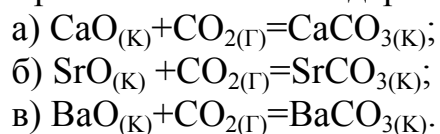
130. Визначте стандартну ентальпію утворення  $\text{NH}_{3(г)}$ , якщо відомо, що окислювання аміаку протікає по термохімічному рівнянню:



а стандартна ентальпія утворення  $\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  складає  $-285,8$  кДж/моль.

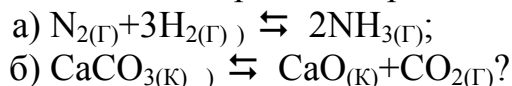
*Відповідь:  $-46,2$  кДж/моль.*

131. Порівняйте зміни стандартної енергії Гіббса реакцій:



Який висновок можна зробити на цій підставі про зміну основних властивостей оксидів у ряду  $\text{CaO} — \text{SrO} — \text{BaO}$ ? *Відповідь: а)  $-129$ ; б)  $-169$ ; в)  $-190$  кДж.*

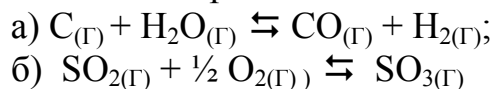
132. Чи можуть приведені нижче реакції протікати мимовільно за стандартних умов:



Відповідь обґрунтуйте розрахунком зміни енергії Гіббса.

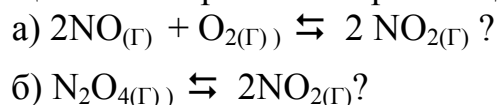
Відповідь: а) +33,3; б) +129 кДж.

133. Обчисліть стандартні зміни енергії Гіббса і визначте, пряма чи зворотна реакція може протікати за стандартних умов у наступних системах:



Відповідь: а) -28,7; б) -71,0 кДж.

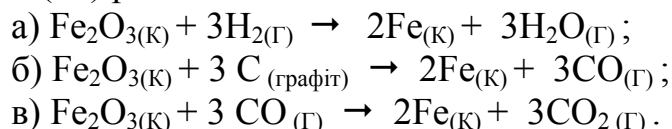
134. Пряма чи зворотна реакція може протікати при стандартних умовах у системах:



Відповідь мотивуйте обчисленням  $\Delta G^\circ_{298}$  прямої реакції.

Відповідь: а) -70,2; б) +4,6 кДж.

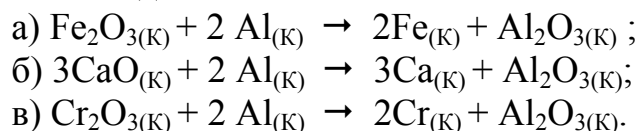
135. Обчисліть стандартні зміни енергії Гіббса реакцій відновлення оксиду заліза (III) різними відновниками:



Яка з цих реакцій термодинамічно можлива при 298 К?

Відповідь: а) +54,5; б) +329,0; в) -31,6 кДж.

136. Обчисліть стандартні зміни енергії Гіббса і зробіть висновок про можливість відновлення зазначених нижче оксидів алюмінієм при 298 К:



Відповідь: а) -842,0; б) +231,0; в) -532 кДж.

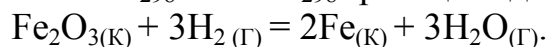
137. На основі розрахунку  $\Delta H^\circ_{298}$  і  $\Delta S^\circ_{298}$  знайдіть температурну залежність енергії Гіббса  $\Delta G^\circ_T$  для реакції термічного розкладання  $CaCO_{3(к)} \rightarrow CaO_{(к)} + CO_{2(г)}$ . Чи можливо мимовільне розкладання карбонату кальцію

а) за стандартних умов, б) при 700 К; в) при 1200 К? Відповідь:  $\Delta G^\circ_T = 178500 - 164,7 \cdot T$  (Дж).

138. Обчисліть зміну ентропії при плавленні 1 моль нафталіну  $C_{10}H_8$  при 80,4 °С, якщо теплота плавлення нафталіну дорівнює 149,6 Дж/г.

Відповідь: 54,2 Дж/(моль К).

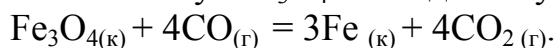
139. Обчисліть  $\Delta H^\circ_{298}$  і  $\Delta S^\circ_{298}$  реакції відновлення оксиду заліза (III) воднем:



При яких температурах можлива ця реакція за стандартних умов?

Відповідь:  $\Delta H^\circ_{298} = +96,8$  кДж;  $\Delta S^\circ_{298} = +143$  Дж/(моль К);  $T > 677$  К

140. Відновлення магнетиту  $Fe_3O_4$  оксидом вуглецю (II) йде по рівнянню:



Обчисліть  $\Delta H^\circ_{298}$  і  $\Delta S^\circ_{298}$  даної реакції. При яких температурах можливе мимовільне протікання реакції за стандартних умов?

*Відповідь:*  $\Delta H^\circ_{298} = + 39,7 \text{ кДж}$ ;  $\Delta S^\circ_{298} = + 52,4 \text{ Дж/(моль К)}$ ;  $T > 758 \text{ К}$ .

## КІНЕТИКА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ І РІВНОВАГА

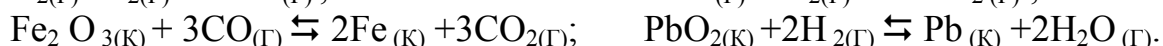
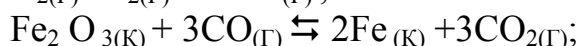
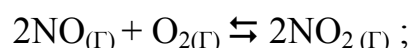
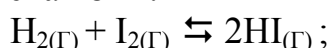
141. Розклад оксиду азоту (I) при високих температурах протікає на поверхні каталізатора по рівнянню:  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ . Константа швидкості цієї реакції при 1173 К дорівнює  $5 \cdot 10^{-4} \text{ л моль}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ . Початкова концентрація  $\text{N}_2\text{O}$  дорівнює 2 моль/л. Визначте швидкість реакції в початковий момент і в той момент, коли розкладеться 30 %  $\text{N}_2\text{O}$ .

*Відповідь:*  $2 \cdot 10^{-3}$  і  $0,98 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ ,

142. У судині протікає реакція:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ . Через якийсь час після її початку концентрації речовин, що беруть участь у реакції, склали:  $[\text{N}_2] = 0,8$ ;  $[\text{H}_2] = 0,9$ ;  $[\text{NH}_3] = 0,6 \text{ моль/л}$ . Константа швидкості прямої реакції дорівнює  $2 \cdot 10^{-3} \text{ л/(моль хв)}$ . Обчисліть швидкості прямої реакції в даний момент і безпосередньо після змішування  $\text{N}_2$  і  $\text{H}_2$ . *Відповідь:*  $1,17 \cdot 10^{-3}$  і  $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ моль/(л} \cdot \text{хв)}$ .

143. Початкові концентрації  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  і  $\text{HI}$ , що беруть участь в оборотній реакції  $\text{H}_{2(\text{Г})} + \text{I}_{2(\text{Г})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{Г})}$ , рівні відповідно 0,04; 0,05 і 0,01 моль/л. При 780 К константа швидкості прямої реакції дорівнює 0,16 л/(моль хв). Обчисліть початкову швидкість і швидкість у той момент, коли концентрація йодоводню стане рівною 0,05 моль/л. *Відповідь:*  $3,2 \cdot 10^{-4}$  і  $9,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль/(л} \cdot \text{хв)}$ .

144. Напишіть вираз для швидкостей (кінетичні рівняння) прямих і зворотних реакцій, гадаючи, що приведені рівняння правильно відбивають їхні механізми:

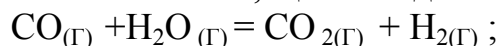


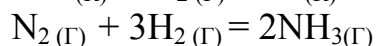
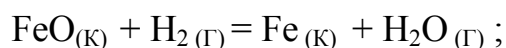
Яка розмірність констант швидкості у кожному з цих випадків?

145. Дві реакції протікають у двох судинах об'ємом 5 л кожний таким чином, що за 10 сек. у першій судині утворилося 5 г аміаку, а в другому — 30 г йодоводню. У якій судині реакція протікає з більшою швидкістю? Чому рівні середні швидкості кожної з реакцій. *Відповідь:*  $5,88 \cdot 10^{-3}$  і  $4,69 \text{ моль/(л} \cdot \text{с)}$ .

146. При деякій температурі рівновага реакції  $\text{CO}_{(\text{Г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{Г})} + \text{H}_{2(\text{Г})}$  установилася при наступних концентраціях реагуючих речовин (моль/л):  $[\text{CO}] = 0,05$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,03$ ;  $[\text{CO}_2] = 0,01$  і  $[\text{H}_2] = 0,03$ . Відомо, що константа швидкості прямої реакції дорівнює 0,02. Обчисліть швидкість зворотної реакції в перший момент після змішання в судині об'ємом 10 л 2 моль  $\text{H}_2$  і 0,5 моль  $\text{CO}_2$ . *Відповідь:*  $1 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(л} \cdot \text{хв)}$ .

147. Як варто змінити тиск, щоб швидкість наступних реакцій





збільшити в 16 разів? *Відповідь: збільшити в 4, 16 і 2 рази відповідно.*

148. При підвищенні температури на 20°C швидкість реакції збільшилася в 6,25 рази. Знайдіть температурний коефіцієнт реакції  $\gamma$ . Як зміниться швидкість реакції при зміні температури від 60 до 120°C и від 60 до 20°C? *Відповідь:  $\gamma = 2,5$ ; збільшиться в 244 рази; зменшиться в 39,1 рази.*

149. Для травлення прокату в металургійному виробництві використовується 5%-а HCl. Температурний коефіцієнт розчинення прокатної окалини в соляній кислоті дорівнює 3. В скількох разів можна скоротити час травлення прокату, якщо підвищити температуру на 25°C? *Відповідь: у 15,6 рази.*

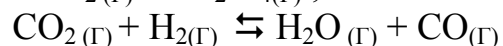
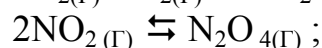
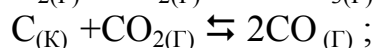
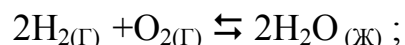
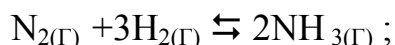
150. Константи швидкості прямої реакції  $2\text{HI}_{(Г)} \rightleftharpoons \text{H}_2_{(Г)} + \text{I}_2_{(Г)}$  при 430 і 470 К складають  $4,85 \cdot 10^{-8}$  і  $4,10 \cdot 10^{-6}$  л/(моль·хв) відповідно. Розрахуйте енергію активації і константу швидкості цієї реакції при 500 К.

*Відповідь: 186 кДж/моль і  $7,18 \cdot 10^{-5}$  л · моль<sup>-1</sup> · хв<sup>-1</sup>.*

151. Обчисліть енергію активації і константу швидкості реакції розкладання пентаоксиду  $\text{N}_2\text{O}_{5(Г)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(Г)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(Г)}$  при 300 К, якщо константи швидкості цієї реакції при 320 і 350 К складають відповідно 1,77 і 47,3 хв<sup>-1</sup>. *Відповідь: 102 кДж/моль і 0,125 хв<sup>-1</sup>.*

152. Якщо пряма реакція екзотермічна, а зворотна — ендотермічна, то яка з них характеризується більш високим значенням енергії активації? А яка — більш високим значенням константи швидкості? *Відповідь мотивуйте.*

153. Складіть вираз для констант рівноваги наступних оборотних реакцій:



У якому напрямку буде зміщатися рівновага цих реакцій з підвищенням тиску.

154. При 780 К константа рівноваги реакції  $\text{H}_2_{(Г)} + \text{I}_2_{(Г)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(Г)}$  дорівнює 35, а константа швидкості прямої реакції – 0,15 л/(моль·хв). Чому рівна константа швидкості зворотної реакції і константа рівноваги дисоціації йодоводню? *Відповідь: 0,00428 л · моль<sup>-1</sup> · хв<sup>-1</sup>; 0,0286.*

155. У судині об'ємом 5л змішали 8 моль N<sub>2</sub> і 4,35 моль H<sub>2</sub>. Після досягнення рівноваги реакції  $\text{N}_2_{(Г)} + 3\text{H}_2_{(Г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3_{(Г)}$  концентрація аміаку NH<sub>3</sub> виявилася рівною 0,18 моль/л. Розрахуйте константу рівноваги реакції синтезу аміаку і рівноважні концентрації N<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>. *Відповідь:  $K_c = 0,1$  л<sup>2</sup>/моль<sup>2</sup>; 1,5 і 0,6 моль/л.*

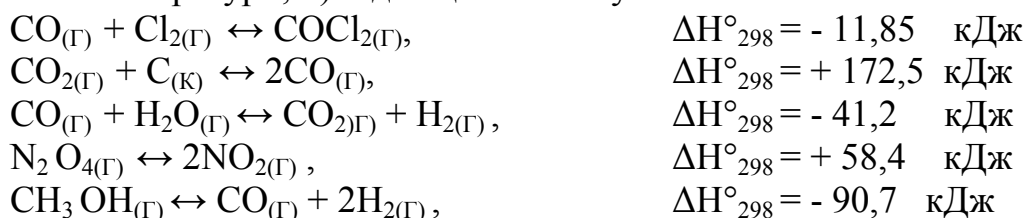
156. У судині змішали 0,1 моль вуглекислого газу і 0,4 моль водню. До моменту встановлення рівноваги в системі  $\text{CO}_2_{(Г)} + \text{H}_2_{(Г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(Г)} + \text{H}_2\text{O}_{(Г)}$  залишилось 0,02 моль CO<sub>2</sub>. Обчисліть константу рівноваги і рівноважні

концентрації всіх реагуючих речовин. *Відповідь:*  $K_c = 1,0; 0,02; 0,32; 0,08$  і  $0,08$  моль.

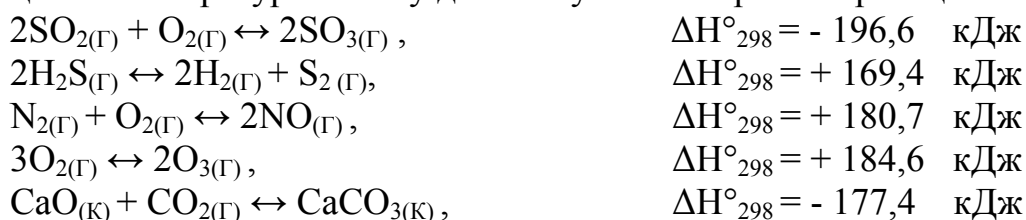
157. Для реакції відновлення оксиду заліза (II)  $\text{FeO}_{(K)} + \text{H}_{2(Г)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(K)} + \text{H}_2\text{O}_{(Г)}$  константа рівноваги дорівнює 0,50. Початкові концентрації  $\text{H}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  відповідно рівні 0,05 і 0,01 моль/л. Розрахуйте їхні рівноважні концентрації. *Відповідь:* 0,04 і 0,02 моль/л.

158. У судині об'ємом 3 л хімічна рівновага реакції  $\text{CO}_{(Г)} + \text{Cl}_{2(Г)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(Г)}$  установилася при наступних концентраціях реагуючих речовин (моль/л):  $[\text{CO}] = 0,50; [\text{Cl}_2] = 1,0; [\text{COCl}_2] = 0,6$ . Після цього в судину ввели додатково 3 моль  $\text{Cl}_2$ . Визначте нові рівноважні концентрації усіх речовин. *Відповідь:* 0,34; 1,84 і 0,76 моль/л.

159. Як вплинуть на рівновагу наступних оборотних реакцій:: а) зниження температури; б) підвищення тиску



160. У якому напрямку зміститься рівновага при одночасному підвищенні температури і тиску для наступних оборотних реакцій:



## КОНЦЕНТРАЦІЯ РОЗЧИНІВ

161. У 51 г води розчинили 49 г сірчаної кислоти. Щільність отриманого розчину 1,4 г/мл. Розрахуйте процентну, молярну, моляльну, нормальну концентрації розчину і мольну частку сірчаної кислоти у цьому розчині. *Відповідь:* 49 %; 7 моль/л, 9,8 моль/кг; 14 моль екв./л; 0,15.

162. Яку масу води треба додати до 200 мл 60 % - ної сірчаної кислоти, щільність якої 1,5 г/мл, щоб одержати 20%-ний розчин? Розрахуйте моляльність отриманого розчину і мольну частку сірчаної кислоти у цьому розчині. *Відповідь:* 600 г; 2,55 моль/кг; 0,044.

163. До двох літрів водяного розчину 96%-го етилового спирту ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) із щільністю 0,8 г/мл додали 2,24 л води. Щільність отриманого розчину 0,94 г/мл. Розрахуйте процентну, молярну, моляльну концентрації розчину і мольну частку спирту у розчині. *Відповідь:* 40 %; 8,1 моль/л; 14,5 моль/кг; 0,207.

164. Лужні метали одержують електролізом розплаву їхніх солей. Обчисліть процентну і моляльну концентрації  $\text{NaCl}$  і  $\text{CaCl}_2$  у 25 кг розплаву



цих солей, якщо мольна частка  $\text{NaCl} = 0,6$ . *Відповідь: 44 % NaCl, 56 % CaCl<sub>2</sub>; 13,7 моль/кг і 11,4 моль/кг.*

165. У 6 л води розчинили 2,24 м<sup>3</sup> хлороводню (н.у.), Обчисліть процентну, молярну і моляльну концентрації отриманого розчину, якщо його щільність 1,185 г/мл. *Відповідь: 37,8 % ; 12 моль/л; 16,6 моль/кг.*

166. У 100 мл розведеної сірчаної кислоти розчинили 2,8 г заліза. Щільність отриманого розчину 1,3 г/мл. Обчисліть процентну, молярну і нормальну концентрації сульфату заліза(II) у розчині. Зміною об'єму в процесі реакції зневажити. *Відповідь: 5,85 %; 0,5 моль/л; 1,0 моль екв./л.*

167. При паянні металів як флюс використовують розчин хлориду калію в соляній кислоті. Розрахуйте масу хлориду калію, води і об'єм газоподібного хлороводню (н.у.), що будуть потрібні для готування 150 г флюсу, що містить 55% KCl і 20% HCl. *Відповідь: 82,5 г KCl; 37,5 г H<sub>2</sub>O; 18,4 л HCl.*

169. Ціанування сталі проводять у ванні, що містить розплав NaCN, BaCl<sub>2</sub>, NaCl. Обчисліть мольну частку і моляльну концентрацію цих солей у розплаві, якщо в ньому міститься по масі 8 % NaCN, 82 % BaCl<sub>2</sub> і 10 % NaCl. *Відповідь: 0,222; 0,542; 0,236; 1,74 моль/кг; 21,9 моль/кг; 1,9 моль/кг.*

170. 200 мл 0,1М розчину Ba(OH)<sub>2</sub> змішали з 300 мл 0,5М розчину цієї ж речовини. Розрахуйте молярну і нормальну концентрації отриманого розчину. *Відповідь: 0,34М; 0,68н.*

171. Обчисліть молярну, моляльну, нормальну концентрації 16%-го розчину хлориду алюмінію, якщо щільність цього розчину 1,16 г/мл. *Відповідь: 1,38 моль/л; 1,43 моль/кг; 4,14 моль екв./л.*

172. Кислоти, що містяться в стічних водах гідрометалургійних виробництв, нейтралізують вапняним молоком. Обчисліть, скільки літрів вапняного молока, що містить 100 г/л CaO, потрібно для нейтралізації 50 л 6 %-го розчину хлороводню, щільність якого 1,03 г/мл. *Відповідь: 23,7 л.*

173. Для осадження у вигляді хлориду всього срібла, що міститься в 100 мл розчину нітрату срібла, треба було 50 мл 0,2 н. соляної кислоти. Обчисліть нормальність розчину нітрату срібла і масу осаду, що утворився. *Відповідь: 0,1н.; 1,43 г.*

174. До складу мастильно-охолодної рідини (МОР) уводиться бура — Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10 H<sub>2</sub>O. Розрахуйте, скільки кг бури потрібно для приготування 100 кг МОР зі змістом 3 % Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>. Обчисліть моляльну концентрацію Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> в отриманому розчині. *Відповідь: 5,67 кг; 0,15 моль/кг.*

175. Обчисліть нормальну концентрацію 30%-го розчину гідроксиду натрію, щільність якого 1,33 г/мл. Розрахуйте процентну концентрацію, що буде, якщо до 1 л даного розчину додати 5 л води. *Відповідь: 9,97 моль екв./л; 6,3%.*

176. До 2 л 20%-го розчину азотної кислоти з щільністю 1,12 г/мл додали 3 л 14%-го розчину цієї ж кислоти з щільністю 1,08 г/мл. Обчисліть процентну, молярну і моляльну концентрації отриманого розчину. *Відповідь: 16,4% ; 2,86 моль/л; 3,1 моль/кг.*

177. Розрахуйте, який об'єм 10%-го розчину карбонату натрію з щільністю 1,105 г/мл потрібен для приготування 10 л 2%-го розчину цієї ж солі з щільністю 1,02 г/мл. *Відповідь: 1,84 л.*

178. Змішали 200 г 20%-го розчину і 300 г 40%-го розчину хлориду натрію. Обчисліть процентну і моляльну концентрації отриманого розчину. *Відповідь: 32% ; 8,03 моль/кг.*

179. Розрахуйте об'єми 40%-ої азотної кислоти з щільністю 1,25 г/мл і 10%-ої азотної кислоти з щільністю 1,06 г/мл необхідні для приготування 10 л 15%-го розчину з щільністю 1,09 г/мл. Яка нормальність отриманого розчину? *Відповідь: 1,46 л (40 %-і) і 8,54 л (10%-і); 2,6 н.*

180. Розчини сірчаної кислоти застосовують для «травлення» металів — зняття оксидної плівки з їхньої поверхні. Розрахуйте, який об'єм 80%-ої сірчаної кислоти з щільністю 1,73 г/мл потрібен для приготування 5 л 2 М розчину цієї кислоти. *Відповідь: 708 мл.*

## РОЗЧИНИ НЕЕЛЕКТРОЛІТІВ

181. Яку масу етиленгліколю  $C_2H_4(OH)_2$  і води треба взяти, щоб приготувати 5 кг антифризу з температурою кристалізації:  $-18,6\text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_K = 1,86$ )? *Відповідь: 1,92 кг; 3,08 кг.*

182. Обчисліть молярну масу неелектроліту, якщо відомо, що розчин, який містить 4,5 г цієї речовини в 500 г води, замерзає при  $-0,28\text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_K = 1,86$ ). *Відповідь: 59,8 г/моль.*

183. Обчисліть процентну концентрацію водяного розчину глюкози  $C_6H_{12}O_6$ , якщо відомо, що цей розчин закипає при  $100,26\text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_E = 0,52$ ). *Відповідь: 8,26 %.*

184. Розрахуйте, якою повинна бути процентна концентрація антифризу на основі етиленгліколю  $C_2H_4(OH)_2$ , щоб він мав температуру кристалізації  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_K = 1,86$ )? *Відповідь: 57,1 %.*

185. Обчисліть, із скількох атомів складається молекула сірки, якщо розчин, що містить 4,456 г сірки в 50 г бензолу кипить при  $81,091\text{ }^\circ\text{C}$ , а температура кипіння чистого бензолу  $80,2\text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_E = 2,57$ ). *Відповідь:  $S_8$ .*

186. Обчисліть температуру кристалізації розчину, отриманого розчиненням 320 г глюкози  $C_6H_{12}O_6$  у 2 л води ( $K_K = 1,86$ ). *Відповідь:  $-1,65\text{ }^\circ\text{C}$ .*

187. Розчин, що містить 6 г сечовини в 50 г води, кристалізується при  $-3,72\text{ }^\circ\text{C}$ . Обчисліть молекулярну масу сечовини ( $K_K = 1,86$ ). *Відповідь: 60 а.о.м.*

188. Розчин, що містить 2,04 г гліцерину в 100 г води, кристалізується при  $-0,414\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Обчисліть молекулярну масу гліцерину ( $K_K = 1,86$ ).  
*Відповідь: 92 а.о.м..*

189. Розчин, що містить 0,512 г неелектроліту в 100 г бензолу, кристалізується при  $5,296\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура кристалізації бензолу  $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $K_K = 5,1$ . Обчисліть молекулярну масу розчиненої речовини.  
*Відповідь: 128 а.о.м.*

190. Обчисліть температуру кристалізації розчину, що містить 10 г карбаміду  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  у 200 г води ( $K_K = 1,86$ ).  
*Відповідь:  $-1,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

191. Розчин, що містить 3,04 г камфори  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$  в 100 г бензолу, кипить при  $80,714\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а температура кипіння бензолу  $80,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Обчисліть ебуліоскопічну константу бензолу.  
*Відповідь: 2,57.*

192. Обчисліть процентну концентрацію водяного розчину гліцерину  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ , знаючи, що цей розчин кипить при  $100,39\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ( $K_E = 0,52$ ).  
*Відповідь: 6,45 %.*

193. Розчин, що містить 2,25 г неелектроліту в 250 г води, кристалізується при  $-0,279\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Обчисліть молярну масу розчиненої речовини ( $K_K = 1,86$ ).  
*Відповідь: 60 г/моль.*

194. Обчисліть криоскопічну константу оцтової кислоти, якщо відомо, що розчин, який містить 4,25 г антрацену  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$  у 100 г оцтової кислоти, кристалізується при  $15,718\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура кристалізації оцтової кислоти  $16,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
*Відповідь: 3,68.*

195. Обчисліть температуру кристалізації 40 %-го водяного розчину етилового спирту  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $K_K = 1,86$ ).  
*Відповідь:  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

196. Яку масу фенолу  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  треба розчинити в 100 г бензолу, щоб температура кристалізації цього розчину стала на  $1,7^{\circ}$  нижче температури кристалізації бензолу ( $K_K = 5,1$ ).  
*Відповідь: 3,13 г.*

197. Обчисліть температуру кипіння 20 %-го водяного розчину пропілового спирту  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  ( $K_E = 0,52$ ).  
*Відповідь:  $102,17\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

198. Обчисліть тиск водяного пару над розчином, що містить 36 г глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  у 540 г води при  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ , якщо тиск насиченого пару над водою при даній температурі дорівнює  $61,5\text{ мм рт. ст.}$   
*Відповідь; 61,09 мм рт. ст.*

199. При  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  тиск насиченого пару над водою дорівнює  $17,53\text{ мм рт. ст.}$  Яку масу гліцерину  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  треба розчинити в 200 г води, щоб понизити тиск пару на  $1\text{ мм рт. ст.}$ ?  
*Відповідь: 61,7 г.*

200. У радіатор автомобіля налили 8 л води і додали 3 л метилового спирту  $\text{CH}_3\text{OH}$ , щільність якого  $0,8\text{ г/мл}$ . При якій температурі можна після цього залишати автомобіль на відкритому повітрі, не побоюючись, що вода в радіаторі змерзне? ( $K_K = 1,86$ ).  
*Відповідь:  $-17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

## РОЗЧИНИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ. ІОННІ РЕАКЦІЇ

При складанні іонно-молекулярних рівнянь враховуйте, що основні солі нерозчинні, кислі – розчинні, а розчинність середніх солей визначайте, користуючись таблицею “Розчинність солей і основ у воді” (додаток ).

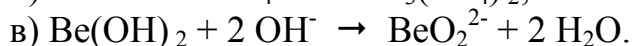
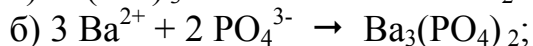
201. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії: а) сульфату нікелю і гідроксиду барію (з утворенням основної солі); б) гідроксиду магнію і сірчаною кислотою (з утворенням кислої солі).

202. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) гідроксидом цинку і азотною кислотою (у надлишку); б) гідроксидом магнію і соляною кислотою (у недоліку).

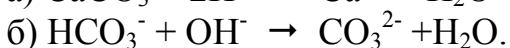
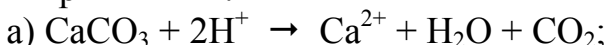
203. Складіть у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій взаємодії між: а) гідроксидом заліза (III) і азотною кислотою (у надлишку); б) гідроксидом заліза (II) і сірчаною кислотою (у недоліку).

204. Складіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій взаємодії між: а) гідрокарбонатом натрію і гідроксидом натрію; б) силікатом калію і соляною кислотою (у надлишку).

205. Складіть молекулярні рівняння реакцій по наступним іонно-молекулярним рівнянням:



206. Складіть молекулярні рівняння реакцій по наступним іонно-молекулярним рівнянням:



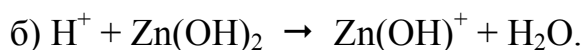
207. Обчисліть концентрацію катіонів у 0,01 М розчині  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ , якщо ступінь дисоціації солі 80%. Складіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння реакції взаємодії цієї солі з надлишком гідроксиду барію. *Відповідь:  $1,6 \cdot 10^{-2}$  моль/л.*

208. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) гідросульфатом натрію і гідроксидом кальцію; б) гидроксохлоридом заліза (III) і соляною кислотою.

209. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) нітратом свинцю і сульфатом калію; б) хлоридом алюмінію і нітратом срібла.

210. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) сірководнем і гідроксидом амонію; б) хлороводнем і гідроксидом барію.

211. Складіть молекулярні рівняння реакцій по наступним іонно-молекулярним рівнянням: а)  $\text{CuOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O};$



212. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) гідрокарбонатом натрію і соляною кислотою; б) ацетатом свинцю і сульфідом натрію.

213. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) нітратом цинку і гідроксидом калію (у надлишку); б) гідроксидом кальцію і вуглекислим газом (у надлишку).

214. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) гідросульфідом калію і сірчаною кислотою; б) хлоридом заліза (III) і гідроксидом калію (у недоліку).

215. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між: а) карбонатом магнію і сірчаною кислотою; б) гідроксидом алюмінію і сірчаною кислотою (у надлишку).

216. Розчин 1,89 г нітрату цинку в 150 г води закипає при 100,09°C. Обчисліть ступінь дисоціації солі і температуру кристалізації розчину ( $K_E = 0,52$ ;  $K_K = 1,86$ ). *Відповідь:  $\alpha_d = 79,5 \%$ ;  $t_{кр} = -0,321$  °C.*

217. 10 % -й розчин сірчаної кислоти кристалізується при -5,5 °C. Обчисліть ступінь дисоціації кислоти і концентрацію катіонів у розчині, якщо щільність розчину 1,07 г/мл ( $K_K = 1,86$ ). *Відповідь:  $\alpha_d = 0,81$ ;  $[H^+] = 1,76$  моль/л.*

218. Розчин, що містить 8,52 г сульфату натрію в 100 г води, кристалізується при -2,8 °C. Обчисліть ступінь дисоціації солі і температуру кипіння розчину. ( $K_K = 1,86$ ;  $K_E = 0,52$ ). *Відповідь:  $\alpha_d = 75\%$ ;  $t_k = 100,78$  °C.*

219. У 0,1 М розчині  $\text{HNO}_2$  концентрація іонів водню  $[H^+] = 6,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Обчисліть константу дисоціації кислоти. *Відповідь:  $4,62 \cdot 10^4$ .*

220. Обчисліть температуру кристалізації розчину, що містить 9,22 г  $\text{KNO}_3$  у 100 г води, якщо ступінь дисоціації солі 71%. ( $K_K = 1,86$ ). *Відповідь:  $t_3 = -2,90$  °C.*

## ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

221. Які з приведених нижче солей будуть піддаватися гідролізу:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{BaS}$ ? Складіть іонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу цих солей по стадіям і вкажіть значення рН ( $> 7 <$ ) у розчинах цих солей,

222. Які із солей ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{KCl}$ ) піддаються гідролізу? Складіть іонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу цих солей по стадіям і вкажіть значення рН ( $< 7 >$ ) у їхніх розчинах.

223. Які солі піддаються повному гідролізу? З огляду на це, складіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння реакцій, що відбуваються при зливанні розчинів нітрату алюмінію і карбонату калію,

224. До розчину хлориду заліза (III) додавали окремо наступні речовини: HCl, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. У яких випадках гідроліз хлориду заліза підсилиться? Чому? Складіть іонно-молекулярні реакції гідролізу, що протікають у цих випадках.

225. Укажіть значення pH (  $>7<$  ) у водяних розчинах MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Складіть рівняння гідролізу даних солей в іонно-молекулярному і молекулярному вигляді.

226. Укажіть pH (  $>7<$  ) у водяних розчинах K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>. Складіть рівняння гідролізу цих солей у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

227. При додаванні до розчину сульфату алюмінію сульфід натрію в осад випадає гідроксид алюмінію. Чому? Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

228. Укажіть pH (  $>7<$  ) у водяних розчинах Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KCl? Складіть рівняння реакцій гідролізу солей у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

229. При зливанні розчинів хлориду хрому (III) і карбонату калію в осад випадає гідроксид хрому. Чому? Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються, у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

230. До розчину карбонату натрію додали: а) HCl; б) NaOH; в) Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Поясніть, у яку сторону буде зміщатися іонна рівновага гідролізу вихідної солі при додаванні зазначених речовин?

231. Які із солей (CH<sub>3</sub>COONa, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) будуть піддаватися гідролізу? Укажіть pH (  $>7<$  ) у розчинах цих солей і складіть рівняння гідролізу в молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

232. До розчину хлориду заліза (III) додали сульфід натрію. В осад випадає гідроксид заліза (III). Чому? Складіть рівняння реакцій, що протікають, у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

233. Укажіть pH (  $>7<$  ) у водяних розчинах солей: FeCl<sub>3</sub>, BaCl<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>COONa. Складіть рівняння гідролізу цих солей у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

234. Які солі піддаються повному гідролізу? З огляду на це, складіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що будуть протікати при зливанні водяних розчинів хлориду алюмінію і карбонату натрію.

235. Які із солей Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S будуть піддаватися гідролізу? Складіть рівняння реакцій гідролізу в молекулярному та іонно-молекулярному вигляді і укажіть значення pH (  $> 7 <$  ) у розчинах даних солей.

236. Чи можна приготувати водяний розчин сульфату алюмінію? Яка речовина буде в осаді, якщо до водяного розчину нітрату алюмінію додати

сульфіт калію? Складіть рівняння реакцій, що протікають при цьому у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

237. Укажіть рН (  $>7 <$  ) у водяних розчинах солей:  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  Складіть рівняння гідролізу даних солей у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

238. Які реакції будуть протікати при зливанні водяних розчинів сульфату заліза (III) і оцтовокислого натрію? Складіть рівняння цих реакцій у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді. Що буде в осаді?

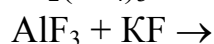
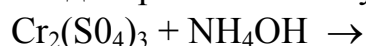
239. Складіть рівняння гідролізу хлориду цинку в молекулярному та іонно-молекулярному вигляді. Додаванням яких речовин можна змістити рівновагу гідролізу цієї солі: а)праворуч? б)ліворуч? Поясніть, чому так?

240. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння гідролізу нітрату магнію. Укажіть рН (  $>7 <$  ) у водяному розчині цієї солі. Яким чином можна змістити іонну рівновагу в цьому розчині; а)праворуч? б)ліворуч? Дайте пояснення.

## КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

241. Визначте заряд комплексного іона, ступінь окислювання і координаційне число комплексоутворювача в сполуках:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ ,  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]$ . До якого типу відносяться ці комплекси? Напишіть рівняння дисоціації останньої комплексної сполуки і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

242. Складіть рівняння наступних реакцій комплексоутворення:



Напишіть рівняння дисоціації комплексної солі, отриманої в першій реакції, і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

243. Складіть формули семи можливих комплексних сполук хрому (КЧ=6) з наступними частинками:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ . Визначте заряд комплексних іонів. Для одного з комплексних іонів напишіть вираження загальної константи нестійкості.

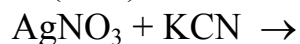
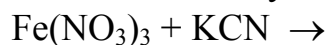
244. Напишіть в молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакції взаємодії  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  з  $\text{CuCl}_2$ , виходячи з того, що отримана комплексна сполука випадає в осад.

245. Визначте заряд комплексного іона, ступінь окислювання і координаційне число комплексоутворювача в сполуках:  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_3\text{H}_2\text{O}] \text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ . До якого типу відносяться ці комплекси? Напишіть рівняння дисоціації комплексної сполуки цинку і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

246. Складіть формули семи можливих комплексних сполук нікелю з частинками:  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_3^-$  якщо координаційне число  $\text{Ni}^{2+}$  дорівнює 6.

Визначте заряди комплексних іонів і для одного з них напишіть вираження загальної константи нестійкості.

247. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій комплексоутворення:



Складіть рівняння дисоціації комплексу срібла і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

248. Відомі дві комплексні солі кобальту одного складу -  $\text{CoClSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ . Одна з цих солей дає осад з розчином хлориду барію, а інша - з розчином нітрату срібла. Напишіть координаційні формули даних солей кобальту і рівняння їхньої дисоціації.

249. Задані розчини двох солей заліза(III):  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{CN})_6$  і  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ . При додаванні до них розчину  $\text{NaOH}$  осад утворився тільки в другому розчині. Яка із солей заліза є подвійна, а яка - комплексна? Складіть рівняння дисоціації цих солей.

250. Складіть координаційні формули комплексних сполук кадмію:  $\text{CdCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ ;  $\text{CdCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$ ;  $\text{CdCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$  (координаційне число кадмію 4). Напишіть вираження загальних констант нестійкості їхніх комплексних іонів.

251. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій комплексоутворення:



Складіть рівняння дисоціації комплексної сполуки цинку і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

252. Напишіть у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді рівняння реакції обміну між  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  і  $\text{CuSO}_4$ , якщо комплексна сполука, що утвориться, випадає в осад.

253. Поясніть, чому при додаванні розчину  $\text{KCN}$  до розчину комплексної солі  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  утворюється розчинна комплексна сполука  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ . Напишіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння реакції, що відбувається, і на підставі цього зробіть висновок про стійкість вихідного і отриманого комплексних іонів. Для якого з них константа нестійкості більша? Чому?

254. До 324 г 10 % - го розчину нітрату ртуті (II) додали надлишок йодиду калію. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакції і розрахуйте, скільки моль комплексної солі при цьому вийде. *Відповідь: 0,10 моль.*

255. Чому хлорид срібла легко розчиняється в надлишку гідроксиду амонію. Напишіть рівняння відповідної реакції і розрахуйте, яка маса 10 %-го розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  потрібна для одержання двох моль комплексної солі срібла. *Відповідь: 1400 г.*



256. Чим подвійні солі відрізняються від комплексних? У якому випадку випадає осад  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , якщо до розчинів солей  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  і  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  (кожної окремо) додати розчин луку? Напишіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння реакції, що протікає.

257. Чим подвійні солі відрізняються від комплексних? У якому випадку випадає осад  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ , якщо до розчинів солей  $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2$  і  $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6\text{SO}_4$  (кожної окремо) додати розчин луку? Напишіть рівняння дисоціації комплексної сполуки і вираження загальної константи нестійкості її комплексного іону.

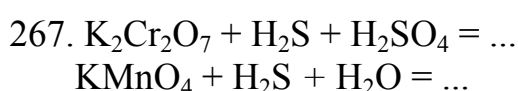
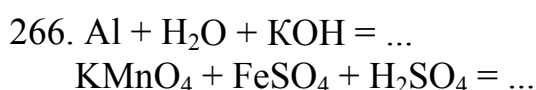
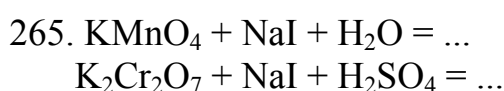
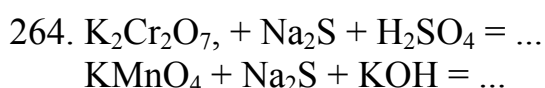
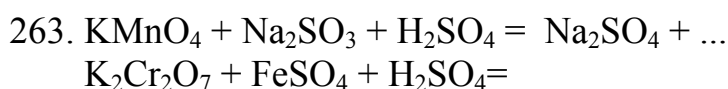
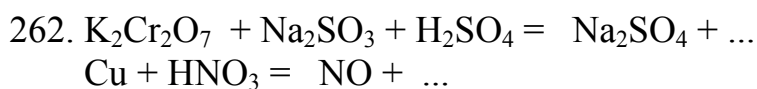
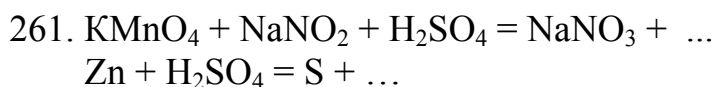
258. У якому з розчинів, що містять комплексні іони  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$  і  $[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$ , буде більше концентрація іонів  $\text{CN}^-$  при рівній молярній концентрації комплексних іонів? Напишіть вираження для загальних констант нестійкості цих іонів.

259. Ураховуючи константи нестійкості, указати, який з іонів:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  чи  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  є найбільш міцним? Визначте ступінь окислювання комплексоутворювача у цих іонах і напишіть вираження для загальних констант нестійкості цих іонів.

260. Визначте заряд комплексного іона, ступінь окислювання і координаційне число комплексоутворювача в сполуках:  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{TiCl}_8]$ ,  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ . Напишіть рівняння дисоціації цих сполук і вираження загальних констант нестійкості їх комплексних іонів.

## ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

Користуючись таблицями окислювально-відновних потенціалів, напишіть формули продуктів наведених окислювально-відновних реакцій (ОВР), вкажіть окислювач і відновник, методом електронного балансу підберіть коефіцієнти. Чи можливі такі ОВР при стандартних умовах?



268.  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \dots$   
 $\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \dots$
269.  $\text{KMnO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} = \dots$   
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$
270.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaNO}_3 + \dots$   
 $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \dots$
271.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$   
 $\text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{HCl} = \text{NiCl}_2 + \dots$
272.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} = \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$
273.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Cd} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CdSO}_4 + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} = \dots$
274.  $\text{Ni} + \text{HNO}_3 = \text{NO} + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
275.  $\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{HCl} = \text{CoCl}_2 + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaNO}_3 + \dots$
276.  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
277.  $\text{KCrO}_2 + \text{KOH} + \text{Br}_2 = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \dots$
278.  $\text{PbO}_2 + \text{HCl} = \text{PbCl}_2 + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$
279.  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{KOH} = \text{NaNO}_3 + \dots$
280.  $\text{Cu} + \text{HCl} + \text{O}_2 = \dots$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$

### ЕЛЕКТРОДНІ ПОТЕНЦІАЛИ. ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

У задачах цієї теми потрібен опис роботи гальванічного елемента. Він містить у собі:

- вказівка анода і катода;
- складання електронних рівнянь процесів, що протікають на електродах і загального рівняння реакції, що протікає в даному елементі;
- розрахунок ЕРС елемента.

281. Розрахуйте, при якій концентрації іонів міді потенціал мідного електрода буде дорівнювати величині нормального потенціалу водневого електрода? Опишіть роботу гальванічного елемента  $\text{Pt} | \text{H}_2, \text{H}^+ || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ .  
 Відповідь:  $[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-10}$  моль/л.

У задачах 282-284 необхідно скласти схеми двох гальванічних елементів, в одному з яких заданий метал є анодом, в іншому - катодом. Опишіть роботу цих гальванічних елементів.

282. Ni.

283. Cu.

284. Zn.

285. У склянку з розчином соляної кислоти опустили порізно дві пластинки, виготовлені з міді і цинку. На який з них відбувається виділення водню? Ці пластинки з'єднали одну з одною. Опишіть роботу виникаючого в цьому випадку гальванічного елемента. На який із пластин виділяється водень, чому?

У задачах 286-289 задані схеми гальванічних елементів і зазначені концентрації іонів металів для визначення ЕРС елемента. Опишіть роботу цих гальванічних елементів і обчисліть ЕРС.

286.  $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Zn}^{2+} | \text{Zn}$ ;  $[\text{Mg}^{2+}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{Zn}^{2+}] = 1$  моль/л.  
Відповідь: 1,64 В.

287.  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ ;  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,01$  моль/л.  
Відповідь; 1,07 В.

288.  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$ ;  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,01$  моль/л;  $[\text{Ag}^+] = 0,001$  моль/л.  
Відповідь: 1,44 В.

289.  $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ ;  $[\text{Mg}^{2+}] = 1$  моль/л;  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,01$  моль/л.  
Відповідь: 2,65 В.

290. Як називається гальванічний елемент типу:  $\text{Ag} | \text{AgNO}_3 || \text{AgNO}_3 | \text{Ag}$ ? Опишіть роботу цього елемента і розрахуйте його ЕРС, якщо концентрація одного з розчинів  $\text{AgNO}_3$  дорівнює 0,1 моль/л, а іншого - 0,001 моль/л. Відповідь: 0,12 В

291. У склянку з розчином соляної кислоти кинули шматочок цинку. Що відбувається? Потім до цього шматочка доторкнулися срібним дротом. Опишіть роботу виникаючого гальванічного елемента. На якому металі в цьому випадку відбувається виділення водню?

292. Опишіть роботу мідно-цинкового гальванічного елемента і розрахуйте, якою повинна бути концентрація іонів цинку при концентрації іонів міді, рівної 0,01 моль/л, щоб ЕРС елемента склала 1,07 В? Відповідь: 0,1 моль/л.

У задачах 293-296 приведені рівняння реакцій, що протікають в гальванічних елементах. Складіть схему відповідного даному процесу гальванічного елемента, опишіть його роботу. ЕРС елемента визначите при концентраціях іонів металів, зазначених в умові.

293.  $\text{Fe} + 2 \text{AgNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ .

$[\text{Fe}^{2+}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{Ag}^+] = 0,001$  моль/л. Відповідь: 1,09 В.



$[\text{Zn}^{2+}] = 0,01$  моль/л;  $[\text{Cd}^{2+}] = 1$  моль/л. *Відповідь: 0,42 В.*



$[\text{Cd}^{2+}] = 0,01$  моль/л;  $[\text{Ni}^{2+}] = 0,001$  моль/л. *Відповідь: 0,12 В.*



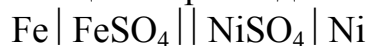
$[\text{Zn}^{2+}] = 1$  моль/л;  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,01$  моль/л. *Відповідь: 1,04 В.*

297. Чому гальванічні елементи типу  $\text{Cu} | \text{CuSO}_4 || \text{CuSO}_4 | \text{Cu}$  називаються концентраційними? Опишіть роботу цього елемента. ЕРС визначити при концентрації першого розчину  $\text{CuSO}_4$ , рівний 1 моль/л, другого - 0,01 моль/л. *Відповідь: 0,06 В.*

298. Опишіть роботу гальванічного елемента  $\text{Zn} | \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 || \text{AgNO}_3 | \text{Ag}$ . Чи зміниться ЕРС цього елемента при зменшенні концентрації розчинів солей у 10 разів у порівнянні зі стандартної?

299. Відомо, що мідь не витісняє водень з розчину  $\text{HCl}$ . Однак, якщо доторкнутися до мідної пластинки цинкової, то на мідній пластині виділяється водень. Чому? Опишіть роботу гальванічного елемента, що виникає у даному випадку.

300. Викладіть коротко суть явища поляризації, що виникає при роботі гальванічного елемента. Покажіть це на прикладі гальванічного елемента:



Опишіть його роботу.

## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

При складанні рівнянь реакцій взаємодії металів з водою, водяними розчинами кислот, основ і солей коефіцієнти підбирати за допомогою електронного **чи** електронно-іонного балансу.

301. Яке відношення кальцію, міді, цинку до води, до водяного розчину лугу? Напишіть рівняння реакцій, що протікають, і розрахуйте, який об'єм водню (н.у.) можна одержати при взаємодії 6,54 г цинку з надлишком розчину  $\text{KOH}$ ? *Відповідь: 2,24 л.*

302. 50 г суміші цинку і оксиду цинку розчинили в надлишку розчину  $\text{KOH}$ , при цьому виділилося 11,2 л газу (н.у.). Напишіть рівняння відповідних реакцій і розрахуйте склад (мас. %) вихідної суміші. *Відповідь: 65,4% Zn; 34,6% Zn.*

303. Чому розчини лугів не можна зберігати в алюмінієвій посуді? Напишіть рівняння реакції взаємодії алюмінію з водяним розчином гідроксиду калію. Розрахуйте, яка маса алюмінію вступить у реакцію з надлишком розчину  $\text{KOH}$ , якщо в результаті реакції виділилося 5,6 л газу (н.у.)? *Відповідь: 4,5 г.*

304. У чому розходження в дії соляної і азотної кислот на метали? Розрахуйте, який об'єм  $\text{NO}$  (н.у.) можна одержати при взаємодії 100,3 г ртуті з надлишком розведеної азотної кислоти? *Відповідь: 7,47 л.*

305. Розгляньте відношення міді і цинку до соляної і сірчаної кислот (розведеної і концентрованої). Вирішите задачу: суміш порошоків міді і цинку масою 20 г обробили надлишком соляної кислоти. При цьому виділилося 5,6 л газу (н.у.). Визначте вміст (мас. %) міді. *Відповідь: 18 %  $\text{Cu}$ .*

306. 150 г порошку, що складається з цинку, магнію і міді, обробили надлишком розчину  $\text{KOH}$ . При цьому виділилося 22,4 л газу (н.у.). Цю ж масу порошку обробили надлишком розведеної сірчаної кислоти. При цьому виділилося 67,2 л газу (н.у.). Розрахуйте масу кожного металу в порошок. *Відповідь: 65,4 г  $\text{Zn}$ ; 48,6 г  $\text{Mg}$ ; 36 г  $\text{Cu}$ .*

307. У якій кислоті ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) найкраще розчинити срібло? Розрахуйте, розведеної чи концентрованої  $\text{HNO}_3$  буде потрібно менше для розчинення одного і того ж навішення срібла? *Відповідь: розведеної.*

308. У якій кислоті ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) найкраще розчинити ртуть? Розрахуйте, розведеної чи концентрованої  $\text{HNO}_3$  потрібно менше для розчинення одного і того ж навішення ртуті? *Відповідь: розведеної.*

309. Опишіть відношення кальцію і міді до сірчаної кислоти (розведеної і концентрованої). Розрахуйте масу міді, що містить 1 % інертних домішок, потрібну для одержання 44,8 л  $\text{SO}_2$  (н.у.) у реакції з концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? *Відповідь: 130 г.*

310. У чому розходження дії на метали розведеної і концентрованої сірчаної кислот? Приведіть рівняння реакцій зазначених кислот зі сріблом і магнієм. Розрахуйте, який об'єм 60 %-ної  $\text{H}_2\text{SO}_4$  щільністю 1,5 г/мл потрібен для розчинення 48 г магнію за умови, що сірка в даній реакції відновлюється до вільного стану? *Відповідь: 290,3 мл.*

311. Чи можна розчини лугів зберігати в цинковій тарі? Чому? Напишіть рівняння реакцій, що протікають. Розрахуйте, на скільки грамів полегшає цинкова тара, якщо в реакції цинку з розчином лугу виділилося 5,6 л газу (н.у.)? *Відповідь: 16,4 г.*

312. Опишіть дію концентрованої сірчаної кислоти на активні і малоактивні метали (на прикладі міді і магнію). Розрахуйте об'єм газу (н.у.), що виділиться при взаємодії 131 г міді, що містить 2 % інертних домішок, з концентрованою сірчаною кислотою? *Відповідь: 44,8 л.*

313. Розрахуйте, чи вистачить 300 мл 60 %-ної  $\text{H}_2\text{SO}_4$  щільністю 1,5 г/мл для розчинення 80 г кальцію, якщо в реакції відбувається максимальне відновлення окислювача? *Відповідь: вистачить.*

314. При розчиненні деякої кількості сплаву магнію з алюмінієм у розведеної сірчаній кислоті виділилося 28 л  $\text{H}_2$  (н.у.), а при розчиненні цього сплаву в надлишку розчину  $\text{KOH}$  виділилося 5,6 л  $\text{H}_2$  (н.у.). Визначте склад (мас. %) сплаву. *Відповідь: 15,6 %  $\text{Al}$ ; 84,4 %  $\text{Mg}$ .*

315. Напишіть рівняння реакцій взаємодії цинку і срібла з концентрованою і розведеною азотною кислотою. Розрахуйте чистоту цинку (мас. %), якщо при взаємодії 3,4 г технічного цинку із соляною кислотою виділилося 1,12 л водню (н.у.). *Відповідь: 96,245%.*

316. При обробці порошку, що складається з магнію і цинку, надлишком розчину HCl виділилося 1,57 л H<sub>2</sub> (н.у.). При обробці такої ж маси порошку надлишком розчину KOH виділилося 0,448 л H<sub>2</sub> (н.у.). Розрахуйте масу порошку. *Відповідь: 2,53 г.*

317. Чому алюміній практично не взаємодіє з чистою водою, але прекрасно з нею взаємодіє в присутності луку? Яка роль луку в цьому процесі? Напишіть рівняння реакцій. Розрахуйте, чи вистачить 50 г Al, що містить 4 % інертних домішок, для одержання 44,8 л H<sub>2</sub> (н.у.)? *Відповідь: вистачить, 37,5 г.*

318. У чому розходження дії на метали розведених сірчаної і азотної кислот? Розгляньте це на прикладах срібла і нікелю. Розрахуйте масу нікелю і об'єм 5%-ної H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> щільністю 1,1 г/мл, необхідних для одержання 4,48 л H<sub>2</sub> (н.у.)? *Відповідь: 11,74 г; 356,4 мл.*

319. Чому свинець погано розчиняється в соляній кислоті, практично не розчиняється у розведеній сірчаній, але непогано розчиняється в оцтовій кислоті? Розрахуйте, скільки моль ацетату свинцю (свинцевого "цукру") і який об'єм H<sub>2</sub> (н.у.) можна одержати при взаємодії 103,6 г Pb з надлишком оцтової кислоти? *Відповідь: 0,5 моль; 11,2 л.*

320. Розгляньте відношення срібла і магнію до розчинів сірчаної (концентрованої), азотної (розведеної) кислот. Розрахуйте процентний вміст магнієвої домішки в сріблі, якщо при обробці 50 г такого срібла надлишком соляної кислоти виділилося 112 мл газу (н.у.). *Відповідь: 0,244%.*

## КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

Опис електрохімічної корозії містить у собі: вказівка анодної і катодної ділянок корозії, складання електронних рівнянь анодного і катодного процесів і загального рівняння хімічної реакції, що протікає при корозії.

321. Поясніть, чому дуже чисте залізо кородує значно слабкіше, ніж технічне? Опишіть атмосферну корозію при контакті залізного і мідного дроту.

322. У чому розходження між хімічною і електрохімічною корозією? Приведіть по одному прикладу кожного виду корозії.

323. Опишіть атмосферну корозію оцинкованого заліза при частковому порушенні цілісності покриття.

324. Опишіть атмосферну корозію лудженого заліза у випадку часткового порушення цілісності покриття.

325. Опишіть корозію оцинкованого заліза у випадку часткового порушення цілісності покриття в розведеній сірчаній кислоті.

326. Опишіть корозію лудженого заліза у випадку часткового порушення цілісності покриття в розведеній сірчаній кислоті.

327. У розчин соляної кислоти помістили цинкову пластинку і цинкову пластинку частково покриту міддю. У якому випадку корозія цинку протікає інтенсивніше? Чому? Опишіть процес корозії другого випадку в соляній кислоті.

328. Опишіть корозію вуглецевої сталі у вологому повітрі.

329. Опишіть корозію сірого чавуна у вологому повітрі.

330. Опишіть корозію вуглецевої сталі в солянокислому середовищі.

331. Опишіть корозію сірого чавуна в солянокислому середовищі,

332. Яке покриття металу називають анодним, яке – катодним? Приведіть по одному прикладу таких покриттів. Метал, що покривається - залізо. Опишіть процеси, що відбуваються, у випадку часткового порушення цілісності анодного покриття в солянокислому середовищі.

333. Кілька залізних пластин покрили для захисту від корозії цинком, міддю, хромом, сріблом, нікелем, оловом. Вкажіть анодні і катодні покриття. Опишіть процеси, що протікають при корозії посрібленого заліза у випадку часткового порушення цілісності покриття у солянокислому середовищі.

334. У якому випадку залізо більш захищене від корозії, якщо частково порушена цілісність покриття: а) у випадку оцинкованого заліза; б) у випадку позолоченого заліза? Чому? Опишіть процеси, що протікають у цих випадках у кислому середовищі.

335. Як впливає рН корозійного середовища на інтенсивність анодного процесу при корозії заліза і алюмінію? Чому?

336. У чому суть протекторного захисту металів від корозії? Приведіть приклад такого захисту.

337. Яке покриття (анодне чи катодне) більш надійно захищає метал від корозії у випадку часткового порушення цілісності покриття? Опишіть атмосферну корозію оцинкованого і обмідненого заліза.

338. Чому небажаний контакт алюмінієвих і мідних проводів в електричних ланцюгах, що працюють у вологому повітрі? Опишіть процеси, що протікають при цьому.

339. Як протікає атмосферна корозія лудженого заліза і лудженої міді? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

340. Чи можна з'єднувати алюмінієві аркуші мідними заклепками? Опишіть корозію даної пари металів у лужному середовищі.

## ЕЛЕКТРОЛІЗ

341. Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на графітових електродах при електролізі розчину  $\text{HCl}$ . Розрахуйте напругу розкладання  $\text{HCl}$  при стандартних умовах. *Відповідь: 1,36 В.*

342. Чому лужні і луго-земельні метали одержують електролізом розплавів, а не розчинів? Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах при електролізі розплаву і розчину  $\text{NaCl}$ . Розрахуйте об'єм хлору (н.у.), які можна одержати при пропущенні через розплав і розчин  $\text{NaCl}$  по 9650 кулонів електрики? *Відповідь: 1,12 л.*

343. Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах при електролізі водяного розчину  $\text{KCl}$ . Розрахуйте масу луку, а також об'єм водню і хлору (н.у.), що утворяться при пропущенні через електролізер 48250 кулонів електрики? *Відповідь: 2,8 г; 5,6 л.*

344. У чому відмінність електролізу з інертним і розчинним анодом? Покажіть це на прикладах електролізу водяного розчину  $\text{CuSO}_4$  із графітовим і мідним анодом. Розрахуйте масу міді, що виділиться на катоді при пропущенні через електролізер струму силою 2,5 А протягом трьох годин? *Відповідь: 8,9 г.*

345. Чи змінюється концентрація іонів міді в ході електролізу водяного розчину  $\text{CuSO}_4$  з мідним анодом? Складіть електронні рівняння катодного і анодного процесів. Розрахуйте, чи досить 9650 кулонів електрики для виділення на катоді 2 г міді? *Відповідь: так.*

346. Складіть схему електролізної установки для сріблення мідної пластинки і складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів. Розрахуйте масу срібла, що виділилося на мідній пластинці протягом години, якщо сила струму дорівнює 2 А? *Відповідь: 8,06 г.*

347. Приведіть схему електролізної установки сріблення залізної пластинки. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів. Розрахуйте, чи досить 30 хв. часу при силі струму 2 А для відкладення 3 г срібла? *Відповідь: так.*

348. Складіть електронні рівняння процесів, що протікають на катоді і аноді при електролізі водяного розчину  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Розрахуйте кількості утворених на аноді і катоді речовин при пропущенні через розчин 9650 кулонів електрики. *Відповідь: 0,05 моль; 0,025 моль.*

349. Чи вірно, що при електролізі розчину  $\text{CuCl}_2$  з інертним електродом при пропущенні 9650 кулонів електрики виділиться 3,2 г міді і 0,56 л хлору (н.у.)? Складіть електронні рівняння катодного і анодного процесів і сумарне рівняння електролізу. Відповідь підтвердьте розрахунками. *Відповідь: ні, 1,12 л  $\text{Cl}_2$ .*

350. Як шляхом електролізу одержати водень і хлор? Підберіть необхідні для цього розчини. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів. Розрахуйте об'єми (н.у.) водню і хлору, які можна



одержати при пропущенні через розчин струму силою 6 А протягом 4 годин?  
Відповідь: по 10 л  $H_2$  і  $Cl_2$ .

351. При електролізі розчину сульфату металу (+ 2), проведеного при силі струму 4 А протягом 2 годин, на катоді виділилося 9,55 г металу. Розрахуйте молярну масу еквівалентів металу. Про який метал йде мова ? Складіть електронні рівняння катодного і анодного процесів і сумарне рівняння реакції електролізу з інертним анодом. Відповідь: 32 г/моль, мідь.

352. При повному електролізі водяного розчину, що містить 17,1г хлориду металу (+2), проведеного при силі струму 5 А протягом години, на аноді виділилося 2,09 л хлору (н.у.). Хлорид якого металу піддавався електролізу? Відповідь: Cd.

353. Напишіть електронні рівняння катодного і анодного процесу і сумарне рівняння електролітичного розкладання води. Скільки часу буде потрібно для повного розкладання 2 моль води струмом силою 2 А? Відповідь: 53.6 година.

354. Складіть електронні рівняння катодних і анодних процесів при електролізі водяного розчину  $AgNO_3$  із графітовим і срібним анодом. Яка маса металевого срібла виділиться, якщо утворилося 280 мл кисню (н.у.). Відповідь: 5,4 г.

355. Який об'єм кисню (н.у.) виділиться при пропущенні струму силою 5 А протягом 1 години через водяний розчин КОН? Напишіть сумарне рівняння електролізу. Відповідь: 4,18 л.

356. Чи однакова кількість електрики потрібна для виділення з розчину 1 г водню і 1 г кисню? Відповідь підтвердьте розрахунками. Відповідь:  $9,65 \cdot 10^5$  Кл;  $1,21 \cdot 10^4$  Кл.

357. Розрахуйте маси продуктів, одержуваних на інертних електродах і в розчині при пропущенні струму силою 4 А протягом двох годин через водяний розчин сульфату цинку. Відповідь: 9,8 г; 2,4 г; 14,6 г.

358. Яка кількість електрики необхідна для одержання 10 т гідроксиду літію? Складіть електронні рівняння електродних процесів і сумарне рівняння електролізу. Відповідь:  $4 \cdot 10^{10}$  Кл.

359. При електролізі з інертним анодом водяного розчину хлориду металу (+2) на аноді виділилося 1,12 л газу (н.у.) і 3,2 г металу. Який це метал? Складіть електронні рівняння електродних процесів. Відповідь: мідь.

360. Маємо розчин, що містить NaCl і  $Ni(NO_3)_2$ . Запропонуйте електролітичний спосіб одержання нітрату натрію. Розрахуйте масу  $NaNO_3$ , що утворюється в розчині, якщо час електролізу 30 хв. і сила струму 4 А. Відповідь: 6,3 г.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА $s$ -, $p$ -, $d$ - ЕЛЕМЕНТІВ

361. Напишіть короткі електронні формули атомів  $p$ -елементів II періоду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання даних елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Як змінюються ці властивості по періоду і чому?

362. Напишіть короткі електронні формули атомів  $p$ -елементів III періоду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання даних елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Як змінюються ці властивості по періоду і чому?

363. Напишіть короткі електронні формули атомів  $p$ -елементів IV періоду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантових осередках. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Як змінюються ці властивості по періоду і чому?

364. Напишіть короткі електронні формули атомів  $p$ -елементів V періоду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантових осередках. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Як змінюються ці властивості по періоду і чому?

365. Напишіть короткі електронні формули атомів  $p$ -елементів VI періоду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Як змінюються ці властивості по періоду і чому?

366. До яких сімейств відносяться елементи 2-ої групи з IV і V періодів? Напишіть короткі електронні формули атомів цих елементів і покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному і іонно-молекулярному вигляді), що підтверджують властивості гідроксиду цинку.

367. До яких сімейств відносяться елементи 3-ої групи з V і VI періодів? Напишіть короткі електронні формули цих елементів і покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і

нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів і вкажіть кислотно-основні властивості.

368. До яких сімейств відносяться елементи 3-ої групи з II, III і IV періодів? Напишіть короткі електронні формули атомів цих елементів і покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання цих елементів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують властивості гідроксиду алюмінію.

369. До яких сімейств відносяться елементи 4-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів вуглецю, кремнію, титана і олова. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам у нормальному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів у різних ступенях окислювання і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують властивості гідроксиду олова (II).

370. До яких сімейств відносяться елементи 5-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів азоту, фосфору, ванадію і миш'яку. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів у різних ступенях окислювання і вкажіть їхні кислотно-основні властивості.

371. До яких сімейств відносяться елементи 6-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів кисню, сірки, хрому і селену. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах і вкажіть можливі ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів у різних ступенях окислювання і вкажіть їхні кислотно-основні властивості.

372. До яких сімейств відносяться елементи 7-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів хлору, фтору, марганцю і броду. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів і вкажіть їхні кислотно-основні властивості.

373. До яких сімейств відносяться елементи 8-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів гелію, ксенону, заліза та іридію. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання і вкажіть кислотно-основні властивості цих сполук.

374. До яких сімейств відносяться елементи 1-ої групи? Напишіть короткі електронні формули атомів калію, цезію, міді і золота. Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам. Укажіть вищу і

нижчу ступені окислювання цих елементів. Складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів і вкажіть кислотно-основні властивості цих сполук.

375. Складіть короткі електронні формули атомів елементів IV періоду, у яких цілком заповнений підрівень  $(n - 1)d$ . До яких сімейств відносяться ці елементи? Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам у цинку, селену і криптону в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів і складіть формули їхніх оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання. Якими кислотно-основними властивостями володіють ці сполуки? Напишіть рівняння реакції взаємодії гідроксиду селену з гідроксидом барію.

376. Складіть короткі електронні формули атомів елементів V періоду, у яких цілком заповнений підрівень  $(n - 1)d$ . До яких сімейств відносяться ці елементи? Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам у кадмію, олова і телуру в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів і напишіть формули їхніх оксидів і гідроксидів у вищому і нижчому ступенях окислювання. Якими кислотно-основними властивостями володіють ці сполуки?

377. Складіть короткі електронні формули атомів елементів VI періоду, у яких цілком заповнений підрівень  $(n - 1)d$ . До яких сімейств відносяться ці елементи? Покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам у ртуті, вісмуту і астату в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів і напишіть формули їхніх оксидів і гідроксидів у вищому і нижчому ступені окислювання. Якими кислотно-основними властивостями володіють ці сполуки?

378. Напишіть короткі електронні формули атомів  $d$ -елементів VII групи і покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання марганцю і складіть формули оксидів і гідроксидів цього елемента в різних ступенях окислювання. Як змінюються кислотно-основні властивості цих сполук і чому?

379. До яких сімейств відносяться елементи: кадмій, барій, тантал і бром? Складіть короткі електронні формули атомів цих елементів і покажіть розподіл валентних електронів по квантовим осередкам в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цих елементів, напишіть формули їхніх оксидів і гідроксидів з найвищим ступенем окислювання; укажіть їхні кислотно-основні властивості.

380. До яких сімейств відносяться елементи: цинк, олово, церій і ксенон? Складіть короткі електронні формули атомів цих елементів і покажіть розподіл по квантовим осередкам валентних електронів в основному і збудженому станах. Укажіть можливі ступені окислювання цинку і олова, складіть формули оксидів і гідроксидів цих елементів у різних ступенях окислювання і вкажіть їхні кислотно-основні властивості. Напишіть

рівняння реакцій (у молекулярному і іонно молекулярному вигляді), що підтверджують ці властивості у гідроксидів олова.

### ТВЕРДІСТЬ ВОДИ

381. Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння реакцій, що протікають при додаванні ортофосфату натрію до води, що володіє карбонатною твердістю. Обчисліть, яку масу ортофосфату натрію треба додати до 100 л води, щоб усунути її твердість, рівну 5 ммоль екв./л?  
*Відповідь: 27,35 г.*

382. Які солі обумовлюють твердість води - карбонатну і некарбонатну? Додаванням яких речовин можна усунути ці види твердості? Напишіть приклади рівнянь відповідних реакцій. Обчисліть твердість води, у 10 л якій міститься 1,46 г гідрокарбонату магнію? *Відповідь: 2 ммоль екв./л.*

383. Обчисліть карбонатну твердість води, якщо для нейтралізації 100 мл цієї води потрібно 8 мл 0,1 н. соляної кислоти? Напишіть рівняння реакцій, що протікають у цьому випадку, у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді. *Відповідь: 8 ммоль екв./л.*

384. Які солі обумовлюють некарбонатну твердість води? Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій, що протікають при додаванні до такої води карбонату натрію. Обчисліть масу карбонату натрію, необхідну для усунення твердості, рівної 3 ммоль екв./л, у 200 л води. *Відповідь: 31,8 г.*

385. Додаванням яких речовин можна усунути твердість води, що містить сульфат магнію? Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді. Обчисліть масу сульфату магнію, що міститься в 100 л води, якщо твердість цієї води 7 ммоль екв./л.  
*Відповідь: 42 г.*

386. Які реакції будуть протікати при додаванні содово-вапняного розчину до води, що містить гідрокарбонат магнію і сульфат кальцію? Обчисліть твердість води, у 100 л який міститься 10,95 г гідрокарбонату магнію і 10,2 г сульфату кальцію. *Відповідь: 3 ммоль екв./л.*

387. Які реакції будуть протікати при кип'ятінні води, що має карбонатну твердість? Обчисліть карбонатну твердість води, якщо для нейтралізації 100 мл даної води треба додати 4 мл 0,1 н. соляної кислоти.  
*Відповідь: 4 ммоль екв./л.*

388. У 100 л води міститься 6 г сульфату магнію. Обчисліть твердість даної води. Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що будуть протікати при додаванні до цієї води гашеного вапна. *Відповідь: 1 ммоль екв./л.*

389. Твердість води, що містить тільки гідрокарбонат кальцію, дорівнює 4 ммоль екв./л. Який об'єм 0,1 н. соляної кислоти потрібен для нейтралізації 150 мл такої води? Складіть рівняння реакцій (у молекулярному

та іонно-молекулярному вигляді), що протікають у даному випадку.  
*Відповідь: 6 мл.*

390. Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що протікають при додаванні карбонату натрію до води, що володіє некарбонатною твердістю. Обчисліть, наскільки понизиться твердість, якщо до 1 м<sup>3</sup> води додати 159 г карбонату натрію? *Відповідь: на 3 ммоль екв./л.*

391. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій, що будуть протікати при додаванні гідроксиду кальцію до води, що володіє карбонатною твердістю. Обчисліть масу гідроксиду кальцію, яку необхідно додати до 50 л води для усунення твердості, рівної 4 ммоль екв./л. *Відповідь: 7,4 г.*

392. Вода, що містить тільки гідрокарбонат магнію, має твердість 5 ммоль екв./л. Обчисліть масу гідрокарбонату магнію, що міститься в 20 л води. Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що будуть протікати при додаванні гідроксиду натрію до такої води.  
*Відповідь: 7,3 г.*

393. Які іони треба вивести з природної води, щоб вона стала м'якої? Яким чином можна це зробити? Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді. Яку масу ортофосфату натрію потрібно додати до 10 л води, щоб усунути її твердість, рівну 8 ммоль екв./л? *Відповідь: 4,4 г.*

394. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій, що будуть протікати при додаванні содово-вапняного розчину до води, що має некарбонатну твердість. Обчисліть масу сульфату магнію, що міститься в 100 л води, якщо її твердість, обумовлена цією сіллю, дорівнює 7 ммоль екв./л. *Відповідь: 42 г.*

395. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій, що будуть протікати при кип'ятінні води, що має карбонатну твердість? Обчисліть концентрацію катіонів кальцію у воді, якщо її твердість обумовлена сульфатом кальцію, дорівнює 6 ммоль екв./л, і ступінь дисоціації сульфату 100%. *Відповідь:  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/л.*

396. Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що протікають при додаванні карбонату калію до води з некарбонатною твердістю. Обчисліть твердість води, якщо в 100 мг її міститься 6 мг іонів магнію і 8 мг іонів кальцію.  
*Відповідь: 9 ммоль екв./л.*

397. Які іони додають воді карбонатну твердість? Напишіть рівняння реакцій (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що протікають при додаванні до такої води гідроксиду барію. Обчисліть масу гідроксиду барію, яка потрібна для усунення карбонатної твердості, рівної 5 ммоль екв./л, у 200 л води. *Відповідь: 85,5 г.*

398. Обчисліть карбонатну твердість води, якщо відомо, що для нейтралізації 200 мл такої води треба було 10 мл 0,1 н. розчину хлороводню. Напишіть у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді рівняння реакцій, що протікають при нейтралізації даної води.

*Відповідь: 5 ммоль екв./л.*

399. При кип'ятінні 500 мл води, що містить гідрокарбонат кальцію, випав осад масою 7 мг. Обчисліть твердість даної води і напишіть рівняння реакції (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді), що буде протікати в розглянутому випадку. *Відповідь: 0,28 ммоль екв./л.*

400. У 100 мл води міститься 9,5 мг хлориду магнію і 8,1 мг гідрокарбонату кальцію. Обчисліть загальну твердість цієї води і напишіть (у молекулярному та іонно-молекулярному вигляді) рівняння реакцій, що будуть протікати при додаванні до даної води гідроксиду кальцію. *Відповідь: 3 ммоль екв./л.*







**Основні фізико-хімічні константи**

Швидкість світла	$c$	$2,997925 \cdot 10^8$ м/с
Постійна Планка	$h$	$6,6262 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Атомна одиниця маси	$a.o.m.$	$1,6606 \cdot 10^{-27}$ кг
Маса спокою електрона	$m_e$	$9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг
Маса спокою протона	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг
Маса спокою нейтрона	$m_n$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг
Заряд електрона	$e$	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл
Число Авогадро	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Газова постійна	$R$	8,3144 Дж/(К·моль)
Постійна Больцмана	$k$	$1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К ( $k = R/N_A$ )
Постійна Фарадея	$F$	96485 Кл/моль ( $F = e N_A$ )
Молярний обсяг ідеального газу при нормальних умовах	$V_M$	$2,2414 \cdot 10^{-2}$ м <sup>3</sup> /моль (22,4 л/моль)
Абсолютний нуль температури	$0 K$	- 273,15 °С

**Співвідношення між одиницями фізичних величин**

Одиниці довжини:	1 (ангстрем) = $10^{-10}$ м
	1 мкм (мікрон) = $10^{-6}$ м
Одиниці сили:	1 кгс (кілограм-сила) = 9,8066 Н
	1 дин (дина) = $10^{-5}$ Н
Одиниці дипольного моменту:	1 Д (дебай) = $3,3356 \cdot 10^{-30}$ Кл·м
Одиниці тиску:	1 атм (фізична атмосфера) = $1,01325 \cdot 10^5$ Па
	1 кгс/м <sup>2</sup> = 9,8066 Па
	1 Торр = 1 мм рт. ст. = 133,32 Па
	1 мм вод. ст. = 9,8066 Па
	1 атм = 760 мм рт. ст.
	1 бар = $10^5$ Па
Одиниці енергії:	1 кал <sub>Т/Х</sub> (термохімічна калорія) = 4,1840 Дж
	1 кал <sub>М/Н</sub> (міжнародна калорія) = 4,1868 Дж
	1 ерг = $10^{-7}$ Дж
	1 еВ (електрон-вольт) = $1,6022 \cdot 10^{-19}$ Дж
	1 кгм = 9,8066 Дж
	1 кВт·ч = $3,6 \cdot 10^6$ Дж
	1 л·атм = $1,01325 \cdot 10^2$ Дж

## Назви найважливіших кислот і їхніх солей

Формула	Назва	
	Кислота	Сіль
$\text{HAlO}_2$	Метаалюмінієва	Метаалюмінат
$\text{H}_3\text{AlO}_3$	Ортоалюмінієва	Ортоалюмінат
$\text{H}_3\text{BO}_3$	Ортоборна	Ортоборат
$\text{HBr}$	Бромоводнева	Бромід
$\text{HCOOH}$	Мурашина	Форміат
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Оцтова	Ацетат
$\text{HCN}$	Ціановоднева	Ціанід
$\text{H}_2\text{CO}_3$	Вугільна	Карбонат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромова	Дихромат
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Хромова	Хромат
$\text{HI}$	Йодоводнева	Йодид
$\text{HMnO}_4$	Марганцева	Перманганат
$\text{HNO}_2$	Азотиста	Нітрит
$\text{HNO}_3$	Азотна	Нітрат
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ортофосфорна	Ортофосфат
$\text{HPO}_3$	Метафосфорна	Метафосфат
$\text{H}_3\text{PO}_3$	Фосфориста	Фосфіт
$\text{H}_2\text{S}$	Сірководнева	Сульфід
$\text{H}_2\text{SO}_3$	Сірчиста	Сульфит
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Сірчана	Сульфат
$\text{H}_2\text{SiO}_3$	Метасилікатна	Метасилікат
$\text{H}_4\text{SiO}_4$	Ортосилікатна	Ортосилікат

Термодинамічні властивості речовин  
у стандартному стані при 298,15 К

Речовина	$\Delta H^\circ$ кДж/моль	$S^\circ$ Дж/(моль · К)	$\Delta G^\circ$ кДж/моль
$\text{Al(к)}$	0	28,3	0
$\text{Al}_2\text{O}_3$ (корунд)	- 1675,6	50,9	- 1582,0
$\text{BaO(к)}$	- 553,1	70,3	- 552,0
$\text{BaCO}_3$ (вітерит)	- 1220,5	112,0	-1136,0
$\text{BeO(к)}$	- 599,1	58,7	- 581,6
$\text{BeCO}_3$ (к)	- 924,7	67,3	- 944,8

C(графіт)	0	5,69	0
C(алмаз)	0	2,44	0
CH <sub>4</sub> (г)	- 74,9	186,2	- 50,8
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,8	200,8	209,2
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,3	219,4	68,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	-89,7	229,5	- 32,9
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (г)	- 103,9	269,9	- 107,2
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(р)	- 277,6	160,7	- 174,8
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (глюкоза)	- 1273,0	-	- 919,5
CO(г)	-110,5	197,5	-137,1
CO <sub>2</sub> (г)	-393,5	213,7	-393,4
CaCO <sub>3</sub> (к)	-1207,0	88,7	-1127,7
CaO(к)	-635,5	39,7	-604,2
Ca(OH) <sub>2</sub> (к)	-986,6	76,1	-896,8
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	- 1440,6	81,2	1050,0
Cl <sub>2</sub> (г)	0	222,0	0
Cu(к)	0	33,3	0
CuO(к)	-162,0	46,2	-129,9
CuSO <sub>4</sub> (к)	-771,2	113,3	-661,9
Fe(к)	0	27,3	0
FeO(к)	-264,8	60,8	-244,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-822,2	87,4	-740,3
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (к)	-1117,1	146,2	-1014,2
H <sub>2</sub> (г)	0	130,5	0
H <sub>2</sub> O(г)	-241,8	188,7	-228,6
H <sub>2</sub> O(р)	-285,8	70,1	-237,3
MgCl <sub>2</sub> (к)	-641,1	89,9	-591,6
Mg(к)	-601,8	26,9	-569,6
N <sub>2</sub> (г)	0	191,5	0
NH <sub>3</sub> (г)	-46,2	192,6	-16,7
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (к)	-365,4	151,0	-183,8
NO(г)	90,3	210,6	86,6

NO <sub>2</sub> (г)	33,5	240,2	51,5
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г)	9,6	303,8	98,4
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г)	-42,7	178,0	114,1
NiO(к)	-239,7	38,0	-211,6
O <sub>2</sub> (г)	0	205,0	0
Pb(к)	0	64,9	0
PbO(к)	-219,3	66,1	-189,1
PbO <sub>2</sub> (к)	-276,6	74,9	-218,3
SO <sub>2</sub> (г)	-296,9	248,1	-300,2
SO <sub>3</sub> (г)	-395,8	256,7	-371,2
SiO <sub>2</sub> (кварц)	-910,9	41,8	-856,7
SnO(к)	-286,0	56,5	-256,9
SnO <sub>2</sub> (к)	-580,8	52,3	-519,3
SrO(к)	-604,0	55,6	-575,0
SrCO <sub>3</sub> (к)	-1176,0	98,3	-1138,0
Ti(к)	0	30,6	0
TiO <sub>2</sub> (к)	-943,9	50,3	-888,6
ZnO(к)	-350,6	43,6	-320,7

## Додаток 6

Кріоскопічна (K<sub>к</sub>) и ебуліоскопічна (K<sub>е</sub>) константи розчинників

Розчинник	K <sub>к</sub>	K <sub>е</sub>	t <sub>пл</sub> °C	t <sub>кип</sub> °C
Ацетон - (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	2,4	1,48	-94,6	56,0
Бензол - C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5,1	2,57	5,4	80,2
Вода - H <sub>2</sub> O	1,86	0,516	0	100
Діетиловий ефір - (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	1,73	2,02	-	34,5
Хлороформ - CHCl <sub>3</sub>	4,9	3,88	-63,2	61,2
Чотирихлористий вуглець - CCl <sub>4</sub>	2,90	5,3	-23	76,7
Етиловий спирт - C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-	1,16	-114,15	78,39

## Константи дисоціації деяких слабких електролітів

Електроліт	Константа дисоціації	Електроліт	Константа дисоціації
<b>Кислота</b>		H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , I ступень	4,31 · 10 <sup>-7</sup>
HNO <sub>2</sub>	4 · 10 <sup>-4</sup>	II ступень	5,61 · 10 <sup>-11</sup>
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , I ступень	5,70 · 10 <sup>-10</sup>	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , I ступень	1,8 · 10 <sup>-1</sup>
H <sub>2</sub> O	1,8 · 10 <sup>-16</sup>	II ступень	3,2 · 10 <sup>-7</sup>
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , I ступень	1,0 · 10 <sup>-10</sup>	HCOOH	1,77 · 10 <sup>-4</sup>
II ступень	1,0 · 10 <sup>-12</sup>	CH <sub>3</sub> COOH	1,86 · 10 <sup>-5</sup>
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> , I ступень	3,62 · 10 <sup>-3</sup>	HClO	3,0 · 10 <sup>-8</sup>
II ступень	1,70 · 10 <sup>-7</sup>	<b>Основа</b>	
III ступень	2,95 · 10 <sup>-12</sup>	Al(OH) <sub>3</sub> , I ступень	4,0 · 10 <sup>-13</sup>
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> , I ступень	5,8 · 10 <sup>-10</sup>	NH <sub>4</sub> OH	1,79 · 10 <sup>-5</sup>
II ступень	3 · 10 <sup>-14</sup>	Ba(OH) <sub>2</sub> , II ступень	2,3 · 10 <sup>-1</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , I ступень	7,51 · 10 <sup>-3</sup>	Be(OH) <sub>2</sub> , II ступень	3,3 · 10 <sup>-8</sup>
II ступень	6,23 · 10 <sup>-8</sup>	H <sub>2</sub> O	1,8 · 10 <sup>-16</sup>
III ступень	2,2 · 10 <sup>-13</sup>	Ca(OH) <sub>2</sub> , II ступень	5,0 · 10 <sup>-2</sup>
HF	7,4 · 10 <sup>-3</sup>	Cu(OH) <sub>2</sub> , II ступень	3,4 · 10 <sup>-7</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , I ступень	1,3 · 10 <sup>-2</sup>	Sn(OH) <sub>2</sub> , II ступень	5,0 · 10 <sup>-13</sup>
II ступень	5 · 10 <sup>-6</sup>	Pb(OH) <sub>2</sub> , I ступень	9,6 · 10 <sup>-4</sup>
H <sub>2</sub> S, I ступень	5,7 · 10 <sup>-8</sup>	II ступень	6,0 · 10 <sup>-7</sup>
II ступень	1,2 · 10 <sup>-15</sup>	AgOH	1,1 · 10 <sup>-4</sup>
HCN	7,2 · 10 <sup>-10</sup>	Zn(OH) <sub>2</sub> , II ступень	4,0 · 10 <sup>-5</sup>

**Константи нестійкості деяких комплексних іонів в водних розчинах**  
**k - константа нестійкості для першої ступені, K - загальна константа нестійкості**

Комплексний іон	k	K	Комплексний іон	k	K
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	1,48 · 10 <sup>-4</sup>	9,31 · 10 <sup>-8</sup>	[HgJ <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	5,9 · 10 <sup>-3</sup>	1,48 · 10 <sup>-30</sup>
[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	0,17	7,56 · 10 <sup>-8</sup>	[PbJ <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	6,3	1,42 · 10 <sup>-4</sup>
[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	0,173	2,80 · 10 <sup>-6</sup>	[ZnJ <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	3,9	220
[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	7,40 · 10 <sup>-3</sup>	2,14 · 10 <sup>-13</sup>	[Au(CN) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	-	5 · 10 <sup>-39</sup>
[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	0,166	5,30 · 10 <sup>-20</sup>	[Cd(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	2,8 · 10 <sup>-4</sup>	1 · 10 <sup>-24</sup>
[Mg(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	5,00	10,9	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	-	1 · 10 <sup>-24</sup>
[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	6,45 · 10 <sup>-2</sup>	1,12 · 10 <sup>-8</sup>	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	-	1 · 10 <sup>-31</sup>
[Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	7,10 · 10 <sup>-3</sup>	3,46 · 10 <sup>-10</sup>	[Hg(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	4 · 10 <sup>-42</sup>
[AlF <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	0,34	1,44 · 10 <sup>-20</sup>	[Ni(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	1,8 · 10 <sup>-14</sup>
[BeF <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	1,1 · 10 <sup>-3</sup>	1,5 · 10 <sup>-15</sup>	[Zn(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	1,3 · 10 <sup>-17</sup>
[CrF <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	4,0 · 10 <sup>-4</sup>	1,5 · 10 <sup>-8</sup>	[Ag(OH) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	-	-
[FeF <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	9,5 · 10 <sup>-5</sup>	5,0 · 10 <sup>-10</sup>	[BaOH] <sup>+</sup>	0,23	0,23
[MgF] <sup>+</sup>	5,0 · 10 <sup>-2</sup>	5,0 · 10 <sup>-2</sup>	[BeOH] <sup>+</sup>	3,3 · 10 <sup>-8</sup>	3,3 · 10 <sup>-8</sup>
[NiF] <sup>+</sup>	0,22	0,22	[CaOH] <sup>+</sup>	5,0 · 10 <sup>-2</sup>	5,0 · 10 <sup>-2</sup>
[AgCl <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	8,7 · 10 <sup>-3</sup>	1,76 · 10 <sup>-5</sup>	[CdOH] <sup>+</sup>	1,0 · 10 <sup>-5</sup>	1,0 · 10 <sup>-5</sup>
[CdCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	9,3 · 10 <sup>-3</sup>	[CoOH] <sup>+</sup>	4 · 10 <sup>-5</sup>	4 · 10 <sup>-5</sup>
[CrCl <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	-	1,26 · 10 <sup>-2</sup>	[CrOH] <sup>2+</sup>	1,02 · 10 <sup>-10</sup>	1,02 · 10 <sup>-10</sup>
[CuCl] <sup>+</sup>	0,77	0,77	[CuOH] <sup>+</sup>	3,4 · 10 <sup>-7</sup>	3,4 · 10 <sup>-7</sup>
[FeCl <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	0,22	7,4 · 10 <sup>-3</sup>	[FeOH] <sup>+</sup>	1,3 · 10 <sup>-4</sup>	1,3 · 10 <sup>-4</sup>
[HgCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	0,1	8,5 · 10 <sup>-16</sup>	[FeOH] <sup>2+</sup>	1,55 · 10 <sup>-12</sup>	1,55 · 10 <sup>-12</sup>
[PbCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	0,85	7,1 · 10 <sup>-3</sup>	[Fe(OH) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	1,82 · 10 <sup>-11</sup>	2,04 · 10 <sup>-22</sup>
[SnCl <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	1,05	2,1 · 10 <sup>-2</sup>	[HgOH] <sup>+</sup>	5,0 · 10 <sup>-11</sup>	5,0 · 10 <sup>-11</sup>
[ZnCl <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	0,18	0,71	[In(OH) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	-	2,5 · 10 <sup>-30</sup>
[AgBr <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	1,1 · 10 <sup>-3</sup>	7,8 · 10 <sup>-8</sup>	[MgOH] <sup>+</sup>	2,5 · 10 <sup>-3</sup>	2,5 · 10 <sup>-3</sup>
[CdBr <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	0,42	2 · 10 <sup>-4</sup>	[MnOH] <sup>+</sup>	5,0 · 10 <sup>-4</sup>	5,0 · 10 <sup>-4</sup>
[HgBr <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	5,5 · 10 <sup>-2</sup>	1,0 · 10 <sup>-21</sup>	[NiOH] <sup>+</sup>	2,5 · 10 <sup>-5</sup>	2,5 · 10 <sup>-5</sup>
[PbBr <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	1,0 · 10 <sup>-3</sup>	[PbOH] <sup>+</sup>	6,0 · 10 <sup>-7</sup>	6,0 · 10 <sup>-7</sup>

Комплексний іон	k	K	Комплексний іон	k	K
[AgJ <sub>4</sub> ] <sup>3-</sup>	-	1,8 · 10 <sup>-14</sup>	[SnOH] <sup>+</sup>	5,0 · 10 <sup>-13</sup>	5,0 · 10 <sup>-13</sup>
[CdJ <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	7,9 · 10 <sup>-2</sup>	8 · 10 <sup>-7</sup>	[ZnOH] <sup>+</sup>	4,0 · 10 <sup>-5</sup>	4,0 · 10 <sup>-5</sup>
[Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	3,6 · 10 <sup>-16</sup>	[Ag(SCN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	-	2,7 · 10 <sup>-8</sup>
[AgSO <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	0,59	0,59	[Cd(SCN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	0,10	1,67 · 10 <sup>-2</sup>
[CaSO <sub>4</sub> ]	4,9 · 10 <sup>-3</sup>	4,9 · 10 <sup>-3</sup>	[CoSCN] <sup>+</sup>	2,9 · 10 <sup>-2</sup>	2,9 · 10 <sup>-2</sup>
[CdSO <sub>4</sub> ]	0,141	0,141	[CrSCN] <sup>2+</sup>	1,35 · 10 <sup>-2</sup>	1,35 · 10 <sup>-2</sup>
[CuSO <sub>4</sub> ]	4,5 · 10 <sup>-3</sup>	4,5 · 10 <sup>-3</sup>	[FeSCN] <sup>+</sup>	4,7 · 10 <sup>-2</sup>	4,7 · 10 <sup>-2</sup>
[FeSO <sub>4</sub> ]	5 · 10 <sup>-3</sup>	5 · 10 <sup>-3</sup>	[FeSCN] <sup>2+</sup>	1,12 · 10 <sup>-3</sup>	1,12 · 10 <sup>-3</sup>
[FeSO <sub>4</sub> ] <sup>+</sup>	6,8 · 10 <sup>-5</sup>	6,8 · 10 <sup>-5</sup>	[Hg(SCN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	-	5,9 · 10 <sup>-22</sup>
[HgSO <sub>4</sub> ]	4,6 · 10 <sup>-2</sup>	4,6 · 10 <sup>-2</sup>	[NiSCN] <sup>+</sup>	6,7 · 10 <sup>-2</sup>	6,7 · 10 <sup>-2</sup>
[MgSO <sub>4</sub> ]	4,4 · 10 <sup>-3</sup>	4,4 · 10 <sup>-3</sup>	[ZnSCN] <sup>+</sup>	2,4 · 10 <sup>-2</sup>	2,4 · 10 <sup>-2</sup>
[NiSO <sub>4</sub> ]	4,0 · 10 <sup>-3</sup>	4,0 · 10 <sup>-3</sup>			
[ZnSO <sub>4</sub> ]	4,9 · 10 <sup>-3</sup>	4,9 · 10 <sup>-3</sup>			

## Додаток 9

**Стандартні окислювально-відновні потенціали  
по відношенню к водневому електроду при 25 °С**

Елемент	Полуреакція ox + n e̅ ⇌ red	φ <sup>0</sup> , В
Ag	Ag <sup>+</sup> + e̅ ⇌ Ag	+ 0,80
	AgCl + e̅ ⇌ Ag + Cl <sup>-</sup>	+ 0,22
Al	Al <sup>+3</sup> + 3e̅ ⇌ Al	- 1,66
	AlO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 2 H <sub>2</sub> O + 3e̅ ⇌ Al + 4 OH <sup>-</sup>	- 2,35
Au	Au <sup>+3</sup> + 3e̅ ⇌ Au	+ 1,50
	Au <sup>+1</sup> + 1e̅ ⇌ Au	+ 1,70
Ba	Ba <sup>+2</sup> + 2e̅ ⇌ Ba	- 2,90
Be	Be <sup>+2</sup> + 2e̅ ⇌ Be	- 1,85
Bi	Bi <sup>+3</sup> + 3e̅ ⇌ Bi	+ 0,22
Br	Br <sub>2</sub> + 2e̅ ⇌ 2 Br <sup>-</sup>	+ 1,09
Ca	Ca <sup>+2</sup> + 2e̅ ⇌ Ca	- 2,87



Елемент	Полуреакція ox + n ē ⇌ red	φ <sup>0</sup> , В
Cd	$\text{Cd}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cd}$	- 0,40
Ce	$\text{Ce}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ce}$	- 2,40
Cl	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-$	+ 1,36
Co	$\text{Co}^{+3} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}^{+2}$	+ 1,84
	$\text{Co}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}$	+ 0,33
	$\text{Co}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}$	- 0,28
Cr	$\text{Cr}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}$	- 0,74
	$\text{Cr}^{+3} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}^{+2}$	- 0,41
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{+3} + 7 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,53
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5 \text{OH}^-$	- 0,13
Cs	$\text{Cs}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Cs}$	- 2,91
Cu	$\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}$	+ 0,34
	$\text{Cu}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}$	+ 0,52
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu} + 4 \text{NH}_3$	- 0,07
F	$\text{F}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2 \text{F}^-$	+ 2,87
Fe	$\text{Fe}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}$	- 0,44
	$\text{Fe}^{+3} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{+2}$	+ 0,77
	$\text{Fe}^{+3} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}$	- 0,04
	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	- 0,56
H	$2 \text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,00
	$2 \text{H}^+ (10^{-7} \text{ M}) + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$	- 0,41
	$2 \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	- 0,83
Hg	$\text{Hg}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Hg}$	+ 0,85
	$\text{Hg}_2^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2 \text{Hg}$	+ 0,79
J	$\text{J}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2 \text{J}^-$	+ 0,54
K	$\text{K}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{K}$	- 2,93
Li	$\text{Li}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Li}$	- 3,03
Mg	$\text{Mg}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mg}$	- 2,37
Mn	$\text{Mn}^{+2} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}$	- 1,19
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{+2} + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 1,23
	$\text{MnO}_4^- + \bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}$	+ 0,5
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+ 0,6
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$	+ 1,51
N	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+ 0,94
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+ 0,01
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+ 0,80
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	- 0,86
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 0,96
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 4\text{OH}^-$	- 0,14

Елемент	Полуреакція ox + n ē ⇌ red	φ <sup>0</sup> , В
Na	Na <sup>+</sup> + ē ⇌ Na	-2,71
Ni	Ni <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Ni	-0,23
O	O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4ē ⇌ 2H <sub>2</sub> O	+1,23
	O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> (10 <sup>-7</sup> M) + 4ē ⇌ 2H <sub>2</sub> O	+0,82
	O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 4ē ⇌ 4OH <sup>-</sup>	+0,40
	O <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2ē ⇌ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	+0,68
Pb	Pb <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Pb	-0,13
	Pb <sup>+4</sup> + 2ē ⇌ Pb <sup>+2</sup>	+1,80
Pt	Pt <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Pt	+1,20
Rb	Rb <sup>+</sup> + ē ⇌ Rb	-2,93
S	S + 2ē ⇌ S <sup>-2</sup>	-0,48
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 2ē ⇌ H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	+0,17
	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4ē ⇌ S + 3H <sub>2</sub> O	+0,45
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2ē ⇌ SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2OH <sup>-</sup>	-0,93
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 8H <sup>+</sup> + 6ē ⇌ S + 4H <sub>2</sub> O	+0,36
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sub>2</sub> O + 6ē ⇌ S + 8OH <sup>-</sup>	-0,75
Sb	Sb <sup>+3</sup> + 3ē ⇌ Sb	+0,20
Sn	Sn <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Sn	-0,14
	Sn <sup>+4</sup> + 2ē ⇌ Sn <sup>+2</sup>	+0,15
	HSnO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2ē ⇌ Sn + 3OH <sup>-</sup>	-0,91
	Sn <sup>+4</sup> + 4ē ⇌ Sn	+0,01
Sr	Sr <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Sr	-2,89
Ti	Ti <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Ti	-1,66
V	V <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ V	-1,18
Zn	Zn <sup>+2</sup> + 2ē ⇌ Zn	-0,76
	ZnO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sub>2</sub> O + 2ē ⇌ Zn + 4OH <sup>-</sup>	-1,22
Zr	Zr <sup>+4</sup> + 4ē ⇌ Zr	-1,59

### Список рекомендованої літератури

1. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. – Загальна та неорганічна хімія. Ч. I і II. – К: Пед. преса, 2000.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 1998. – 743 с.
3. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 1991. – 704 с.

4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1991. – 272 с.
5. Приседский В.В., Виноградов В.М., Ожерельев В.С., Семькин В.С. – Курс общей химии в примерах. Ч. I и II. – К.: ИСДО, 1995, 1997. – 368 с.

## ЗМІСТ

Загальні методичні рекомендації	3
Таблиця варіантів контрольних завдань	4
Класи неорганічних сполук	10
Стехіометричні розрахунки	12
Еквіваленти простих і складних речовин	13
Електронна будова атому	15
Періодичний закон Д.І. Менделєєва	16
Хімічний зв'язок і будова молекул	18
Енергетика хімічних реакцій	19
Кінетика і рівновага хімічних реакцій	22
Концентрація розчинів	24
Розчини неелектролітів	26
Розчини електролітів, іонні реакції	28
Гідроліз солей	29
Комплексні сполуки	31
Окислювально-відновні реакції	33
Електродні потенціали, гальванічні елементи	34
Хімічні властивості металів	36
Корозія металів	38
Електроліз	40
Загальна характеристика s-, p-, d-елементів	42
Твердість води	45
Додатки	48
Список рекомендованої літератури	58

*Навчальне видання*

**Методичні вказівки**  
**і контрольні завдання з хімії**  
(для студентів заочної форми навчання)

Укладачі:

Приседський Вадим Вікторович  
Виноградов Валерій Михайлович  
Семикін Володимир Семенович  
Ожерел'єв Дмитро Іванович