

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

Методичні вказівки  
до виконання індивідуальних домашніх завдань  
з курсу «Медична хімія»  
для студентів 1-го курсу спеціальності  
222 Медицина  
денної форми навчання

Суми  
Вид-во СумДУ  
2018

Методичні вказівки до виконання індивідуальних домашніх завдань з курсу «Медична хімія». /Укладачі С. Ю. Лебедєв, Ю.В. Ліцман. - Суми: Вид-во СумДУ, 2018 - 22 с.

Кафедра загальної хімії

## Вступ

У вивченні кожної навчальної дисципліни, зокрема такої професійно-орієнтованої як «Медична хімія», можна виділити принаймні дві складові. Перша складова полягає у детальному опануванні теоретичного матеріалу, усвідомленні та засвоєнні основних понять, законів, формул, без знання яких неможливе грамотне й ефективне виконання сучасним лікарем своїх професійних обов'язків. Друга – у закріпленні на практиці отриманих знань, перетворенні їх в уміння та застосуванні для вирішення конкретних практичних завдань. Повне засвоєння теоретичних понять потребує знання законів їх кількісних змін. Наприклад, гомеостаз організму виражається наявністю ряду стійких показників, характеризує нормальний стан організму: температуру, тиск крові, концентрації певних речовин, рН розчинів. Саме тому вміння розраховувати ці та інші величини, дозволяє більш глибоко зрозуміти суть процесів, які відбуваються в організмі, а отже й сприяє свідомому виконанню своєї роботи. Студенти, які вивчають курс «Медична хімія», опановують теоретичні знання на лекційних та практичних заняттях та під час самостійного опрацювання матеріалу. Перевірка здобутих теоретичних знань відбувається під час проведення модульних контролів й підсумкового залікового заняття. Закріпленню отриманих знань сприяє виконання Обов'язкового Домашнього Завдання (ОДЗ).

Робота над ОДЗ розпочинається вже з першого тижня навчання, коли викладач повідомляє студенту номер варіанту і завдання до наступного заняття (завдання №1). Решту завдань ОДЗ студенти виконують у відповідності до матеріалу, що вивчається, і здають на перевірку на останньому занятті кожного модуля. Порушення графіка здачі завдань ОДЗ може призвести до зниження оцінки.

У процесі роботи над завданнями ОДЗ студентам потрібно ретельно опрацювати теоретичний матеріал з теми завдання, виписати необхідні формули, переконатися у наявності даних для їх використання. При проведенні розрахунків необхідно узгоджувати розмірності всіх величин, які застосовуються. Не слід зловживати кількістю значущих цифр у результатах розрахунків. Бажано залишати три значущі цифри. Наприклад, 0,00240 або 23,8. Великі або маленькі числа слід представляти у вигляді  $1,234 \cdot 10^8$  або  $5,867 \cdot 10^{-15}$ . Для кожної розрахованої величини необхідно обов'язково записати його розмірність.

При оформленні роботи потрібно обов'язково записати умову завдання і для кожного пункту завдання навести повний розв'язок.

За умови постійного порушення термінів здачі ОДЗ, неякісного його виконання, студентів може бути видано додаткове завдання із зазначенням нового терміну його виконання.

### Номери завдань для варіантів ОДЗ

Група	Модуль 1	Модуль 3	Модуль 2	Модуль 4	Варіанти
1 група потоку	1, 2	3	4	6	1 - 15
2 група потоку	1, 2	3	5	7	16 - 30
3 група потоку	1, 2	3	4	6	31 - 45
4 група потоку	1, 2	3	5	7	46 - 60
5 група потоку	1, 2	3	4	6	46 - 60
6 група потоку	1, 2	3	5	7	31 - 45
7 група потоку	1, 2	3	4	6	16 - 30
8 група потоку	1, 2	3	5	7	1 - 15

## Завдання №1 (Біогенні елементи)

1. Для всіх представлених у таблиці 1.1 хімічних елементів даного варіанту:
  - а) запишіть електронні формули атомів в основному та збудженому станах;
  - б) спрогнозуйте можливі значення їх валентності;
  - в) зазначте електронні родини, до яких належать хімічні елементи;
  - г) наведіть формули сполук вказаних елементів, які застосовуються у медичній практиці (2-3 приклади за наявності таких сполук).
2. Опишіть біогенний елемент, який відноситься до електронної родини, що вказана в умові завдання, за такими характеристиками:
  - а) місце елемента у різних класифікаціях біогенних елементів;
  - б) сполуки, функції, локалізація елемента в організмі людини;
  - в) харчові продукти, що містять біогенний елемент;
  - г) порушення або хвороби, що можуть виникнути внаслідок потрапляння надлишку або нестачі біогенного елемента в організмі людини.

Таблиця 1.1 Вихідні дані для завдання №1

Варіант	Елементи	Електронна родина	Варіант	Елементи	Електронна родина
1	H, Cu, Se	s	31	Na, Cl, Nb	s
2	Na, S, Fe	d	32	I, Ca, Cu	s
3	Ni, F, H	p	33	Zn, H, Si	p
4	Al, Zn, Li	d	34	Mg, P, As	s
5	Cl, Cr, K	p	35	Br, As, Zn	p
6	Nb, C, Na	s	36	Na, Al, Co	d
7	Zn, K, F	s	37	Pb, P, Mo	p
8	Si, Cu, Ca	p	38	Ca, O, I	s
9	I, W, Mg	s	39	Hg, Fe, C	p
10	Cl, Ti, V	p	40	Mo, C, K	d
11	B, Li, Co	d	41	Sr, S, Cu	p
12	P, Pb, Na	p	42	K, S, Fe	s
13	Ca, Si, Mo	s	43	H, Au, N	p
14	Fe, C, Sr	p	44	Cu, Pb, O	d
15	H, Mo, F	d	45	Cr, O, Na	p
16	S, Ag, Na	p	46	Br, Zn, Sr	p
17	Al, K, Co	s	47	P, K, Fe	d
18	Cd, Ca, N	p	48	Ag, I, Be	p
19	I, Cu, C	d	49	Mg, Al, Hg	s
20	O, H, Ag	p	50	O, S, H	s
21	Cs, Br, Mo	p	51	Fe, F, B	d
22	Cr, P, Ca	p	52	Ni, F, Ca	p
23	I, Mg, Mn	p	53	Cs, C, Zn	d
24	Mg, Si, S	s	54	Cl, H, Cu	p
25	Cl, H, Mo	s	55	B, Na, Ti	s
26	Li, Fe, Al	d	56	Li, Mo, F	p
27	F, Zn, Cu	p	57	Co, Si, K	d
28	C, Se, Zn	d	58	Cu, Na, P	p
29	K, Cl, Ag	p	59	Ca, In, Ag	s
30	C, H, Mo	p	60	Zn, Ba, C	p

## **Методичні вказівки до виконання завдання №1**

Відповідайте на всі поставлені питання в зазначеній послідовності.

## Завдання №2 (Комплексні сполуки)

1. Для всіх представлених у таблиці 2.1 комплексних сполук даного варіанту:
  - а) складіть назву;
  - б) назвіть комплексоутворювач, вкажіть його ступінь окиснення і координаційне число;
  - в) назвіть ліганди;
  - г) визначте тип комплексної сполуки за знаком заряду комплексного йону та видом лігандів.
2. Детально поясніть тип хімічного зв'язку між комплексоутворювачем і лігандами (на прикладі однієї зі сполук).
3. Складіть рівняння первинної та вторинної дисоціації комплексної сполуки 2.
4. Складіть вираз константи нестійкості комплексного йона сполуки 2;
5. Порівняйте значення констант нестійкості для комплексних йонів сполук 2 і 3 і зробіть обґрунтований висновок про їх відносну стійкість.

Таблиця 2.1 Вихідні дані для завдання №2

Варіант	Сполука 1	Сполука 2	$K_{\text{нест}}$	Сполука 3	$K_{\text{нест}}$
1	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	Na <sub>2</sub> [Sn(OH) <sub>6</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-63</sup>	K <sub>2</sub> [HgCl <sub>4</sub> ]	8,5 · 10 <sup>-16</sup>
2	K <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	K[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-21</sup>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	9,33 · 10 <sup>-13</sup>
3	K <sub>3</sub> [Fe(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]	Na[Ag(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-3</sup>	K <sub>2</sub> [Sn(OH) <sub>6</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-63</sup>
4	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Br]SO <sub>4</sub>	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-44</sup>	K <sub>3</sub> [Cr(OH) <sub>6</sub> ]	1,26 · 10 <sup>-30</sup>
5	Na <sub>3</sub> [SbS <sub>3</sub> ]	K <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	2,14 · 10 <sup>-21</sup>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](OH) <sub>2</sub>	9,33 · 10 <sup>-13</sup>
6	[Co(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> Cl]SO <sub>4</sub>	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Br	6,8 · 10 <sup>-8</sup>	K <sub>2</sub> [Cd(CN) <sub>4</sub> ]	7,8 · 10 <sup>-18</sup>
7	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Br	Na <sub>4</sub> [Co(CN) <sub>6</sub> ]	8,1 · 10 <sup>-20</sup>	Ba[Zn(OH) <sub>4</sub> ]	2,19 · 10 <sup>-15</sup>
8	Na[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]	Na <sub>3</sub> [Cr(OH) <sub>6</sub> ]	1,26 · 10 <sup>-30</sup>	Na <sub>3</sub> [Co(CN) <sub>6</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-64</sup>
9	K[Au(CN) <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> ]	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>2</sub>	1,23 · 10 <sup>-8</sup>	K <sub>3</sub> [FeF <sub>6</sub> ]	7,94 · 10 <sup>-17</sup>
10	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl	NH <sub>4</sub> [Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-21</sup>	K[Bi(OH) <sub>4</sub> ]	6,3 · 10 <sup>-36</sup>
11	K[Pt(NH <sub>3</sub> )Cl <sub>5</sub> ]	K[Au(CN) <sub>2</sub> ]	5,01 · 10 <sup>-39</sup>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]S	8,5 · 10 <sup>-6</sup>
12	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> ]	Cu <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-37</sup>	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Br <sub>2</sub>	1,23 · 10 <sup>-8</sup>
13	[Co(NH <sub>3</sub> )(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl	K[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,41 · 10 <sup>-20</sup>	Na <sub>2</sub> [Cu(CN) <sub>4</sub> ]	5,0 · 10 <sup>-31</sup>
14	[Co(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]NO <sub>3</sub>	Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-33</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-37</sup>
15	Na <sub>3</sub> [Co(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,2 · 10 <sup>-18</sup>	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-44</sup>
16	K <sub>4</sub> [CoF <sub>6</sub> ]	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	9,33 · 10 <sup>-13</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> [Hg(CN) <sub>6</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-39</sup>
17	[Mn(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]Br <sub>3</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub>	8,51 · 10 <sup>-6</sup>	Na <sub>2</sub> [Ni(CN) <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-31</sup>
18	K[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> ]	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]I <sub>2</sub>	5,0 · 10 <sup>-8</sup>	Ca[Zn(CN) <sub>4</sub> ]	2,4 · 10 <sup>-20</sup>
19	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]CO <sub>3</sub>	2,8 · 10 <sup>-7</sup>	Zn[HgBr <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-21</sup>
20	[Co(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]SO <sub>4</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	6,17 · 10 <sup>-36</sup>	Ba[HgI <sub>4</sub> ]	1,5 · 10 <sup>-30</sup>
21	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Br]SO <sub>4</sub>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Br	1,38 · 10 <sup>-11</sup>	K <sub>2</sub> [Hg(CN) <sub>4</sub> ]	4,0 · 10 <sup>-42</sup>
22	[Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (CN) <sub>3</sub> ]	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	2,1 · 10 <sup>-21</sup>	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]NO <sub>2</sub>	9,3 · 10 <sup>-8</sup>
23	K <sub>4</sub> [Ni(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	9,33 · 10 <sup>-13</sup>	NH <sub>4</sub> [Ag(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-3</sup>
24	[Cu(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]SO <sub>4</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>3</sub>	8,5 · 10 <sup>-6</sup>	K <sub>3</sub> [Ag(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-13</sup>
25	Na <sub>2</sub> [NiCl <sub>4</sub> ]	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,8 · 10 <sup>-8</sup>	Li[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-21</sup>
26	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ](NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]Br <sub>2</sub>	9,1 · 10 <sup>-8</sup>	Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-33</sup>
27	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	[Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]S	2,0 · 10 <sup>-9</sup>	Sr[Cu(CN) <sub>4</sub> ]	9,6 · 10 <sup>-29</sup>
28	Na <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>5</sub> (NH <sub>3</sub> )]	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]CO <sub>3</sub>	9,33 · 10 <sup>-13</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Ni(CN) <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-31</sup>
29	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	K <sub>2</sub> [Sn(OH) <sub>6</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-63</sup>	Cs <sub>2</sub> [SnF <sub>6</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-25</sup>
30	[Cu(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]SO <sub>4</sub>	Na[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,1 · 10 <sup>-21</sup>	K <sub>2</sub> [HgI <sub>4</sub> ]	1,5 · 10 <sup>-30</sup>
31	[Ni(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub>	Li[Ag(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-3</sup>	Na <sub>3</sub> [BiI <sub>6</sub> ]	7,9 · 10 <sup>-20</sup>
32	K <sub>2</sub> [MoF <sub>5</sub> Cl <sub>3</sub> ]	Cs <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3 · 10 <sup>-44</sup>	Rb <sub>2</sub> [HgBr <sub>4</sub> ]	1,0 · 10 <sup>-21</sup>
33	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]	Rb <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	2,14 · 10 <sup>-21</sup>	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,8 · 10 <sup>-8</sup>
34	K <sub>2</sub> [HgI <sub>2</sub> (CN) <sub>2</sub> ]	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl	6,8 · 10 <sup>-8</sup>	K <sub>2</sub> [HgCl <sub>4</sub> ]	8,5 · 10 <sup>-16</sup>

## Продовження табл. 2.1

35	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl	K <sub>4</sub> [Co(CN) <sub>6</sub> ]	8,1·10 <sup>-20</sup>	NH <sub>4</sub> [Cr(OH) <sub>4</sub> ]	1,2·10 <sup>-30</sup>
36	K[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> ]	Na <sub>3</sub> [Cr(OH) <sub>6</sub> ]	1,26·10 <sup>-30</sup>	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,2·10 <sup>-18</sup>
37	Na[SbCl <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> ]	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>2</sub>	1,23·10 <sup>-8</sup>	Na <sub>2</sub> [Zn(OH) <sub>4</sub> ]	2,0·10 <sup>-18</sup>
38	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> ]	NH <sub>4</sub> [Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,1·10 <sup>-21</sup>	K <sub>3</sub> [FeF <sub>6</sub> ]	7,94·10 <sup>-17</sup>
39	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> ]NO <sub>3</sub>	K[Au(CN) <sub>2</sub> ]	5,01·10 <sup>-39</sup>	Fe <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>2</sub>	1,0·10 <sup>-31</sup>
40	[Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (CN) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]Cl	Ba <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3·10 <sup>-37</sup>	Ca[BeF <sub>4</sub> ]	4,1·10 <sup>-14</sup>
41	[Ni(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Li[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	1,41·10 <sup>-20</sup>	Ba <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ] <sub>2</sub>	2,14·10 <sup>-21</sup>
42	K <sub>2</sub> [Pt(OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ]	NH <sub>4</sub> [Al(OH) <sub>4</sub> ]	1,0·10 <sup>-33</sup>	[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	2,8·10 <sup>-7</sup>
43	K <sub>2</sub> [Pt(OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ]	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	3,2·10 <sup>-18</sup>	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>	1,3·10 <sup>-37</sup>
44	[Cr(OH) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O(NH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ]Br	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>3</sub>	9,33·10 <sup>-13</sup>	Sr[Sn(OH) <sub>6</sub> ]	1,0·10 <sup>-63</sup>
45	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]I <sub>2</sub>	8,51·10 <sup>-6</sup>	K <sub>2</sub> [HgCl <sub>4</sub> ]	8,5·10 <sup>-16</sup>
46	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	5,0·10 <sup>-8</sup>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	9,33·10 <sup>-13</sup>
47	[Mn(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> Br]Br <sub>2</sub>	[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>3</sub>	2,8·10 <sup>-7</sup>	K <sub>2</sub> [Sn(OH) <sub>6</sub> ]	1,0·10 <sup>-63</sup>
48	Ca <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> ]	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Br <sub>3</sub>	6,17·10 <sup>-36</sup>	K <sub>3</sub> [Cr(OH) <sub>6</sub> ]	1,26·10 <sup>-30</sup>
49	Na <sub>2</sub> [WBr <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ]	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]I	1,38·10 <sup>-11</sup>	Na <sub>3</sub> [Co(CN) <sub>6</sub> ]	1,0·10 <sup>-64</sup>
50	[MoCl <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]Br <sub>4</sub>	Cs <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	2,1·10 <sup>-21</sup>	K <sub>2</sub> [Cd(CN) <sub>4</sub> ]	7,8·10 <sup>-18</sup>
51	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]SO <sub>4</sub>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	9,33·10 <sup>-13</sup>	Ba[Zn(OH) <sub>4</sub> ]	2,19·10 <sup>-15</sup>
52	K <sub>3</sub> [AlF <sub>5</sub> Br]	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	8,5·10 <sup>-6</sup>	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](OH) <sub>2</sub>	9,33·10 <sup>-13</sup>
53	Na <sub>3</sub> [AlCl <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> ]	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	6,8·10 <sup>-8</sup>	K <sub>3</sub> [FeF <sub>6</sub> ]	7,94·10 <sup>-17</sup>
54	[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (CN) <sub>2</sub> ]NO <sub>3</sub>	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]Br <sub>2</sub>	9,1·10 <sup>-8</sup>	K[Bi(OH) <sub>4</sub> ]	6,3·10 <sup>-36</sup>
55	[Zn(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	[Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]S	2,0·10 <sup>-9</sup>	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>	1,3·10 <sup>-37</sup>
56	Na <sub>3</sub> [SbSCL <sub>4</sub> ]	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>3</sub>	9,33·10 <sup>-13</sup>	Ca[Zn(OH) <sub>4</sub> ]	2,0·10 <sup>-18</sup>
57	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	8,51·10 <sup>-6</sup>	Cu[Cu(CN) <sub>4</sub> ]	5,0·10 <sup>-31</sup>
58	[Pd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]	[Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Br <sub>2</sub>	5,0·10 <sup>-8</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3·10 <sup>-37</sup>
59	[Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> ](OH) <sub>3</sub>	[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]CO <sub>3</sub>	2,8·10 <sup>-7</sup>	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1,3·10 <sup>-44</sup>
60	[Cd(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](OH) <sub>2</sub>	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	6,17·10 <sup>-36</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> [Hg(CN) <sub>6</sub> ]	1,1·10 <sup>-39</sup>

## Методичні вказівки до виконання завдання №2

Всі питання цього завдання теоретичні і вимагають буквальної відповіді. При наданні відповіді на запитання 2 використовуйте схематичне зображення утворення зв'язку та надавайте пояснення до схеми.



### Завдання №3 (Термодинаміка, кінетика, хімічна рівновага)

1. Для наданого у таблиці 3.1 рівняння реакції розрахуйте:
  - а) стандартні значення ентальпії, ентропії, енергії Гіббса;
  - б) температуру встановлення в системі стану рівноваги;
  - в) константу хімічної рівноваги  $K_p$  за стандартних умов, запишіть її розмірність.
2. За значенням константи рівноваги зробіть висновок про співвідношення концентрацій реагентів та продуктів у стані рівноваги.
3. Визначте напрямок зміщення рівноваги при підвищенні температури.
4. Розрахуйте у скільки разів збільшаться швидкості прямої та зворотної реакцій при підвищенні тиску в системі у 2 рази і зробіть висновок про напрямок зміщення рівноваги у цьому випадку.

Таблиця 3.1 Вихідні дані для завдання №3

Варіант	Реакція	Варіант	Реакція
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}(\text{r})$	31	$\frac{1}{2}\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \frac{1}{2}\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$
2	$4\text{HCl}(\text{r}) + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) + 2\text{Cl}_2$	32	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$
3	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{r}) = \text{HCl}(\text{r}) + \text{NH}_3$	33	$\frac{1}{2}\text{CH}_4 = \frac{1}{2}\text{C} + \text{H}_2$
4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	34	$\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{H}_2$
5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$	35	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \text{CO}_2 + \text{H}_2$
6	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	36	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$
7	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{r}) = \text{MgO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	37	$\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \text{CO} + \text{H}_2$
8	$\text{CaCO}_3(\text{r}) = \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2$	38	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$
9	$2\text{N}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{NO}$	39	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
10	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{r}) = \text{CaO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	40	$\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$
11	$\text{S}_2(\text{r}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 2\text{SO}_2 + 4\text{H}_2$	41	$\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}_2$
12	$\text{S}_2(\text{r}) + 4\text{CO}_2 = 2\text{SO}_2 + 4\text{CO}$	42	$\frac{1}{2}\text{C} + \frac{1}{2}\text{CO}_2 = \text{CO}$
13	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	43	$2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
14	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{r})$	44	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}(\text{r})$
15	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	45	$\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}(\text{r})$
16	$4\text{CO} + 2\text{SO}_2 = \text{S}_2(\text{r}) + 4\text{CO}_2$	46	$\frac{1}{2}\text{N}_2 + 3/2\text{H}_2 = \text{NH}_3$
17	$\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2(\text{r})$	47	$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$
18	$\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}(\text{r})$	48	$\text{NO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{NO}_2$
19	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4(\text{r}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r})$	49	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
20	$\text{CO}_2 = \text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$	50	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
21	$2\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4(\text{r}) + \text{CO}_2$	51	$\frac{1}{2}\text{N}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{NO}$
22	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{r}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{r}) + \text{H}_2$	52	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$
23	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{r}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	53	$\frac{1}{2}\text{N}_2\text{O}_4 = \text{NO}_2$
24	$\text{CH}_3\text{CHO}(\text{r}) + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{r})$	54	$\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$
25	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{r}) + 3\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}(\text{r})$	55	$\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{SO}_3$
26	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{r}) + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{r})$	56	$4\text{FeO} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
27	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{r})$	57	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
28	$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{r})$	58	$\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{r}) + \text{H}_2 = 2\text{HCl}(\text{r}) + \text{SO}_2$
29	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$	59	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = \text{CH}_3\text{CHO}(\text{r})$
30	$2\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3$	60	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{r}) + 2\text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_6(\text{r})$

Таблиця 3.2 Термодинамічні властивості речовин

Речовина	$\Delta_f H^0_{298}$ , кДж/моль	$S^0_{298}$ , Дж/мольК	Речовина	$\Delta_f H^0_{298}$ , кДж/моль	$S^0_{298}$ , Дж/мольК
Br <sub>2</sub> (р)	0	152,21	MgO(т)	-601,49	27,07
C(алмаз)	1,83	2,37	Mg(OH) <sub>2</sub> (т)	-924,66	63,18
C(графіт)	0	5,74	NH <sub>3</sub> (г)	-45,94	192,66
Cl <sub>2</sub> (г)	0	222,98	NH <sub>4</sub> Cl(т)	-314,22	95,81
H <sub>2</sub> (г)	0	130,52	N <sub>2</sub> O(г)	82,01	219,83
N <sub>2</sub> (г)	0	191,50	NO(г)	91,26	210,64
O <sub>2</sub> (г)	0	205,04	NOCl(г)	52,59	263,50
S(монокл.)	0,38	32,55	NO <sub>2</sub> (г)	34,19	240,06
S(ромбіч)	0	31,92	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г)	11,11	304,35
S <sub>2</sub> (г)	128,37	228,03	SO <sub>2</sub> (г)	-296,90	248,07
CO(г)	-110,53	197,55	SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г)	-363,17	311,29
CO <sub>2</sub> (г)	-393,51	213,66	SO <sub>3</sub> (г)	-395,85	256,69
COCl <sub>2</sub> (г)	-219,50	283,64	CH <sub>4</sub> (г)	-74,85	186,27
CaCO <sub>3</sub> (т)	-1206,83	91,71	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,75	200,82
CaO(т)	-635,09	38,07	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,30	219,45
Ca(OH) <sub>2</sub> (г)	-985,12	83,39	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	-84,67	229,49
FeO(т)	-264,85	60,75	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (г)	82,93	269,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (т)	-822,16	87,45	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (г)	-123,14	298,24
HCl(г)	-92,31	186,79	CH <sub>3</sub> OH(г)	-201,00	239,76
H <sub>2</sub> O(т)	-291,85	39,33	CH <sub>3</sub> CHO(г)	-166,00	264,20
H <sub>2</sub> O(р)	-285,83	69,95	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(г)	-234,80	281,38
H <sub>2</sub> O(г)	-241,81	188,72	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(р)	-276,98	160,67

### Методичні вказівки до виконання завдання №3

1. При проведенні розрахунків згідно п. 1а використовуйте довідкові значення таблиці 3.2.
2. При розрахунку ентальпії і ентропії в п. 1а використовуйте наслідки закону Гесса. Значення енергії Гіббса обчисліть з урахуванням розрахованих значень ентальпії та ентропії
3. Стандартну константу рівноваги (п.1в) розрахуйте, використовуючи значення розрахованої в п. 1а енергії Гіббса. Для визначення розмірності константи рівноваги запишіть її вираз через парціальні тиски речовин. Чисельне значення константи рівноваги покаже співвідношення концентрацій реагентів і продуктів речовин (завдання 2).
4. Для відповіді на питання про напрямок зміщення рівноваги проаналізуйте принцип Ле-Шательє-Брауна і значення розрахованих в п. 1а термодинамічних величин.
5. Для відповіді на запитання п. 4 складіть кінетичні рівняння прямої і зворотної реакцій, розрахуйте, у скільки разів зросте швидкість кожної з них при збільшенні тиску і на цій підставі визначте напрямок зміщення рівноваги.
6. Зверніть увагу на агрегатний стан речовин, коли відповідаєте на запитання 1а та 4. Якщо в таблиці 3.1 агрегатний стан речовини не вказано, уточніть його в таблиці 3.2.

## Завдання №4 (Розчини)

1. За даними таблиці 4.1 розрахуйте:
  - а) масову частку розчиненої речовини;
  - б) молярну концентрацію;
  - в) молярну концентрацію еквівалента;
  - г) молярну концентрацію;
  - д) мольну частку розчиненої речовини.
2. З урахуванням проведених обчислень, прийнявши, що розчинник - вода, розрахуйте:
  - а) відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином;
  - б) осмотичний тиск розчину (Па) при 25°C;
  - в) температуру замерзання розчину;
  - г) температуру кипіння розчину.
3. Розрахуйте рН розчину. Необхідні для такого розрахунку значення константи дисоціації ( $K_a$ ) слабких кислот знайдіть у таблиці 4.1.
4. Складіть рівняння реакції гідролізу солі, утвореної даною кислотою (основою) та катіоном (аніоном), вказаним в умові. Рівняння запишіть у йонному та молекулярному виглядах.

Таблиця 4.1 Вихідні дані для завдання №4

Варіант	Розчинена речовина		Об'єм води, мл	Густина розчину, г/мл	$K_a$	Противо-йон
	формула	маса, г				
1	HBrO	18	282	1,18	$2,2 \cdot 10^{-9}$	Na <sup>+</sup>
2	KOH	5,6	544,4	1,006		CN <sup>-</sup>
3	HNO <sub>3</sub>	5	195	1,011		Cu <sup>2+</sup>
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24	376	1,12		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
5	NaOH	24	976	1,025		S <sup>2-</sup>
6	HCl	1	100	1,003		Zn <sup>2+</sup>
7	NH <sub>4</sub> OH	5	195	0,987	$1,8 \cdot 10^{-5}$	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
8	CH <sub>3</sub> COOH	15	485	1,0025	$1,74 \cdot 10^{-5}$	Mg <sup>2+</sup>
9	HClO <sub>4</sub>	3,7	96,3	1,025		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
10	HCOOH	5	95	1,012	$1,8 \cdot 10^{-4}$	K <sup>+</sup>
11	HF	4	96	1,012	$6,2 \cdot 10^{-4}$	Na <sup>+</sup>
12	HNO <sub>2</sub>	20	200	1,054	$5,1 \cdot 10^{-4}$	Na <sup>+</sup>
13	H <sub>2</sub> S	3,4	96,6	1,01	$1,0 \cdot 10^{-7}$	Li <sup>+</sup>
14	HCN	2,7	97,3	1,008	$7,9 \cdot 10^{-10}$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
15	HClO	9	291	1,08	$2,95 \cdot 10^{-8}$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
16	KOH	1	97,25	1,006		SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
17	HNO <sub>3</sub>	1	39	1,011		Fe <sup>2+</sup>
18	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	376	1,025		Sn <sup>2+</sup>
19	NaOH	4	976	1,01		S <sup>2-</sup>
20	HCl	1	200	1,0012		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
21	NH <sub>4</sub> OH	3	197	0,990	$1,8 \cdot 10^{-5}$	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
22	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	36	564	1,05		Fe <sup>3+</sup>
23	CH <sub>3</sub> COOH	5	495	0,9996	$1,74 \cdot 10^{-5}$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
24	HCOOH	5	195	1,005	$1,8 \cdot 10^{-4}$	Na <sup>+</sup>
25	HClO <sub>2</sub>	25	475	1,15	$1,1 \cdot 10^{-2}$	Cs <sup>+</sup>

Продовження табл. 4.1

26	HClO <sub>4</sub>	1,7	98,3	1,011		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
27	HF	2	98	1,012	6,2·10 <sup>-4</sup>	Li <sup>+</sup>
28	HNO <sub>2</sub>	10	190	1,011	5,1·10 <sup>-4</sup>	Ba <sup>2+</sup>
29	H <sub>2</sub> S	6,8	193,2	1,01	1,0·10 <sup>-7</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
30	HCN	5,4	94,6	1,012	7,9·10 <sup>-10</sup>	Na <sup>+</sup>
31	HIO	25	275	1,23	2,3·10 <sup>-11</sup>	K <sup>+</sup>
32	KOH	10	650	1,012		CN <sup>-</sup>
33	HNO <sub>3</sub>	10	300	1,021		Cu <sup>2+</sup>
34	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48	752	1,12		Fe <sup>2+</sup>
35	NaOH	12	488	1,025		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
36	HCl	0,8	119,2	1,004		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
37	NH <sub>4</sub> OH	10	290	0,984	1,8·10 <sup>-5</sup>	Cl <sup>-</sup>
38	CH <sub>3</sub> COOH	10	390	1,0019	1,74·10 <sup>-5</sup>	Na <sup>+</sup>
39	HClO <sub>4</sub>	7	93	1,04		K <sup>+</sup>
40	HCOOH	10	90	1,025	1,8·10 <sup>-4</sup>	Li <sup>+</sup>
41	HF	6	94	1,021	6,2·10 <sup>-4</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
42	HNO <sub>2</sub>	10	240	1,021	5,1·10 <sup>-4</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
43	H <sub>2</sub> S	10	90	1,04	1,0·10 <sup>-7</sup>	K <sup>+</sup>
44	HCN	6	94	1,01	7,9·10 <sup>-10</sup>	Na <sup>+</sup>
45	HIO <sub>3</sub>	20	180	1,053	1,7·10 <sup>-1</sup>	Cs <sup>2+</sup>
46	KOH	5	95	1,044		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
47	HNO <sub>3</sub>	10	190	1,0256		Fe <sup>3+</sup>
48	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9	91	1,059		Co <sup>3+</sup>
49	NaOH	4	196	1,02		SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
50	HCl	3	97	1,0082		Mn <sup>2+</sup>
51	NH <sub>4</sub> OH	6	294	0,9895	1,8·10 <sup>-5</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
52	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8	92	1,0522		Fe <sup>3+</sup>
53	CH <sub>3</sub> COOH	12	188	1,0069	1,74·10 <sup>-5</sup>	Mg <sup>2+</sup>
54	HCOOH	25	175	1,0247	1,8·10 <sup>-4</sup>	Li <sup>+</sup>
55	HBrO	36	264	1,0647	2,2·10 <sup>-9</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
56	HClO <sub>4</sub>	2	198	1,005		Na <sup>+</sup>
57	HF	8	92	1,028	6,2·10 <sup>-4</sup>	K <sup>+</sup>
58	HNO <sub>2</sub>	16	184	1,0427	5,1·10 <sup>-4</sup>	Ni <sup>2+</sup>
59	H <sub>2</sub> S	2	198	1,005	1,0·10 <sup>-7</sup>	Li <sup>+</sup>
60	HCN	50	450	1,029	7,9·10 <sup>-10</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>

#### Методичні вказівки до виконання завдання №4

1. Знайдіть і випишіть формули для розрахунку різних концентрацій. Розрахуйте відсутні величини. Наприклад, за відомим значенням маси розчиненої речовини - кількість речовини; за відомими значеннями маси розчину та його густини - об'єм розчину і т.д.
2. Під час розрахунку колігативних властивостей розчинів (п.2) слід пам'ятати, що для електролітів в розрахункових формулах з'являється множник - ізотонічний коефіцієнт. Для сильних електролітів він вважається, що його значення дорівнює числу йонів, на які він дисоціює, а для слабких - ізотонічний коефіцієнт розраховується за формулою, до якої входить невідоме значення ступеня дисоціації електроліту  $\alpha$ . Його потрібно

розрахувати за рівнянням розведення Оствальда. Кріоскопічну або ебуліоскопічну сталі води знайдіть у довідковій літературі або підручнику.

3. При розрахунку рН розчину використовуйте істинну концентрацію йонів  $H^+$  у розчині.

## Завдання № 5 (Буферні розчини)

Буферний розчин це суміш розчинів слабкої кислоти (основи) і солі цієї кислоти (основи). У таблиці 5.1 представлений склад буферного розчину і значення константи дисоціації слабого електроліту, який міститься у даному розчині. Розрахуйте:

- а) рН буферного розчину, отриманого змішуванням  $V_1$  мл розчину речовини 1 (концентрація  $C_1$ ) і  $V_2$  мл розчину речовини 2 ( $C_2$ );
- б) буферну ємність даного розчину за кислотою, якщо при додаванні до  $V_3$  мл даного розчину  $V_4$  мл розчину одноосновної кислоти з концентрацією  $C_4$  водневий показник змінився на величину  $\Delta pH$  (таблиця 5.2). Вкажіть, при якому співвідношенні компонентів буферного розчину буферна ємність буде максимальною;
- в) зміну рН вихідного буферного розчину після додавання до 1 л цього розчину  $V_5$  мл хлоридної кислоти (1 – 30 варіанти) або натрій гідроксиду (31 – 60 варіанти) з концентрацією  $C_5$  (таблиця.5.2).

Таблиця 5.1 Компоненти буферного розчину

Варіант	Речовина 1	Речовина 2	$K_a$	$pK_a$	$K_b$	$pK_b$
1	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76		
2	HCOOH	HCOOK	$1,82 \cdot 10^{-4}$	3,74		
3	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21		
4	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	$4,27 \cdot 10^{-7}$	6,37		
5	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	$6,61 \cdot 10^{-5}$	4,18		
6	NH <sub>4</sub> OH	NH <sub>4</sub> Cl			$1,79 \cdot 10^{-5}$	4,75
7	CH <sub>3</sub> CH(NH <sub>2</sub> )COOH	CH <sub>3</sub> CH(NH <sub>2</sub> )COONa	$1,35 \cdot 10^{-10}$	9,87		
8	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOK	$5,79 \cdot 10^{-11}$	10,24		
9	CH <sub>2</sub> =CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	CH <sub>2</sub> =CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOK	$1,91 \cdot 10^{-5}$	4,72		
10	3-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	3-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	$1,82 \cdot 10^{-5}$	4,74		
11	4-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	4-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	$1,41 \cdot 10^{-5}$	4,85		
12	2-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	2-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	$1,12 \cdot 10^{-5}$	4,95		
13	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl			$1,26 \cdot 10^{-6}$	5,90
14	HNO <sub>2</sub>	NaNO <sub>2</sub>	$3,98 \cdot 10^{-4}$	3,4		
15	HF	NaF	$6,61 \cdot 10^{-4}$	3,18		
16	NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>4</sub> OH			$1,79 \cdot 10^{-5}$	4,75
17	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	$6,61 \cdot 10^{-5}$	4,18		
18	2-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	2-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	$1,41 \cdot 10^{-3}$	2,85		
19	3-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	3-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	$1,55 \cdot 10^{-4}$	3,90		
20	4-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	4-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	$1,07 \cdot 10^{-4}$	3,97		
21	BrCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	BrCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOK	$9,33 \cdot 10^{-5}$	4,03		
22	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOK	$1,38 \cdot 10^{-5}$	4,86		
23	HOCH <sub>2</sub> COOH	HOCH <sub>2</sub> COONa	$1,48 \cdot 10^{-4}$	3,83		
24	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COOH	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COOK	$1,67 \cdot 10^{-5}$	4,78		
25	NC <sub>5</sub> H <sub>4</sub> COOH	NC <sub>5</sub> H <sub>4</sub> COONa	$1,29 \cdot 10^{-5}$	4,89		
26	ICH <sub>2</sub> COOH	ICH <sub>2</sub> COONa	$6,70 \cdot 10^{-4}$	3,17		

Продовження табл. 5.1

27	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH			1,26·10 <sup>-6</sup>	5,90
28	CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> COOH	CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> COOK	2,69·10 <sup>-4</sup>	3,57		
29	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH	CH <sub>3</sub> CH(OH)COONa	1,37·10 <sup>-4</sup>	3,86		
30	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CCOOH	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CCOOK	8,91·10 <sup>-6</sup>	5,05		
31	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COOK	1,75·10 <sup>-5</sup>	4,76		
32	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> COOK	4,88·10 <sup>-5</sup>	4,31		
33	NH <sub>4</sub> OH	NH <sub>4</sub> Cl			1,79·10 <sup>-5</sup>	4,75
34	4-FC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	4-FC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	7,24·10 <sup>-5</sup>	4,14		
35	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> COOH	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> COONa	1,64·10 <sup>-5</sup>	4,79		
36	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COOK	1,75·10 <sup>-5</sup>	4,76		
37	HCOOH	HCOONa	1,82·10 <sup>-4</sup>	3,74		
38	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6,17·10 <sup>-8</sup>	7,21		
39	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KHCO <sub>3</sub>	4,27·10 <sup>-7</sup>	6,37		
40	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOK	6,61·10 <sup>-5</sup>	4,18		
41	NH <sub>4</sub> OH	NH <sub>4</sub> Br			1,79·10 <sup>-5</sup>	4,75
42	CH <sub>3</sub> CH(NH <sub>2</sub> )COOH	CH <sub>3</sub> CH(NH <sub>2</sub> )COOK	1,35·10 <sup>-10</sup>	9,87		
43	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COONa	5,79·10 <sup>-11</sup>	10,24		
44	CH <sub>2</sub> =CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	CH <sub>2</sub> =CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COONa	1,91·10 <sup>-5</sup>	4,72		
45	3-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	3-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	1,82·10 <sup>-5</sup>	4,74		
46	4-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	4-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	1,41·10 <sup>-5</sup>	4,85		
47	2-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	2-H <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	1,12·10 <sup>-5</sup>	4,95		
48	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I			1,26·10 <sup>-6</sup>	5,90
49	HNO <sub>2</sub>	KNO <sub>2</sub>	3,98·10 <sup>-4</sup>	3,4		
50	HF	KF	6,61·10 <sup>-4</sup>	3,18		
51	NH <sub>4</sub> OH	NH <sub>4</sub> Cl			1,79·10 <sup>-5</sup>	4,75
52	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOK	6,61·10 <sup>-5</sup>	4,18		
53	2-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	2-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COONa	1,41·10 <sup>-3</sup>	2,85		
54	3-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	3-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	1,55·10 <sup>-4</sup>	3,90		
55	4-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	4-BrC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOK	1,07·10 <sup>-4</sup>	3,97		
56	BrCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	BrCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COONa	9,33·10 <sup>-5</sup>	4,03		
57	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COONa	1,38·10 <sup>-5</sup>	4,86		
58	HOCH <sub>2</sub> COOH	HOCH <sub>2</sub> COOK	1,48·10 <sup>-4</sup>	3,83		
59	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COOH	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COONa	1,67·10 <sup>-5</sup>	4,78		
60	NC <sub>5</sub> H <sub>4</sub> COOH	NC <sub>5</sub> H <sub>4</sub> COOK	1,29·10 <sup>-5</sup>	4,89		

Таблиця 5.2 Вихідні дані для завдання №5

Варіант	V <sub>1</sub> , мл	C <sub>1</sub> , моль/л	V <sub>2</sub> , мл	C <sub>2</sub> , моль/л	V <sub>3</sub> , мл	V <sub>4</sub> , мл	C <sub>4</sub> , моль/л	ΔрН	V <sub>5</sub> , мл	C <sub>5</sub> , моль/л
1	100	0,1	200	0,1	500	100	0,1	0,22	100	0,05
2	150	0,05	150	0,1	400	50	0,15	0,18	150	0,03
3	200	0,15	300	0,15	600	75	0,12	0,15	100	0,1
4	175	0,2	350	0,25	300	150	0,05	0,23	200	0,01
5	300	0,12	400	0,2	550	200	0,07	0,10	75	0,15
6	150	0,05	150	0,1	400	50	0,15	0,18	150	0,03
7	100	0,11	500	0,05	700	80	0,1	0,14	90	0,04
8	250	0,15	350	0,28	350	100	0,11	0,07	200	0,01

Продовження табл.5.2

9	175	0,12	280	0,3	800	175	0,2	0,17	250	0,05
10	100	0,15	200	0,15	500	100	0,1	0,22	100	0,1
11	215	0,2	285	0,3	900	50	0,15	0,25	300	0,03
12	300	0,1	400	0,2	300	100	0,01	0,07	125	0,075
13	150	0,07	150	0,12	500	50	0,17	0,13	125	0,04
14	300	0,1	100	0,2	300	100	0,01	0,08	135	0,08
15	175	0,3	350	0,2	500	250	0,05	0,20	350	0,02
16	400	0,05	300	0,15	600	100	0,12	0,15	100	0,10
17	400	0,05	300	0,15	600	100	0,12	0,15	100	0,1
18	100	0,15	200	0,2	500	50	0,1	0,05	200	0,09
19	250	0,15	250	0,15	900	200	0,3	0,23	100	0,15
20	250	0,20	450	0,1	750	150	0,2	0,31	200	0,15
21	150	0,05	150	0,1	400	50	0,15	0,18	150	0,03
22	230	0,11	470	0,22	1000	100	0,2	0,24	175	0,08
23	150	0,05	150	0,1	400	50	0,15	0,18	150	0,03
24	340	0,05	430	0,09	500	130	0,2	0,12	100	0,2
25	230	0,15	330	0,15	250	50	0,1	0,08	200	0,1
26	300	0,12	400	0,25	550	200	0,07	0,10	75	0,15
27	200	0,15	300	0,25	600	75	0,12	0,16	100	0,1
28	350	0,15	350	0,28	350	100	0,13	0,08	200	0,01
29	100	0,1	500	0,05	700	80	0,1	0,14	50	0,04
30	175	0,12	275	0,25	800	200	0,1	0,10	350	0,05
31	450	0,05	350	0,12	600	100	0,12	0,15	100	0,15
32	250	0,15	300	0,30	550	100	0,15	0,09	200	0,02
33	100	0,1	200	0,15	500	100	0,1	0,20	100	0,05
34	150	0,15	250	0,15	400	100	0,1	0,26	150	0,1
35	115	0,3	185	0,4	700	150	0,05	0,25	200	0,03
36	400	0,1	300	0,2	550	90	0,02	0,07	155	0,07
37	150	0,1	150	0,15	700	150	0,2	0,15	145	0,05
38	400	0,1	200	0,2	550	200	0,01	0,12	250	0,05
39	275	0,25	250	0,15	600	150	0,1	0,25	450	0,01
40	300	0,1	100	0,2	300	100	0,01	0,08	135	0,08
41	175	0,25	300	0,2	600	200	0,075	0,15	150	0,02
42	400	0,08	200	0,15	700	100	0,15	0,18	200	0,05
43	200	0,15	100	0,2	400	80	0,1	0,05	200	0,06
44	350	0,15	200	0,2	600	100	0,2	0,12	100	0,10
45	250	0,15	450	0,05	550	150	0,15	0,25	100	0,20
46	150	0,1	150	0,2	600	70	0,1	0,11	100	0,05
47	220	0,13	380	0,25	800	100	0,3	0,25	275	0,05
48	250	0,15	350	0,15	900	100	0,3	0,22	150	0,15
49	400	0,12	200	0,25	750	100	0,1	0,10	105	0,1
50	300	0,25	300	0,2	900	200	0,1	0,20	200	0,05
51	200	0,1	100	0,2	500	100	0,02	0,1	150	0,06
52	340	0,15	330	0,05	800	230	0,15	0,15	100	0,15
53	150	0,2	500	0,07	400	60	0,2	0,11	110	0,05
54	250	0,15	350	0,12	500	150	0,1	0,12	120	0,1
55	150	0,25	200	0,30	650	120	0,1	0,05	200	0,02
56	135	0,25	200	0,3	800	250	0,03	0,20	100	0,05
57	350	0,15	2500	0,2	400	50	0,02	0,05	130	0,04



Продовження табл.5.2

<b>58</b>	175	0,3	200	0,15	500	100	0,1	0,13	100	0,02
<b>59</b>	300	0,1	100	0,2	300	100	0,01	0,08	135	0,08
<b>60</b>	200	0,15	300	0,15	600	75	0,12	0,12	80	0,1

**Методичні вказівки до виконання завдання №5**

1. рН буферного розчину розраховується за рівнянням Гендерсона-Гассельбаха.
2. Для розрахунку буферної ємності підберіть формулу, до якої входять всі надані у таблиці 5.2 величини.
3. При розрахунку рН у п.3 використовуйте рівняння Гендерсона-Гассельбаха, підставляючи у нього концентрації та об'єми, розраховані з урахуванням рівняння реакції між хлоридної кислотою (натрій гідроксидом) та одним з компонентів вихідного буферного розчину.
4. Результати розрахунків рН розчинів в усіх випадках наводьте з точністю до двох знаків після коми.

## Завдання №6 (Колоїдні розчини)

1. Напишіть рівняння реакції утворення гідрозолу з речовин А і В.
2. Зобразіть формулу міцели гідрозолу, що утворився. Вкажіть знак заряду колоїдної частинки.
3. Із запропонованого списку виберіть електроліт-коагулянт, що має менший поріг коагуляції. Поясніть вибір. Дайте визначення поняттю «поріг коагуляції».
4. Для обраного коагулянту розрахуйте поріг коагуляції, якщо відомо, що для коагуляції утвореного колоїдного розчину використали  $V_1$  мл розчину коагулянту з концентрацією  $C_1$ .

Таблиця 6.1 Вихідні дані для завдання №6

Варіант	А			В			Коагулянт		
	Формула	V, мл	C, моль/л	Формула	V, мл	C, моль/л	Формули	V <sub>1</sub> , мл	C <sub>1</sub> , моль/л
1	NaJ	20	0,1	AgNO <sub>3</sub>	30	0,05	NaF, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	1
2	MgCl <sub>2</sub>	30	0,1	NaOH	40	0,2	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , AlCl <sub>3</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Zn	60	0,5
3	NH <sub>4</sub> CNS	50	0,2	AgNO <sub>3</sub>	25	0,2	KNO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	30	0,05
4	CaCl <sub>2</sub>	100	0,05	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,04	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,1
5	BaCl <sub>2</sub>	75	0,01	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,05	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,08
6	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	60	0,2	AgNO <sub>3</sub>	40	0,1	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COOK, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	55	0,12
7	AlCl <sub>3</sub>	80	0,05	NaOH	80	0,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	80	0,06
8	CrCl <sub>3</sub>	70	0,1	NH <sub>4</sub> OH	30	0,05	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , BaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	40	0,1
9	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	50	0,05	HCl	40	0,5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , AlCl <sub>3</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Mg	45	0,2
10	ZnCl <sub>2</sub>	30	0,01	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	10	0,02	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	15	0,05
11	FeCl <sub>3</sub>	20	0,2	NaOH	30	0,05	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub>	40	1
12	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,1	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	0,2	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	60	0,5
13	MnCl <sub>2</sub>	50	0,2	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	25	0,2	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	30	0,05
14	AgNO <sub>3</sub>	80	0,05	KJ	40	0,04	NaF, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,2

Продовження табл. 6.1

15	NiCl <sub>2</sub>	75	0,01	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	50	0,05	KNO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	30	0,18
16	FeCl <sub>3</sub>	60	0,2	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,1	CH <sub>3</sub> COONa, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	55	0,12
17	CdCl <sub>2</sub>	70	0,03	H <sub>2</sub> S	80	0,3	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	70	0,06
18	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	60	0,1	AgNO <sub>3</sub>	30	0,05	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	40	0,1
19	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	0,05	NaOH	40	0,4	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KCl, BaCl <sub>2</sub>	45	0,02
20	CoCl <sub>2</sub>	30	0,02	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	10	0,02	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	15	0,05
21	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	20	0,2	KJ	50	0,05	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	40	0,1
22	AsCl <sub>3</sub>	30	0,1	Na <sub>2</sub> S	40	0,2	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	60	0,5
23	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	0,12	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	25	0,2	CH <sub>3</sub> COONa, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , BaCl <sub>2</sub>	30	0,05
24	FeCl <sub>3</sub>	60	0,05	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,04	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	40	0,2
25	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	70	0,02	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	0,05	AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Zn,	30	0,18
26	AgNO <sub>3</sub>	50	0,2	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	30	0,1	CH <sub>3</sub> COONa, CuSO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	55	0,12
27	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	70	0,03	H <sub>2</sub> S	80	0,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub>	70	0,06
28	FeSO <sub>4</sub>	60	0,1	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,05	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	40	0,1
29	Na <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	40	0,05	AgNO <sub>3</sub>	40	0,4	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	45	0,02
30	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	30	0,02	CuSO <sub>4</sub>	10	0,02	NaF, Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15	0,05
31	KBr	20	0,1	AgNO <sub>3</sub>	30	0,05	NaF, Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,11
32	MnCl <sub>2</sub>	30	0,1	NaOH	40	0,2	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , AlCl <sub>3</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Mg	60	0,15
33	KCNS	50	0,2	AgNO <sub>3</sub>	25	0,2	KNO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	30	0,5
34	BaCl <sub>2</sub>	100	0,05	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,04	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,1
35	CaCl <sub>2</sub>	75	0,01	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,05	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,28
36	K <sub>2</sub> S	60	0,2	AgNO <sub>3</sub>	40	0,1	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COOK, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	65	0,1
37	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	50	0,05	KOH	80	0,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	50	0,1

Продовження табл. 6.1

38	CrCl <sub>3</sub>	60	0,2	NaOH	30	0,05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , BaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	40	0,15
39	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	70	0,03	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,5	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , AlCl <sub>3</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Mg	60	0,08
40	ZnCl <sub>2</sub>	50	0,02	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	20	0,02	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	3	0,15
41	CoCl <sub>3</sub>	30	0,2	KOH	20	0,05	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub>	50	0,1
42	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	30	0,1	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,2	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	50	0,15
43	MnCl <sub>2</sub>	60	0,2	Na <sub>2</sub> S	30	0,1	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	10	0,25
44	AgNO <sub>3</sub>	50	0,08	KBr	40	0,04	NaF, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	30	0,35
45	CoCl <sub>2</sub>	95	0,01	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	50	0,05	KNO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	0,11
46	FeCl <sub>2</sub>	40	0,1	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,1	CH <sub>3</sub> COONa, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	70	0,01
47	HgCl <sub>2</sub>	70	0,02	H <sub>2</sub> S	30	0,5	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	40	0,05
48	Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	50	0,15	AgNO <sub>3</sub>	50	0,05	NH <sub>4</sub> Cl, CrCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30	0,1
49	ZnCl <sub>2</sub>	90	0,05	NaOH	40	0,05	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KCl, BaCl <sub>2</sub>	45	0,01
50	CoCl <sub>3</sub>	70	0,01	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	10	0,02	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	35	0,15
51	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	0,15	NH <sub>4</sub> J	60	0,05	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	60	0,05
52	CrCl <sub>3</sub>	60	0,1	Na <sub>2</sub> S	50	0,2	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub>	30	0,05
53	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	0,15	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	20	0,2	CH <sub>3</sub> COONa, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , BaCl <sub>2</sub>	50	0,1
54	FeCl <sub>3</sub>	80	0,05	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	40	0,04	ZnCl <sub>2</sub> , AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> S	50	0,2
55	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	70	0,01	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	0,05	AlCl <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Zn,	40	0,25
56	AgNO <sub>3</sub>	40	0,2	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	90	0,1	CH <sub>3</sub> COONa, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	45	0,15
57	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	80	0,03	Na <sub>2</sub> S	70	0,3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub>	90	0,02
58	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	50	0,15	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	20	0,05	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	30	0,15
59	K <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	90	0,05	AgNO <sub>3</sub>	80	0,3	NH <sub>4</sub> Cl, AlCl <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	65	0,01
60	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	60	0,025	ZnSO <sub>4</sub>	20	0,02	NaF, Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25	0,15

### Методичні вказівки до виконання завдання №6

1. Опрацюйте питання утворення й стійкості колоїдних розчинів, будову міцел.
2. Для зображення формули міцели встановіть, який електроліт було узято в надлишку.
3. Поріг коагуляції розрахуйте за наявною у літературі формулою в моль/л.

## Завдання №7 (Поверхневі явища)

Визначте величину адсорбції і поверхневу активність даного в умові ПАР (таблиця 7.1) на поверхні водного розчину при температурі  $T$ , якщо концентрація ПАР в розчині  $C$ , а поверхневий натяг розчину при даній температурі  $\sigma$ . Поверхневий натяг чистої води візьміть з таблиці 7.2. Густина розчинів ПАР там, де це потрібно, прийняти 1г / мл.

Таблиця 7.1 Вихідні дані для завдання №7

Варіант	ПАР	$T^{\circ}C$	Концентрація розчину ПАР(C)	$\sigma_{р-ну} \cdot 10^3$ ПАР, Дж/м <sup>2</sup>
1	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> COOH	10	0,005%	57,0
2	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	26	0,1M	57,1
2	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	25	0,008M	70,0
3	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	25	0,0198M	69,96
4	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	20	10 <sup>-3</sup> M	71,2
5	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	25	0,0075M	66,7
6	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	20	0,95M	45,7
7	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	20	0,1M	65,5
8	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> COOH	20	10 <sup>-3</sup> M	67,0
9	CH <sub>3</sub> COOH	18	0,012 M	67,0
10	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	0	0,005M	65,83
11	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	15	0,25M	53,2
12	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> COONa	20	10 <sup>-3</sup> M	29,95
13	CH <sub>3</sub> COOH	20	0,35 M	48,0
15	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	15	0,25M	49,7
16	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	25	0,015	61,7
17	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (OH) <sub>3</sub>	20	50%	69,6
18	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	22	0,25M	47,0
19	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	25	2,72%	60,79
20	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	15	0,25 M	35,0
21	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	23	0,2M	57,7
22	(COOH) <sub>2</sub>	15	0,25M	71,0
23	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	25	0,0038	69,2
24	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> COOK	15	10 <sup>-3</sup> M	30,7
25	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	27	0,012M	66,0
26	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	23	0,2M	35,3
27	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	25	0,030M	55,3
28	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	15	9,1%	49,96
29	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	0	0,02M	53,0
30	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	20	2,0%	38,75
31	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	22	0,12M	53,0
32	CH <sub>3</sub> COOH	19	0,03 M	70,0
33	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	30	5,0%	54,15
34	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	23	0,2M	43,1
35	CH <sub>3</sub> COOH	16	0,01 M	71,0
36	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	15	0,25M	49,9
37	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	23	0,015M	68,0
38	CH <sub>3</sub> COOH	21	0,05 M	69,0

Продовження табл. 7.1

39	ізо-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	20	0,125M	55,1
40	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	20	100 мг/л	52,0
41	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	15	0,025M	44,7
42	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	20	0,0156M	58,2
43	ізо-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	15	0,0312M	57,5
44	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	25	5,2%	54,9
45	ізо-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	15	0,25M	44,1
46	CH <sub>3</sub> OH	15	0,25M	69,2
47	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub>	14	0,23M	49,9
48	CH <sub>3</sub> COOH	20	0,30 M	55,0
49	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	15	0,25M	71,6
50	HCOOH	15	0,25M	70,0
51	C <sub>3</sub> H <sub>11</sub> COOH	0	0,03M	48,0
52	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (OH) <sub>3</sub>	40	5,4M	66,4
53	HCOOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	15	0,25M	47,8
54	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> COOH	10	50 мг/л	57,0
55	ізо-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	20	0,25M	49,7
56	ізо-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	15	0,25M	35,0
57	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	20	0,0625M	43,3
58	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	21	0,008M	71,0
59	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	15	29 г/л	59,4
60	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	25	0,1M	57,0

Таблиця 7.2 Поверхневий натяг води при різних температурах

T, °C	$\sigma \cdot 10^3$ Дж/м <sup>2</sup>	T, °C	$\sigma \cdot 10^3$ Дж/м <sup>2</sup>
0	75,70	21	72,59
5	75,20	22	72,44
10	74,22	23	72,28
11	74,07	24	72,13
12	73,93	25	71,97
13	73,78	26	71,82
14	73,64	27	71,66
15	73,49	28	71,50
16	73,34	29	71,35
17	73,19	30	71,18
18	73,05	35	70,20
19	72,90	40	69,60
20	72,75		

#### Методичні вказівки до виконання завдання №7

1. Для розрахунків слід скористатися рівнянням ізотерми адсорбції Гіббса.
2. Важливо пам'ятати, що у рівняння Гіббса входить **молярна** концентрація ПАР.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Номери завдань для варіантів ОДЗ.....	4
Завдання №1 (Біогенні елементи).....	5
Завдання №2 (Комплексні сполуки).....	7
Завдання №3 (Термодинаміка, кінетика, хімічна рівновага) .....	9
Завдання №4 (Розчини).....	11
Завдання № 5 (Буферні розчини) .....	14
Завдання №6 (Колоїдні розчини) .....	18
Завдання №7 (Поверхневі явища) .....	22