



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

5252 Методичні вказівки
до лабораторних і семінарських занять
із дисципліни «**Фізична та колоїдна хімія**»
для студентів спеціальності *102 «Хімія»*
денної форми навчання



Суми
Сумський державний університет
2022

Методичні вказівки до лабораторних та семінарських занять із дисципліни «Фізична та колоїдна хімія» / укладачі: Р. М. Пшеничний, Л. М. Пономарьова. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 42 с.

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

Зміст

	С.
ПЕРЕДМОВА.....	5
ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ» СЕМЕСТР ІІІ.....	6
ЗАНЯТТЯ 1.1.....	7
СЕМІНАР. РОЗРАХУНКИ В МКТ.....	7
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення молярної маси карбон(ІV) оксиду</i>	8
ЗАНЯТТЯ 1.2.....	10
СЕМІНАР. ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ. ТЕРМОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ.....	10
ЗАНЯТТЯ 1.3.....	12
СЕМІНАР. ОСНОВИ ТЕРМОХІМІЇ. РОЗРАХУНКИ В ТЕРМОХІМІЇ.....	12
ЗАНЯТТЯ 1.4.....	14
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення сталої калориметра</i>	14
ЗАНЯТТЯ 1.5.....	15
СЕМІНАР. ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ.....	15
ЗАНЯТТЯ 1.6.....	18
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення ентальпії хімічної реакції</i>	18
ЗАНЯТТЯ 1.7.....	18
СЕМІНАР. ХІМІЧНА РІВНОВАГА.....	18
ЗАНЯТТЯ 1.8.....	19
<i>Лабораторна робота</i> <i>Термічний аналіз бінарних систем</i>	19
ЗАНЯТТЯ 1.9.....	19
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення розподілу речовини між двома рідкими фазами</i>	20
ЗАНЯТТЯ 1.10.....	20
СЕМІНАР. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ.....	20
ЗАНЯТТЯ 1.11.....	22
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення молярної маси неелектроліту</i> <i>кріометричним методом</i>	22
ЗАНЯТТЯ 1.12.....	22
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення осмотичної концентрації та осмотичного тиску</i>	22
ЗАНЯТТЯ 1.13.....	22
СЕМІНАР. РОЗЧИНИ. РІВНОВАГИ РІДИНА – ПАРА.....	22
ЗАНЯТТЯ 1.14.....	25
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення швидкості інверсії сахарози</i>	25
ЗАНЯТТЯ 1.15.....	25
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення порядку реакції</i>	25
ЗАНЯТТЯ 1.16.....	25
СЕМІНАР. КІНЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. КАТАЛІЗ.....	25
ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ» СЕМЕСТР ІV.....	28
ЗАНЯТТЯ 2.1.....	29
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення залежності питомої та молярної електропровідності</i> <i>від концентрації розчину</i>	29
ЗАНЯТТЯ 2.2.....	29
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення рН розчину потенціометричним методом</i>	29
ЗАНЯТТЯ 2.3.....	29
СЕМІНАР. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ.....	29
ЗАНЯТТЯ 2.4.....	31
<i>Лабораторна робота</i> <i>Визначення константи дисоціації слабого електроліту та ДР</i> <i>важкорозчинної солі</i>	31
ЗАНЯТТЯ 2.5.....	31

<i>Лабораторна робота</i> Визначення ЕРС гальванічного елемента	31
ЗАНЯТТЯ 2.6.....	31
СЕМІНАР. ПРОЦЕСИ НА ЕЛЕКТРОДАХ ПІД ЧАС ПРОХОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ	31
ЗАНЯТТЯ 2.7.....	34
<i>Лабораторна робота</i> Визначення поверхневого натягу розчинів.....	34
ЗАНЯТТЯ 2.8.....	34
<i>Лабораторна робота</i> Визначення адсорбції ПАР твердим адсорбентом з розчину.....	34
ЗАНЯТТЯ 2.9.....	34
<i>Лабораторна робота</i> Седиментаційний аналіз мікрогетерогенних систем. Визначення солюбілізуючої здатності КПАР турбідиметричним методом.....	34
ЗАНЯТТЯ 2.10.....	35
<i>Лабораторна робота</i> Отримання емульсій та пін, дослідження їхніх властивостей	35
ЗАНЯТТЯ 2.11.....	35
СЕМІНАР. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА ТА КІНЕТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ	35
ЗАНЯТТЯ 2.12.....	37
<i>Лабораторна робота</i> Коагуляція та стабілізація гідрозолів	38
ЗАНЯТТЯ 2.13.....	38
<i>Лабораторна робота</i> Отримання дисперсних систем і дослідження їхніх властивостей	38
ЗАНЯТТЯ 2.14.....	38
<i>Лабораторна робота</i> Визначення кінетики набухання ВМС	38
ЗАНЯТТЯ 2.15.....	38
<i>Лабораторна робота</i> Визначення ізоелектричної точки білка	38
ЗАНЯТТЯ 2.16.....	38
СЕМІНАР. СТИЙКІСТЬ КОЛОЇДНИХ СИСТЕМ. РОЗЧИНИ ВМС	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	41

Вступ

Фізична та колоїдна хімія – наука, що вивчає і встановлює закономірності перебігу хімічних процесів. Її основне завдання – передбачення напрямку хімічних процесів, характеру їх перебігу в часі та кінцевих результатів за різних умов проведення. Установлені нею закони дозволяють проводити кількісні розрахунки, описуючи окремі сторони хімічних реакцій.

Фізична та колоїдна хімія досить об'ємна базова дисципліна, вивчення розділів якої вимагає тривалого часу. Лабораторний практикум з фізичної хімії є найважливішою частиною комплексного вивчення цієї фундаментальної хімічної дисципліни. Основною його складовою є можливість на власному досвіді перевірити дієвість теоретично обґрунтованих законів і правил, установити межі їх застосування. Крім того, виконання лабораторних робіт сприяє вихованню акуратності та точності майбутнього хіміка.

Виконання кожної лабораторної роботи – своєрідне наукове дослідження (на рівні, доступному студентові) з постановкою мети, формуванням задач, їхнім теоретичним обґрунтуванням і експериментальною перевіркою.

Оброблення експериментальних результатів повинно обов'язково проводитися сучасними математичними методами з використанням комп'ютерної техніки. Варто зрозуміти основи використовуваних методів оброблення експериментальних даних, осягнути їх суть, намагатися зробити узагальнення та застосувати отримані навички до роботи в інших лабораторних практикумах.

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з загальними правилами техніки безпеки. Будь-яку лабораторну роботу потрібно розпочинати лише тоді, коли всі етапи її відомі і не викликають сумнівів, послідовність дій зрозуміла, всі реактиви і посуд підготовлені.

Під час виконання розрахункових завдань, студентам необхідно користуватися наведеними даними, вказівками до розв'язання, що є в кожній задачі, та сучасними засобами електронної техніки. Так, необхідні для виконання завдання графіки потрібно будувати за допомогою комп'ютера. Обов'язково повинен бути відображений хід розв'язку. Необхідно бути уважними під час проведення розрахунків: правильно виписувати дані з таблиць, стежити за тим, щоб в одній формулі містилися дані з однаковими розмірностями, грамотно проводити заокруглення одержаних результатів до оптимальної кількості знаків.

План
лабораторних і семінарських занять
із дисципліни «Фізична та колоїдна хімія»
семестр III

№	Тема заняття	Кількість годин	Кількість балів
1.	Розрахунки в МКТ (<i>семінар</i>) Визначення молярної маси газу (<i>Лабораторна робота</i>)	4	3 + 2
2.	Перший закон термодинаміки. Термодинамічні процеси (<i>семінар</i>)	4	3
3.	Основи термохімії. Розрахунки в термохімії (<i>семінар</i>) КР	4	3 + 10
4.	Визначення сталої калориметра (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
5.	Другий закон термодинаміки. Визначення напрямку хімічної реакції (<i>семінар</i>)	4	3
6.	Визначення ентальпії хімічної реакції (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
7.	Хімічна рівновага (<i>семінар</i>) КР	4	3 + 10
8.	Термічний аналіз бінарних систем (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
9.	Визначення розподілу речовини між двома рідкими фазами (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
10.	Фазові рівноваги багатокомпонентних систем (<i>семінар</i>)	4	3
11.	Визначення молярної маси неелектроліту криометричним методом (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
12.	Визначення осмотичної концентрації та осмотичного тиску (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
13.	Розчини. Рівноваги рідина – пара (<i>семінар</i>)	4	3
14.	Визначення швидкості інверсії сахарози (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
15.	Визначення порядку реакції (<i>Лабораторна робота</i>)	4	2
16.	Кінетичні характеристики хімічних реакцій. Каталіз (<i>семінар</i>) КР	4	3 + 10
	Тестування за темами лекцій (атестація)	2	8
	Індивідуальні домашні завдання (виконання, захист)	2	20
	<i>Разом</i>	68	100

Заняття 1.1

Семінар. Розрахунки в МКТ

Контрольні питання

1. Який газ називається ідеальним? За яких умов і чому властивості реального газу наближаються до властивостей ідеального?
2. Якими законами описується ідеальний газ? Напишіть математичні вирази цих законів і зобразіть їх графічно.
3. Виведіть рівняння стану ідеального газу.
4. Який фізичний зміст та одиниці вимірювання має універсальна газова стала R ?
5. Сформулюйте закон Дальтона. Як пов'язаний парціальний тиск із загальним тиском газової суміші?
6. Пояснити які є відхилення та їхні причини від законів ідеального газу.
7. Напишіть та поясніть рівняння Ван-дер-Ваальса для стану реального газу.
8. Зобразіть ізотерми стану реального газу (дослідну та за рівнянням Ван-дер-Ваальса) та поясніть зміну агрегатних станів на їхніх окремих ділянках.
9. Що називають критичною температурою, критичним тиском і критичним об'ємом? Як визначають ці величини?
10. Виведіть основне рівняння кінетичної теорії газів і поясніть його.
11. Які дослідні дані лягли в основу закону Авогадро? Як він пов'язаний з основним рівнянням кінетичної теорії газів?
12. Поясніть поняття «середня квадратична швидкість руху молекул». Які чинники впливають на середню квадратичну швидкість? Напишіть відповідні рівняння.
13. Зобразіть криву розподілу молекул за швидкостями та поясніть її. Як залежить від температури найбільш імовірна швидкість руху молекул у газі?
14. Виведіть формулу для кінетичної енергії однієї молекули газу, використовуючи основне рівняння кінетичної теорії газів. Від яких чинників залежить ця величина?

Задачі для самостійного розв'язання

1. Тиск газу об'ємом 2,2 л становить 118,5 кПа. Який буде тиск, якщо не змінюючи температури стиснути цей газ до об'єму 1 л?
2. Знайти об'єм стисненого до 2 атм. та нагрітого до 87 °С повітря, якщо початковий його об'єм був 50 м³ за температури 17 °С та тиску 720 мм. рт. ст.
3. На скільки градусів потрібно нагріти газ, що перебуває в закритій посудині за температури 0 °С, щоб його тиск збільшився вдвічі?
4. Знайти відносну молекулярну масу невідомої речовини, якщо її пари масою 0,582 г за 35 °С та тиску 100 кПа займають об'єм 200 мл.
5. Густина карбон (II) оксиду за 800 °С дорівнює 7,10 кг/м³. Розрахувати концентрацію та тиск газу.
6. Суміш азоту та водню в об'ємному співвідношенні 1/3 перебуває за температури 450 °С та тиску 20 Мпа. Яка молярна концентрація компонентів цієї суміші? Як зміниться ця величина, якщо а) збільшити тиск на 20 %; б) збільшити температуру на 50 °С?
7. Розрахуйте парціальні тиски компонентів реакційної суміші складу (мас. %): 47,5 C₆H₆; 15,8 C₂H₆; 36,7 C₃H₈ за температури 300 °С та тиску $2,5 \cdot 10^6$ Па.
8. Змішали кисень об'ємом 4 л під тиском $2 \cdot 10^5$ Па, азот об'ємом 6 л під тиском $5 \cdot 10^3$ Па та амоніак об'ємом 2 л під тиском $3 \cdot 10^3$ Па. Об'єм суміші становить 10 л. Розрахувати парціальні тиски газів і загальний тиск суміші.
9. Середня квадратична швидкість молекул CO₂ дорівнює 380 м/с. Знайти тиск газу, якщо в 20 л його перебуває 0,5 моль.
10. За якої температури середня квадратична швидкість молекул кисню становить 400 м/с? На скільки градусів потрібно підвищити температуру, щоб середня квадратична швидкість молекул кисню збільшилася в 2 рази?
11. Розрахувати тиск водню, якщо середня кінетична енергія його молекул, що містяться в 1 л за 0 °С, дорівнює 1,509 кДж.

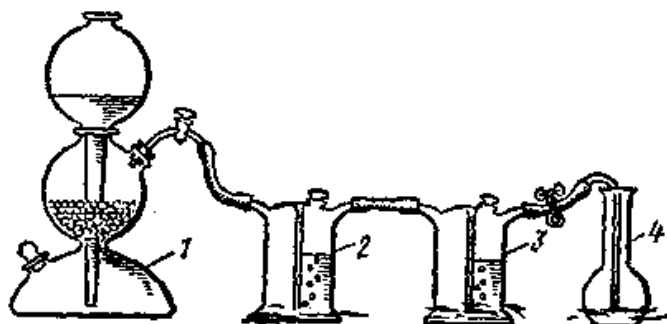
Лабораторна робота

Визначення молярної маси карбон (IV) оксиду

Визначення молекулярної маси карбон діоксиду проводять в установці, що складається з апарату Кіппа (1) та двох промивних склянок, дією 10 %-ї хлоридної кислоти на мармур. У першій промивній склянці, заповненій водою (2), отриманий газ очищається від домішок гідроген хлориду, а в другій, заповненій концентрованою сульфатною кислотою (3), осушується. Для роботи потрібен очищений та сухий газ.

Для досліду беруть суху та чисту колбу об'ємом 250 мл із щільно закритою гумовою пробкою (4). Цю колбу з повітрям зважують на терезах із точністю до 0,001 г.

Газовідвідну трубку з другої промивної склянки занурюють до дна в колбу та напускають газ. Коли колба заповниться, закрити колбу пробкою та зважити.



Операцію заповнення колби карбон діоксидом і наступним зважуванням проводять до того часу поки результати зважування будуть у межах $\pm 0,01$ г.

Виміряти об'єм CO_2 за умов досліду. Для цього заповнити колбу водою до рівня пробки та вилити воду в мірний циліндр.

Запис результатів та умов досліду:

- 1) маса колби з пробкою та повітрям;
- 2) маса колби з пробкою та CO_2 ;
- 3) об'єм колби;
- 4) абсолютна температура під час досліду;
- 5) атмосферний тиск;
- 6) об'єм повітря приведений до нормальних умов;

- 7) маса повітря в колбі;
- 8) маса CO_2 в колбі;
- 9) густина CO_2 за повітрям;
- 10) молекулярна маса CO_2 .

Під час розрахунків молекулярної маси карбон (VI) оксиду необхідно врахувати масу повітря, що було витіснене з колби. Її потрібно додати до різниці мас колби з CO_2 та колби з повітрям. Тоді отримаємо істинну масу CO_2 в колбі. Розрахувати абсолютну та відносну похибки експерименту.

Заняття 1.2

Семінар. Перший закон термодинаміки.

Термодинамічні процеси

Контрольні питання

1. Зміст хімічної термодинаміки. Які явища вона вивчає?
2. Наведіть відомі вам формулювання першого закону термодинаміки та запишіть його математичний вираз.
3. Що називається термодинамічною системою? Які є види систем? Наведіть приклади.
4. Дайте визначення та наведіть приклади термодинамічних процесів: термодинамічний, ізобаричний, ізохоричний, адіабатичний.
5. Що таке внутрішня енергія системи? Можливість її визначення.
6. Які термодинамічні функції стану системи ви знаєте? Їх основні властивості.
7. Дайте визначення поняттям теплота та робота. Які їх загальні риси та відмінності. Чи ці дані параметри функціями стану?
8. Що таке ентальпія та який зв'язок ентальпії з внутрішньою енергією?
9. Дайте визначення максимальної роботи розширення ідеального газу. Чому газ, розширюючись у вакуумі, не здійснює роботи?

10. Запишіть рівняння для знаходження максимальної роботи розширення ідеального газу в термодинамічному, ізобаричному, ізохоричному та адіабатичному процесах.
11. Дайте визначення оборотним і необоротним термодинамічним процесам. Наведіть приклади.
12. Що таке теплоємність питома, молярна, середня та істинна? Який існує зв'язок між молярною теплоємністю за сталого тиску та об'єму?
13. Теплоємність твердих речовин. Правило Дюлонга та Пті.
14. Температурна залежність теплоємності рідин.
15. Теплоємність одно- та двоатомних ідеальних газів. Залежність данцієї величини від температури.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Розрахувати роботу ізобаричного розширення 24 г кисню під час його нагрівання від 298 К до 423 К.
2. Яку кількість теплоти необхідно витратити для ізохоричного нагрівання азоту масою 12 г від 10 °С до 35 °С?
3. Розрахувати питому теплоємність залізної руди складу (мас. част., %): Fe₂O₃ 84,1; H₂O 7,5; SiO₂ та порода 8,4. Питомі теплоємності компонентів руди дорівнюють 0,61, 4,2, 1,17 кДж/кг·К відповідно.
4. Аргон масою 10 г, взятий за тиску 2 атм. та температури 298 К, адіабатично розширили до 1 атм. Знайти кінцеву температуру та об'єм газу, якщо $C_p(\text{Ar}) = 20,79 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.
5. Деяка кількість водню за 300 К займає об'єм 25 л. Після охолодження за сталого тиску об'єм газу зменшився вдвічі та виділилось 4 600 Дж теплоти. Знайти роботу та кількість речовини газу, вважаючи водень ідеальним газом.
6. Кисень об'ємом 56 л нагріли за постійного атмосферного тиску від 298 К до 500 К. Розрахувати роботу, зміну ентальпії, зміну внутрішньої енергії, кількість теплоти, що була передана системі, якщо теплоємність кисню

залежить від температури: $C^{\circ}p(\text{O}_2(\text{г})) = 31,46 + 3,39 \cdot 10^{-3}T - 3,77 \cdot 10^{-5}T^{-2}$ (Дж/(моль · К)).

7. Визначте кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання 25 г O_2 за $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, якщо початковий тиск газу дорівнює $101,3 \cdot 10^3$ Па, а кінцевий – $506,5 \cdot 10^3$ Па ($C_V = 20,785$ Дж/(моль · К))
8. Робота, що витрачена на адіабатичне стиснення 5 кг азоту, дорівнює 452 кДж. Початкова температура $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Розрахувати зміну внутрішньої енергії та кінцеву температуру. Молярна теплоємність азоту $20,95$ Дж/(моль · К).
9. Бензен масою 100 г випаровується за температури кипіння ($80,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) і тиску $1,013 \cdot 10^5$ Па. Розрахувати виконану парами бензену роботу, зміну внутрішньої енергії та зміну ентальпії, якщо теплота випаровування бензену становить $395,5$ Дж/г.
10. Цинк масою 5 г прореагував із надлишком 15 % сульфатної кислоти. Розрахувати роботу, що була виконана системою внаслідок реакції, якщо тиск у системі став 1,1 атм., а температура $23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Заняття 1.3

Семінар. Основи термохімії. Розрахунки в термохімії

Контрольні питання

1. Термохімія та предмет її вивчення. Що називають тепловим ефектом хімічної реакції?
2. Сформулюйте закон Гесса та наслідки з нього. Чому цей закон є окремим випадком I закону термодинаміки? Яке його значення?
3. Пояснити зв'язок теплового ефекту хімічної реакції зі зміною внутрішньої енергії та ентальпією системи. Експериментальне визначення теплових ефектів хімічних реакцій.

4. Термохімічні рівняння. Екзотермічні та ендотермічні рівняння. Наведіть приклади. Відмінності позначення теплоти в термодинаміці та термохімії.
5. Чому для конденсованих систем різниці між ΔH та ΔU є незначною, а для газових є досить великою? Записати рівняння, що виражають зв'язок між тепловим ефектом за постійного тиску і тепловий ефект за постійного об'ємі.
6. Дайте визначення поняттям «теплота утворення», «теплота розкладу», «теплота розчинення», «теплота згорання», «теплота нейтралізації».
7. Як розрахувати стандартний тепловий ефект реакції за допомогою стандартних теплот утворення та згорання?
8. Як тепловий ефект хімічної реакції залежить від температури? Виведіть диференціальну та інтегральну форму рівняння Кірхгофа.
9. В яких випадках тепловий ефект хімічної реакції не залежить від температури? Пояснити чому.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Розрахувати теплові ефекти реакцій за стандартних умов, використовуючи довідникові дані:
 - а) $\text{CaC}_2(\text{тв.}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{р.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{тв.}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г.})$
 - б) $4 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{р.}) + 5 \text{O}_2(\text{г.}) \rightarrow 4 \text{CH}_3\text{COH}(\text{г.}) + 10 \text{H}_2\text{O}(\text{р.})$
2. Розрахувати теплоту повного згорання нітробензолу, якщо його теплота утворення дорівнює 15,9 кДж.
3. Під час згорання 1,52 г речовини температура калориметра з теплоємністю 10,46 кДж/К підвищилася на 1,485 °С. Розрахувати питому теплоту згорання досліджуваної речовини.
4. Розрахувати теплоту утворення ферум (III) оксиду, якщо відомо, що за реакцією $4 \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$ на кожні 80 г Fe_2O_3 виділяється 424,1 кДж теплоти.

5. Визначити теплоту окиснення металічної міді киснем за 500 К, якщо $\Delta H_{f,298}^{\circ}$ ($\text{CuO}_{(\text{тв.})}$) = $-162,00$ кДж/моль, а теплоємності речовин залежать від температури (Дж/(моль · К)):
- $$C_p^{\circ}(\text{Cu}_{(\text{тв.})}) = 22,64 + 6,28 \cdot 10^{-3}T;$$
- $$C_p^{\circ}(\text{O}_{2(\text{г.})}) = 31,46 + 3,39 \cdot 10^{-3}T - 3,77 \cdot 10^{-5}T^{-2};$$
- $$C_p^{\circ}(\text{CuO}_{(\text{тв.})}) = 43,83 + 16,77 \cdot 10^{-3}T - 5,88 \cdot 10^{-5}T^{-2}.$$
6. Розрахувати зміну стандартної ентальпії утворення магній карбонату масою 2 кг, використовуючи такі дані:
- $$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \quad \Delta H^{\circ} = -393,5 \text{ кДж};$$
- $$\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO} \quad \Delta H^{\circ} = -1203,6 \text{ кДж};$$
- $$\text{MgO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \quad \Delta H^{\circ} = -117,7 \text{ кДж};$$
7. Знайти теплоту розчинення солі $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, якщо під час розчинення безводної солі масою 100 г у 800 моль води виділилось 8,96 кДж теплоти, а теплота гідратації цієї солі становить $-58,2$ кДж/моль.
8. Під час розчинення натрій гідроксиду масою 10 г у воді масою 250 г температура розчину підвищилася на $9,5$ °С. Визначити теплоту розчинення NaOH , беручи теплоємність розчину як $4,19$ Дж/(г · К).

Заняття 1.4

Лабораторна робота

Визначення сталої калориметра

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 1.1, с. 9–13 [1].

Заняття 1.5

Семінар. Другий закон термодинаміки.

Визначення напрямку хімічної реакції

Контрольні питання

1. Наведіть формулювання другого закону термодинаміки. Поняття ентропії. Напишіть його математичний вираз.
2. Що таке коефіцієнт корисної дії? Чому він завжди менший одиниці? Цикл Карно.
3. Що таке вільна та зв'язана енергії?
4. «Мікростан» та «макростан» системи. Термодинамічна ймовірність.
5. Зв'язок ентропії системи з термодинамічною ймовірністю. Закон Больцмана. Зв'язок ентропії з структурою речовини.
6. Напишіть рівняння зміни ентропії для ізотермічних оборотних неізольованих, оборотних ізольованих і необоротних ізольованих процесів.
7. Зміна ентропії за фазових переходах. Як розрахувати зміну ентропії в процесі фазового переходу (випаровування, плавлення, сублімація)?
8. Теорія Клаузіса про теплову смерть Всесвіту.
9. Наведіть формулювання третього закону термодинаміки.
10. Який фізичний зміст має ізобарно-ізотермічний та ізохорно-ізотермічний потенціали? Запишіть рівняння, що показують зв'язок між термодинамічними потенціалами та іншими термодинамічними функціями.
11. Умови самочинного перебігу хімічних процесів. Ентальпійний та ентропійний чинники під час визначення напрямленості хімічних реакцій.
12. Виведіть рівняння Гіббса–Гельмгольца. Який фізичний зміст має це рівняння?

Задачі для самостійного розв'язання

1. Максимальна температура в двигуні внутрішнього згорання $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$, а мінімальна, з якою газ виходять із циліндра машини, $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Розрахувати максимально можливий термічний к. к. д., якщо двигун буде працювати за циклом Карно.
2. У двох посудинах з однаковим об'ємом є газу: азот масою $2,8\text{ г}$ та аргон масою 4 г . Визначити зміну ентропії за дифузії, що виникає в результаті їхнього з'єднання. Температуру та тиск вважати сталими.
3. Ідеальна машина Карно, що працює в інтервалі між 350 та $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, дає $33,52\text{ кДж}$ роботи за один цикл. Яка кількість теплоти надається машині та віддається теплообміннику за цей цикл?
4. Розрахувати сумарну зміну ентропії під час нагрівання 1 моля води від температури плавлення до повного випаровування за температури кипіння. Теплота плавлення льоду $335,2\text{ Дж/г}$, теплота пароутворення води 2260 Дж/г , а теплоємність води $4,188\text{ Дж/(г}\cdot\text{К)}$.
5. У посудині об'ємом 50 л є повітря під тиском $5\cdot 10^6\text{ Па}$ та за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Параметри зовнішнього середовища: тиском 10^5 Па , температура $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Розрахувати максимальну корисну роботу, що може виконати стиснене повітря, що є в цій посудині.
6. Розрахувати зміну ентальпії, ентропії та зміну енергії Гіббса реакції горіння бутану за 298 К з утворенням газоподібних продуктів.
7. Чи можлива реакція відновлення V_2O_5 до металічного ванадію воднем за 400 К . За якої температури починається цей процес?
8. Розрахувати зміну ентальпії, ентропії, енергії Гіббса в процесі реакції синтезу 10 моль амоніаку за 700 К , якщо ізобарні молярні теплоємності газів не залежать від температури та дорівнюють (Дж/моль \cdot К):
 $C_p^{\circ}(\text{N}_2) = 27,88$; $C_p^{\circ}(\text{H}_2) = 27,28$; $C_p^{\circ}(\text{NH}_3) = 29,80$.

Заняття 1.6

Лабораторна робота

Визначення ентальпії хімічної реакції

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 1, с. 183–188 [3].

Заняття 1.7

Семинар. Хімічна рівновага

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття «хімічний потенціал компонента суміші». Як він пов'язаний з енергією Гіббса?
2. Що таке стан хімічної рівноваги? Як його можна визначити?
3. Константа хімічної рівноваги та від яких чинників вона залежить?
4. Формулювання закону діючих мас. Застосування його для зворотних ідеальних і реальних хімічних систем.
5. В якому разі зворотні реакції відбуваються до кінця? Пояснити з точки зору закону діючих мас.
6. Сформулювати принцип зміщення хімічної рівноваги Ле Шательє – Брауна. Як зміщується хімічна рівновага під час зміни температури, тиску та концентрації?
7. Виведіть вираз, що зв'язує K_p та K_c . Поясніть на прикладі $2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{SO}_{3(g)}$.
8. Рівняння ізотерми хімічної реакції та його застосування для визначення напрямку хімічної реакції та умов рівноваги.
9. Виведіть рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції в диференціальній та інтегральній формах.

Задачі для самостійного розв'язання

1. У посудині об'ємом 0,5 л помістили 0,5 моль водню та 0,5 моль азоту. До моменту рівноваги утворилось 0,02 моль амоніаку. Визначити константу рівноваги та рівноважний вихід амоніаку.
2. У системі $A(г) + 2 B(г) \rightarrow C(г)$ рівноважні молярні концентрації речовин А, В та С відповідно дорівнюють 0,06; 0,12 та 0,216 моль/л. Знайти константу рівноваги та початкові концентрації речовин А та В.
3. Розрахувати K_p реакції $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$ за 1 000 К і тиску 101,3 кПа, якщо рівноважна суміш газів містить CO_2 з масовою часткою 39 %.
4. Ступінь дисоціації N_2O_4 на NO_2 становить 63 % за температури 50 °С та тиску 34,8 кПа. Розрахувати значення K_p та K_c .
5. Для реакції $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$ константа рівноваги за 1 000 К становить 1,36, а за 1 200 К дорівнює 0,68. Розрахувати тепловий ефект реакції в цьому температурному інтервалі та константу рівноваги за 1 100 К.
6. Визначити максимальну й максимально корисну роботу реакції $2 H_2 + O_2 \leftrightarrow 2 H_2O$ за 1 000 К, якщо за цієї температури константа рівноваги реакції K_p дорівнює $1,359 \cdot 10^{15} \text{ Па}^{-1}$.
7. Визначити хімічну спорідненість міді до кисню за 773 К, якщо константа рівноваги реакції за цієї температури дорівнює $1,01325 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$.
8. Визначити тиск дисоціації силіцій (IV) оксиду при 1 000 К, якщо хімічна спорідненість кремнію до кисню за цієї температури дорівнює $-771,79 \text{ МДж}$.
9. Константа рівноваги реакції $2 H_2O \leftrightarrow 2 H_2 + O_2$ за 2 000 К дорівнює $8,501 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$, а за 2 500 К – 0,646 Па. Визначити тепловий ефект реакції в цьому інтервалі температур.

Заняття 1.8

Лабораторна робота

Термічний аналіз бінарних систем

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 2.1, с. 21–25 [1].

Заняття 1.9

Лабораторна робота

Визначення розподілу речовини між двома рідкими фазами

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 2.3, с. 29–34 [1].

Заняття 1.10

Семінар

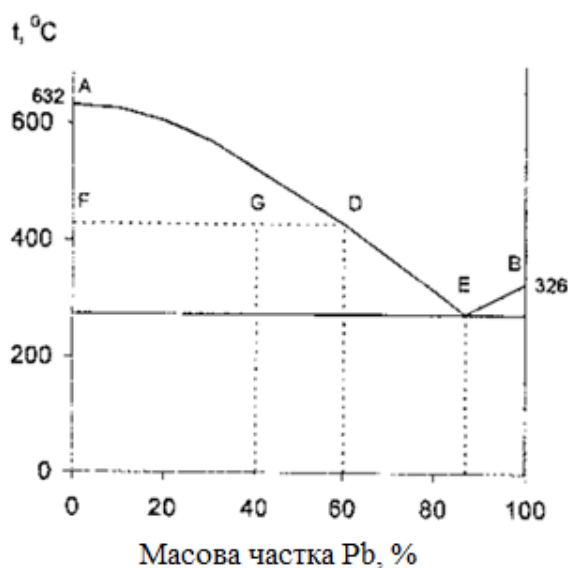
Фазові рівноваги багатокомпонентних систем

Контрольні питання

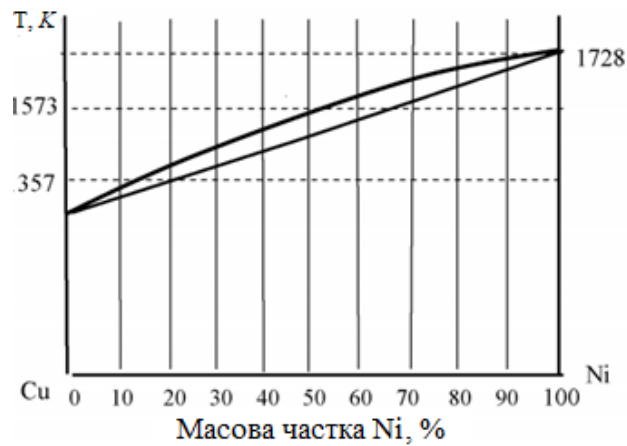
1. Сформулюйте умови фазової рівноваги та виведіть його кількісний вираз.
2. Дайте визначення та наведіть приклади понять: фаза, кількість компонентів, кількість термодинамічних ступенів свободи. Як поділяють рівноважні системи за кількістю ступенів свободи та кількістю компонентів?
3. Запишіть та поясніть правило фаз Гіббса в загальному вигляді, розплавів і розчинів.
4. Як змінюється кількість ступенів свободи системи залежно від кількості фаз і кількості компонентів у ній?
5. У чому відмінність критичної та потрійної точок на діаграмах стану однокомпонентних систем?
6. Поясніть чому під час нагрівання на повітрі лід плавиться, а кристалічний йод сублімується?
7. Запишіть рівняння Клапейрона – Клаузуса. Поясніть його застосування для фазових переходів під час плавлення, поліморфних переходів, випаровування та сублімації.
8. Сутність методу фізико-хімічного аналізу. Термічний фазовий аналіз. Криві охолодження та нагрівання.
9. Основні типи діаграм плавкості двокомпонентних систем.
10. Правило важеля.
11. Зображення фазових діаграм потрійних систем.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Знайти число ступенів свободи в системі, що містить суміш нерозчинених барій хлориду та калій сульфату в воді.
2. Визначити фазовий склад та число ступенів свободи системи, в якій відбувається взаємодія кальцій карбід з водою за стандартних умов.
3. Тиск насиченої пари метанолу за 20 °С складає 12 554 Па, а за 40 °С – 34 551 Па. Розрахувати молярну теплоту та молярну ентропію випаровування метанолу.
4. За температури кипіння бензолу (353,2 К) теплота його випаровування дорівнює 30,208 кДж/моль. Розрахувати тиск насиченої пари за $T_1 = 273$ К та $T_2 = 298$ К.
5. За діаграмою стану системи Sb–Pb визначити масу стибію, що викристалізується під час охолодження до 300 °С 10 кг розплаву з масовою часткою п्लумбуму 25 %.



6. Визначити масу евтектики, що утвориться під час охолодження 2,5 кг сплаву Pb–Sb із вмістом п्लумбуму 60 мас. % до повного затвердіння, якщо евтектичний сплав містить 13 мас. % стибію.
7. Евтектика сплаву «срібло–мідь» має склад 28 мас. % Cu та 72 мас. % Ag. Яка маса евтектики розміщена в 750 г сплаву, що містить 63 % Cu та 37 % Ag?
8. За діаграмою стану визначити кількість фаз та їх приблизний склад за температури 1 573 К у системі, що містить 60 мас. % нікелю та 40 мас. % міді.



Заняття 1.11

Лабораторна робота

Визначення молярної маси неелектроліту кріометричним методом

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 3.1, с. 39 – 43 [1].

Заняття 1.12

Лабораторна робота

Визначення осмотичної концентрації та осмотичного тиску

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 3.3, с. 45 – 46 [1].

Заняття 1.13

Семінар. Розчини. Рівноваги рідина – пара

Контрольні питання

1. Що називають розчином? Поясніть основні теорії розчинів.
2. Поняття розчинності. Як пояснити розчинність одних речовин в інших?
3. Вираження концентрацій розчинів. Як перерахувати масову частку розчину в молярність, молярність і мольну частку розчиненої речовини в розчині.

4. Поясніть поняття «тиск насиченої пари рідини», від яких чинників він залежить? Чому тиск насиченої пари розчину нелеткої речовини менше тиску насиченої пари розчинника?
5. Сформулювати закон Рауля, записати його математичний вираз.
6. Поясніть чому розчини замерзають за іншої температури ніж розчинники. Сформулюйте та запишіть закон Рауля для зниження температури замерзання розчинів. Фізичний зміст кріоскопічної сталої.
7. Як відрізняється температура кипіння розчинів нелетких речовин порівняно з температурою кипіння розчинника? Від яких чинників вона залежить? Фізичний зміст ебуліоскопічної сталої.
8. Що таке осмотичний тиск? Поясніть сутність теорії Вант-Гоффа для осмотичного тиску.
9. Якими законами описується осмотичний тиск? Запишіть їхні математичні вирази.
10. Запишіть математичні вирази закону Рауля для парціальних тисків пари компонентів та загального тиску пари суміші та поясніть їх.
11. Які відхилення від ідеальних розчинів спостерігаються для сумішей різних речовин? Зобразіть графічно залежність загального та парціальних тисків від складу сумішей із позитивним і негативним відхиленням від ідеальних.
12. Сформулюйте закони Коновалова та поясніть їх.
13. Що таке азеотропні суміші та які їхні властивості? Наведіть приклади. Зобразіть та опишіть діаграму «склад – температура» з азеотропною точкою. Опишіть, які зміни будуть відбуватися з сумішшю, якщо тиск підтримувати постійним, а температуру підвищувати. Що буде відганятися під час дистиляції даних сумішей?
14. Запишіть математичний вираз для загального тиску пари суміші нерозчинних одна в одній рідин і поясніть його. Що таке перегонка з водяною парою?

15. Від яких чинників залежить розчинність газів у рідинах? Сформулюйте закон Генрі та запишіть його математичний вираз. В якому разі він може застосовуватись?

Задачі для самостійного розв'язання

1. Амоніак об'ємом 100 л (н. у.) пропустили через 500 г 50 % розчину ортофосфорної кислоти. Визначити мольні частки компонентів утвореного розчину.
2. Розрахувати тиск пари 3 %-го розчину гліцерину в воді за 25 °С. Тиск пари води за цієї температури становить 31,67 гПа.
3. Тиск пари води за 50 °С дорівнює 123,3 гПа. Скільки грам глюкози потрібно розчинити в воді масою 270 г, щоб тиск пари над розчинником знизився на 0,7 гПа?
4. Розрахувати температуру замерзання водного розчину, що містить 50 г етиленгліколю та 500 г води. Кріоскопічна константа води 1,86 К · кг/моль.
5. Яка кількість бензойної кислоти ($C_7H_6O_2$) розчинена в оцтовій кислоті масою 100 г, якщо температура замерзання останньої знизилась на 0,824 °С? Кріоскопічна константа оцтової кислоти 3,9 К · кг/моль.
6. Тиск пари водного розчину глюкози за 100 °С дорівнює 100,9 кПа. Ебуліоскопічна стала води 0,512 К · кг/моль. Розрахувати температуру кипіння розчину.
7. За 20 °С осмотичний тиск розчину, що містить в 1 л 71,19 г невідомої речовини, становить 513,2кПа. Розрахувати відносну молекулярну масу невідомої речовини.
8. За 60 °С тиск пари бензолу і толуолу відповідно дорівнюють 523 гПа та 186 гПа. Суміш даних речовин практично ідеальна. Розрахувати її склад у мольних частках (%), якщо загальний тиск рівноважної з нею пари становить 333 гПа. Який склад пари над цією сумішшю?

9. Коефіцієнт розчинності вуглекислого газу в воді за 30 °С становить 0,738. Розрахувати молярну концентрацію CO₂ в воді (в моль/л), насиченою вуглекислим газом, за цієї температури та тиску 202,6 кПа.
10. За температури 60 °С, під тиском $5,065 \cdot 10^6$ Па молярний об'єм амоніаку дорівнює 467 см³. Розрахувати леткість амоніаку за даних умов.

Заняття 1.14

Лабораторна робота

Визначення швидкості інверсії сахарози

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 3, с. 194 – 199 [2].

Заняття 1.15

Лабораторна робота

Визначення порядку реакції

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 4, с. 200 – 204 [2].

Заняття 1.16

Семінар. Кінетичні характеристики хімічних реакцій. Каталіз

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте поняття «хімічна кінетика». Класифікація хімічних реакцій. Прості та складні, оборотні та необоротні, паралельні, послідовні, спряжені реакції. Навести приклади.
2. Що таке механізм хімічної реакції та елементарний акт реакції?
3. Поясніть поняття «швидкість хімічної реакції». Що таке середня та істинна швидкість хімічної реакції? Як їх визначають?
4. Від яких чинників залежить швидкість хімічної реакції? Наведіть приклади.
5. Охарактеризуйте моно-, бі- та тримолекулярні реакції. Наведіть приклади.

6. Сформулюйте закон діючих мас. Запишіть його математичний вираз для моно-, бі- та тримолекулярні реакцій. Поясніть фізичний зміст константи швидкості хімічної реакції. Від чого вона залежить?
7. Що таке молекулярність реакції? Пояснити на прикладах.
8. Дайте визначення порядку реакції. Навести приклади реакцій нульового, першого, другого, третього та дробних порядків. Записати кінетичні рівняння для реакцій нульового, першого та другого порядків.
9. Які причини незбігу молекулярності та порядку реакції. Навести приклади.
10. Охарактеризуйте методи визначення порядку реакції.
11. Сформулювати правило Вант-Гоффа та записати його математичний вираз. Що показує температурний коефіцієнт швидкості реакції?
12. Поясніть поняття енергії активації та залежність швидкості хімічної реакції від енергії активації. Рівняння Арреніуса.
13. Як розраховують енергію активації?
14. Що таке каталіз. Навести приклади гомогенного та гетерогенного каталізу.
15. Поясніть механізм каталізу. Як впливає каталізатор на енергію активації?
16. У чому проявляється специфічність і вибірковість каталізатора? Що таке інгібітори та де їх використовують? Навести приклади.
17. Охарактеризуйте ланцюгові реакції.
18. Які реакції називають фотохімічними? Як їх класифікують? Наведіть приклади.
19. Що таке хемілюмінісценція? Навести приклади хімічних реакцій, що супроводжуються цим явищем.

Задачі для самостійного розв'язання

1. У скільки разів збільшиться швидкість реакції під час збільшення температури від 100 °С до 150 °С, якщо температурний коефіцієнт реакції дорівнює 3?
2. Швидкість деякої реакції під час охолодження з 60 °С до 30 С° зменшилась у 8 разів. Розрахувати температурний коефіцієнт реакції.
3. Визначити порядок реакції та середнє значення константи швидкості реакції гідролізу етилметилового ефіру, якщо для нейтралізації однакових частин реагуючої суміші витрачений такий об'єм розчину NaOH молярної концентрації 0,05 моль/л:

час, хв.	0	30	60	120	∞
об'єм NaOH, мл	12,7	13,81	14,73	16,31	20,22.

4. Хімічне перетворення пероксиду бензоїлу за 333 К відбулося за 10 хв на 75,2 %. Розрахувати константу швидкості.
5. У посудину об'ємом 10 л ввели 2 моля газоподібної речовини А та 3 моля газоподібної речовини В. Визначити співвідношення швидкостей реакції $A_{(г)} + B_{(г)} = C_{(г)}$ у початковий момент і в момент, коли прореагувала половина речовини А.
6. Для реакції першого порядку період напіврозпаду дорівнює 1 000 с. Визначити, за який час розкладеться 90 % вихідної речовини.
7. Визначить частку нітроген(V) оксиду, що розклалась за 2 години, якщо константа швидкості дорівнює $0,002 \text{ хв}^{-1}$, а процес розкладу є мономолекулярним.
8. Ізотоп йод-131 має період напіврозпаду 8,1 доба. Скільки часу повинно пройти, щоб кількість радіоактивного йоду зменшилася в 100 раз?
9. Розрахувати енергію активації та кількість речовини, що прореагує через 45 хв для простої реакції розкладу 2 моля нітроген(II) оксиду до азоту та кисню, якщо відомо: $T_1 = 1\,525,2 \text{ К}$, $k_1 = 47\,059$; $T_2 = 1\,251,4 \text{ К}$, $k_2 = 1\,073$; $C_{\text{вих.}}(\text{NO}) = 2,83 \text{ моль/л}$.

План
лабораторних і семінарських занять
із дисципліни «Фізична та колоїдна хімія»
семестр IV

№ пор.	Тема заняття	Кількість годин	Кількість балів
1.	Визначення залежності питомої та молярної електропровідності від концентрації розчину (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
2.	Визначення рН розчину потенціометричним методом (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
3.	Властивості розчинів електролітів (<i>семінар</i>)	4	2
4.	Визначення константи дисоціації слабкого електроліту та ДР важкорозчинної солі (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
5.	Визначення ЕРС гальванічного елемента (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
6.	Процеси на електродах під час проходження електричного струму (<i>семінар</i>) КР	4	2 + 8
7.	Визначення поверхневого натягу розчинів (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
8.	Визначення адсорбції ПАР твердим адсорбентом із розчину (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
9.	Седиментаційний аналіз мікрогетерогенних систем. Визначення солюбілізуювальної здатності КПАР турбідиметричним методом (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
10.	Отримання емульсій та пін, дослідження їхніх властивостей (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
11.	Поверхневі явища та кінетичні властивості дисперсних систем (<i>семінар</i>) КР	4	2 + 8
12.	Отримання дисперсних систем і дослідження їхніх властивостей (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
13.	Коагуляція та стабілізація гідрозолів (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
14.	Визначення кінетики набухання ВМС (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
15.	Визначення ізоелектричної точки білка (<i>лабораторна робота</i>)	4	2
16.	Стійкість колоїдних систем. Розчини ВМС (<i>семінар</i>) КР	4	2 + 8
	<i>Тестування за темами лекцій (атестація)</i>	2	4
	Екзамен	2	40
	<i>Разом</i>	68	100

Заняття 2.1

Лабораторна робота

Визначення залежності питомої та молярної електропровідності від концентрації розчину

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 4.1, с. 53 – 55 [2].

Заняття 2.2

Лабораторна робота

Визначення рН розчину потенціометричним методом

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 6.1, с. 92 – 93 [2].

Заняття 2.3

Семінар. Властивості розчинів електролітів

Контрольні питання

1. Що називається електролітичною дисоціацією? Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса.
2. Пояснити зміст ізотонічного коефіцієнта Вант-Гоффа.
3. Пояснити процес сольватації іонів. Що таке активність іонів, які види активності існують?
4. Охарактеризуйте поняття іонна сила розчину.
5. Сформулюйте основні положення теорії Дебая – Гюккеля.
6. Що називається іонною атмосферою? Яка її будова?
7. Запишіть рівняння Дебая – Гюккеля для розрахунку коефіцієнтів активності.
8. Що таке термодинамічна константа дисоціації? Які методи її визначення?
9. Сформулюйте основні положення теорії електролітичної дисоціації М. А. Ізмайлова.

10. Охарактеризуйте кислотно-основну взаємодію за теорією Бренстеда.
11. Що називається питомою електричною провідністю, та від яких чинників вона залежить? Поясніть графік її залежності від концентрації сильних і слабких електролітів.
12. Що називається молярною електричною провідністю? Як вона пов'язана з питомою електричною провідністю? Поясніть графік її залежності від концентрації сильних і слабких електролітів. Поясніть рівняння Кольрауша.
13. Що називається еквівалентною електричною провідністю? В чому її відмінність від молярної електричної провідності?
14. Поясніть поняття «абсолютна рухливість іонів» та від чого вона залежить? Пояснити особливості рухливості іонів H_3O^+ та OH^- .
15. Охарактеризуйте електрофоретичний та релаксаційний ефекти.
16. У чому полягають ефекти Віна та Дебая – Фалькенгагена?
17. Поясніть закон Онзагера.
18. Що називається числами переносу іонів, як вони пов'язані з рухливостями іонів?

Задачі для самостійного розв'язання

1. Розрахувати уявний ступінь дисоціації розчину хлороводневої кислоти з молярною концентрацією 0,5 моль/л, якщо рН дорівнює 0,37.
2. Скільки мл розчину оцтової кислоти концентрацією 0,2 моль/л потрібно додати до 50 мл розчину ацетату натрію з концентрацією 0,25 моль/л, щоб рН отриманого розчину дорівнювала 6?
3. Визначити коефіцієнт активності та активність йонів Na^+ в розчині, що містить 0,01 моля NaCl 0,01 моля CuCl_2 та 0,002 моля ZnSO_4 в 1 кг води.
4. Розрахувати середній коефіцієнт активності K_2SO_4 в розчині, що містить 0,001 моля K_2SO_4 та 0,002 моля MgCl_2 в 1 кг води.
5. Розчин, що містить 17,4 мас. % MgSO_4 , за 298 К має густину 1,19 г/см³ і питому електропровідність 580,8 См/м. Визначити еквівалентну і мольну електропровідність розчину.

6. Розрахувати еквівалентну електропровідність 0,06 н. розчину етиламіну ($C_2H_5NH_3OH$), якщо його питома електропровідність 0,1312 См/м, а еквівалентна електропровідність за нескінченного розведення $232,6 \cdot 10^{-4}$ См \cdot м²/моль. Знайти концентрацію йонів OH^- , ступінь та константу дисоціації етиламіну.
7. За 25 °С питома електрична провідність води дорівнює $5,5 \cdot 10^{-8}$ См/см. Рухливість йонів H^+ та OH^- за цієї температури відповідно дорівнюють 349,8 та 197,6 См \cdot см²/моль. Розрахувати ступінь дисоціації та йонний добуток води.
8. Питомий опір розчину кальцій хлориду з масовою часткою 10 % за 18 °С дорівнює 8,764 Ом \cdot см, густина розчину 1,0852 г/см³. Розрахувати уявний ступінь дисоціації кальцій хлориду в цьому розчині та концентрації йонів кальцію та хлору, $\lambda_{\infty} = 116,5$ См \cdot см²/моль.

Заняття 2.4

Лабораторна робота

Визначення константи дисоціації слабого електроліту та ДР важкорозчинної солі

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 4.8, с. 79–84 [1].

Заняття 2.5

Лабораторна робота

Визначення ЕРС гальванічного елемента

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 5, с. 205–210 [3].

Заняття 2.6

Семінар. Процеси на електродах під час проходження електричного струму

Контрольні питання

1. Що таке електрохімічні процеси та які умови їхнього проходження? Охарактеризувати оборотні та необоротні електрохімічні елементи.
2. Що таке електрорушійна сила елемента. Від яких чинників вона залежить та яким чином пов'язана з термодинамічними характеристиками? Стандартна ЕРС.
3. Наведіть правила запису електрохімічних елементів.
4. Що являють собою внутрішній, зовнішній і поверхневий потенціали. Які потенціали належать до гальвані- та вольта-потенціалів?
5. Що називається подвійним електричним шаром? Які причини його виникнення? Пояснити схему будови ПЕШ.
6. Запишіть рівняння Нернста для електродного потенціалу. Що таке стандартний електродний потенціал, від яких чинників він залежить?
7. Охарактеризуйте основні типи електродів.
8. Наведіть рівняння електрохімічних процесів і вирази для електродних потенціалів електродів першого та другого роду.
9. Поясніть механізм роботи мембранних електродів на прикладі скляного електрода.
10. Які типи електрохімічних кіл існують? Наведіть рівняння для ЕРС цих елементів.
11. Що таке дифузний потенціал та які причини його виникнення?
12. Що таке хімічні джерела струму? На які типи вони поділяються та якими параметрами характеризуються? Наведіть приклади ХДС і поясніть принцип їхньої роботи.
13. Що собою являють паливні елементи? Пояснити принцип роботи декількох видів паливних елементів.
14. Поясніть різницю між електродними реакціями у рівноважних і нерівноважних процесах.
15. Сформулюйте закони Фарадея та запишіть їхні математичні вирази.

16. Охарактеризуйте такі поняття: «поляризація електродів», «струм обміну», «поляризаційна крива».
17. Що таке електродна перенапруга? Які види перенапруги існують та чим вони зумовлені?
18. Що називається напругою розкладання? Що таке перенапруга?
19. Пояснити перенапругу виділення водню.
20. Охарактеризувати кінетику виділення кисню під час електролізу.
21. Навести основні принципи процесу електрохімічного виділення металів.
22. Пояснити основні процеси, що відбуваються під час електрохімічної корозії, та які існують засоби захисту від неї.

Задачі для самостійного розв'язання

1. За 25 °С потенціал мідного електрода, зануреного в розчин $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ з активністю іонів купруму 0,0202, дорівнює 0,29 В. Обчислити стандартний електродний потенціал міді щодо стандартного водневого електрода.
2. Потенціал нікелевого електрода в розчині сульфату нікелю за 25 °С дорівнює $-0,275$ В. Розрахувати активність йонів нікелю в розчині.
3. Дані електроди Zn/Zn^{2+} ($a = 0,3$) та Mn/Mn^{2+} ($a = 0,5$). Розрахувати їхні електродні потенціали за 25 °С та ЕРС елемента. Записати схему ланцюга та рівняння електродних процесів і реакцію, що відбувається в елементі.
4. ЕРС елемента $\text{Ag}|\text{AgBr}, \text{KBr} (a_{\pm} = 0,085)||\text{AgNO}_3 (a_{+} = 0,072)|\text{Ag}$ за 25 °С дорівнює 0,602 В. Розрахувати добуток розчинності та розчинність AgBr .
5. За величинами стандартних електродних потенціалів визначити чи можуть відбуватися такі процеси у водному розчині за 25 °С:
 - а) $\text{FeCl}_2 + \text{Sn} \rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{Fe}$;
 - б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{Ag} \rightarrow 2 \text{AgNO}_3 + \text{Cu}$;
 - в) $2 \text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 \rightarrow 2 \text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$.
6. Через розчин натрій сульфату впродовж 10 хв пропускали електричний струм силою 0,5 А. Які продукти та в яких кількостях виділяться на

платинових електродах, якщо катодний та анодний простори розділені діафрагмою?

7. Під час проходження струму через розчин натрій гідроксиду впродовж 2 хв при 18 °С та тиску виділився водень об'ємом 30 мл. Знайти силу струму.
8. За електролізу розчину аргентум нітрату з молярною концентрацією 0,05 моль/л на катоді виділилося срібло масою 0,3482 г. Зменшення аргентум нітрату в катодному просторі за розрахунку на срібло становила 0,1858 г. Розрахувати числа переносу для іонів Ag^+ та NO_3^- .

Заняття 2.7

Лабораторна робота

Визначення поверхневого натягу розчинів

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 9.1–9.2, с. 158–161 [2].

Заняття 2.8

Лабораторна робота

Визначення адсорбції ПАР твердим адсорбентом із розчину

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 6.2, с. 113–115 [1].

Заняття 2.9

Лабораторна робота

Седиментаційний аналіз мікрогетерогенних систем. Визначення солюбілізувальної здатності КПАР турбідиметричним методом

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 7.6; 7.7 (дослід 4), с. 153–166 [1].

Заняття 2.10

Лабораторна робота

Отримання емульсій і пін, дослідження їхніх властивостей

Опрацювати лабораторні роботи № 7.3 та 7.4, с. 145–149 [1].

Заняття 2.11

Семинар. Поверхневі явища

та кінетичні властивості дисперсних систем

Контрольні питання

1. Що таке поверхневий натяг і від чого він залежить? Які методи вимірювання поверхневого натягу ви знаєте?
2. Охарактеризуйте поняття адсорбції та хемосорбції. Від яких чинників залежить адсорбція на поверхні поділу двох фаз?
3. Запишіть рівняння Гіббса для адсорбції. Що таке поверхнева активність? Які речовини називаються поверхнево-активними?
4. Поясніть теорію адсорбції Ленгмюра?
5. Адсорбція на поверхні твердих адсорбентів. Наведіть рівняння Фрейндліха. Як знайти константи рівняння Фрейндліха?
6. У чому полягає теорія адсорбції Поляні?
7. Основні положення теорії адсорбції БЕТ. Як знайти константи рівняння БЕТ?
8. Як впливає кривизна поверхні та природа рідини на її внутрішній тиск? Які причини підняття (опускання) рідин у капілярах?
9. Охарактеризуйте адсорбцію електролітів. Які чинники впливають на вибірковість адсорбції?
10. Що таке іонно-обмінна адсорбція, який її механізм?
11. Що називають адгезією та змочуванням? Які параметри використовують для їх кількісного оцінювання?

12. Що таке крайовий кут змочування? Як його визначають?
13. Дайте характеристику та наведіть приклади гідрофільних і гідрофобних поверхонь.
14. Який кількісний взаємозв'язок між броунівським рухом часток і тепловим рухом молекул середовища?
15. Як можна визначити розміри дисперсних частинок або концентрацію їх у лізолях за осмотичним тиском?
16. Що називають седиментацією? Чи можлива седиментація агрегативно стійкої колоїдної системи?
17. Охарактеризуйте методи дисперсійного аналізу. Зазначте сфери їхнього застосування.
18. Які умови дотримання закону Стокса під час седиментації? Які відхилення спостерігаються під час недотримання цих умов?
19. Що називають константою седиментації і що вона характеризує? Напишіть вираз для константи седиментації сферичних частинок, якщо осадження їх підкоряється закону Стокса.
20. Що таке інтегральна та диференціальна крива розподілу частинок за розмірами? Як змінюється вигляд кривих розподілу через наближення полідисперсної системи до монодисперсної?
21. Які оптичні властивості має колоїдна система? Що таке оптична густина?
22. Які оптичні явища спостерігаються під час падіння світла на дисперсну систему?
23. У чому полягає явище світлорозсіювання? Напишіть рівняння Релея.
24. Як визначити середній радіус часток золю за допомогою ультрамікроскопа? Для яких дисперсних систем застосовується цей метод? Які характеристики дисперсних систем можуть бути визначені цим методом?
25. Охарактеризуйте методи нефелометрії та турбідиметрії? Які рівняння використовуються для визначення характеристик розсіювання світла?

Задачі для самостійного розв'язання

1. Обчисліть поверхневий натяг води за 20 °С методом підрахунки крапель, якщо діаметр капіляра 5,05 мм, а 10 крапель води мають об'єм 1,176 мл. Густина води дорівнює 1 г/мл.
2. Визначте діаметр трубки капіляра, якщо хлороформ піднімається в ній на 19,3 мм. Поверхневий натяг хлороформу одно $27,24 \cdot 10^{-3}$ Н/м, густина хлороформу становить $1,48 \cdot 10^3$ кг/м³.
3. За експериментальними даними температурної залежності поверхневого натягу знайти температурний коефіцієнт.

Температурна залежність поверхневого натягу

Т, К	288	293	298	303	308
$\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ²	73,1	72,3	71,7	70,9	70,1

4. Обчислити радіус молекули та молекулярну масу мальтози в розчині, якщо коефіцієнт дифузії для істинного розчину мальтози за 25 °С дорівнює 0,404 см²/добу, а густина мальтози 1,5 г/см³. В'язкість води за стандартної температури дорівнює $9 \cdot 10^{-4}$ Па · с.
5. Діаметр частинок суспензії дорівнює $2,3 \cdot 10^{-5}$ см, а густина їх дорівнює 1,2 г/см³. Обчислити висоту, на якій часткова концентрація суспензії за температури 17 °С зменшується в 2 рази.
6. Обчислити осмотичний тиск золю золота за 25 °С, концентрація якого дорівнює 0,5 %, радіус частинок $0,5 \cdot 10^{-5}$ см, а густина 19 г/см³.
7. За експериментальними даними адсорбції вуглекислого газу на цеоліті за 293 К графічно визначте константи рівняння Ленгмюра та побудуйте ізотерму адсорбції Ленгмюра.

$p \cdot 10^{-2}$, Н/м ²	1,0	10,0	75,0	200,0
$A \cdot 10^3$, кг/кг	35,0	112,0	174,0	188,0

8. Розрахувати адсорбцію масляної кислоти на поверхні водного розчину з повітрям за 293 К та концентрації 0,5 моль/л, якщо залежність поверхневого натягу від концентрації виражається рівнянням Шишковського: $\sigma = \sigma_0 - 16,7 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(1 + 21,5 \cdot C)$.

Заняття 2.12

Лабораторна робота

Коагуляція та стабілізація гідрозолів

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 7.2, с. 140–145 [1].

Заняття 2.13

Лабораторна робота

Отримання дисперсних систем і дослідження їхніх властивостей

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 7.1, с. 133–139 [1].

Заняття 2.14

Лабораторна робота

Визначення кінетики набухання ВМС

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 8.1 (дослід 1), с. 172–175 [1].

Заняття 2.15

Лабораторна робота

Визначення ізоелектричної точки білка

Опрацювати матеріал до лабораторної роботи № 8.4, с. 181–183 [1].

Заняття 2.16

Семінар. Стійкість колоїдних систем. Розчини ВМС

Контрольні питання

1. Що називається електрокінетичними явищами та які причини їх виникнення.

2. Що являє собою подвійний електричний шар на міжфазовій поверхні та які причини його утворення в різних дисперсних системах?
3. Яка будова ПЕШ згідно з теоріями Гельмгольца, Гуї, Чепмена та Штерна?
4. Напишіть рівняння реакції отримання золя AgBr з негативно зарядженими колоїдними частинками. Наведіть схему та формулу міцели, назвіть її складові частини.
5. Що таке термодинамічний та електрокінетичний потенціал? Чим вони відрізняються та як залежать від концентрації електроліту в середовищі?
6. Від яких чинників залежить величина поверхневого та електрокінетичного потенціалів?
7. Поясніть явище перезарядження поверхні.
8. Охарактеризуйте методи визначення електрокінетичного потенціалу та розрахунок електрофоретичної швидкості. Наведіть рівняння Гельмгольца – Смолуховського.
9. Яке практичне застосовуються електрокінетичних явищ?
10. Що називається коагуляцією та якими способами можна її викликати? Що називають швидкою та повільною коагуляцією?
11. Які параметри дисперсної системи впливають на швидкість коагуляції частинок відповідно до теорії Смолуховського?
12. Що називається порогом коагуляції? Як він залежить від величини заряду іона-коагулятора? Правило Шульце – Гарді.
13. Охарактеризуйте найбільш поширені теорії коагуляції.
14. Які основні положення теорії ДЛФО? Що називають розклинювальним тиском і причини його виникнення? Назвіть складові розклинювального тиску. Яке розходження між нейтралізаційною та концентраційною коагуляцією ліофобних золів електролітами?
15. Як відбувається коагуляція під час дії на золь сумішей електролітів?
16. Що таке колоїдний захист? Наведіть приклади. Що називають «золотим числом»?

17. Що називається поверхнево-активними речовинами та як їх класифікують?

18. Чим відрізняються колоїдні ПАР від істинно розчинних? Що називають критичною концентрацією міцелоутворення та які чинники впливають на неї?

19. Яким чином орієнтуються молекули ПАВ у міцелах, що утворюються в полярному й неполярному середовищах? Від чого залежить форма міцел у розчинах колоїдних ПАР?

20. Що таке солюбілізація? Чим обумовлене це явище? Яке його практичне значення?

21. Які особливості розчинення полімерів? Який процес називається набуханням та чим воно характеризується?

22. Яке практичне застосування полімерних розчинів? Розгляньте чинники, що забезпечують агрегативну стійкість дисперсних систем під час стабілізації їх полімерами.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Визначити ζ -потенціал для суспензії кварцу у воді. Під час електрофорезу частинки переміщуються до анода: зміщення склало $5 \cdot 10^{-4}$ м за 180 с, градієнт напруги зовнішнього поля $E = 100$ В/м, діелектрична проникність середовища $\varepsilon = 81$, електрична стала $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, в'язкість середовища $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м².

2. Обчислити швидкість електрофорезу колоїдних частинок берлінської лазурі у воді, якщо ζ -потенціал становить 0,058 В, напруженість зовнішнього електричного поля $E = 5 \cdot 10^{-2}$ В/м, в'язкість середовища $\eta = 10^{-3}$ Н · с/м², діелектрична проникність середовища $\varepsilon = 81$, електрична стала $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

3. Визначити електрокінетичний потенціал на межі розподілу фаз «керамічний фільтр – водний розчин KCl», якщо під час продавлювання розчину під тиском $2 \cdot 10^4$ Па потенціал течії склав $6,5 \cdot 10^{-3}$ В. Питома електропровідність

середовища $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{ м}^{-1}$, в'язкість $10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{ с}$, відносна діелектрична проникність 80,1.

4. До 15 мл 0,04 н водного розчину AgNO_3 додали 8 мл 0,05 н розчину KJ . Напишіть формулу міцели отриманого золю. Як буде заряджена частинка?

5. Для коагуляції $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ золю AgJ потрібно $0,45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ розчину $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Молярна концентрація електроліту дорівнює 0,05 кмоль/м³. Розрахувати поріг коагуляції електроліту.

6. Як зміниться поріг коагуляції, якщо для коагуляції $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ золю AgJ замість $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ KNO_3 з концентрацією 1,0 кмоль/м³ взяти $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ з еквівалентною концентрацією 0,1 кмоль/м³?

7. Експериментально встановлено, що додавання до 10 мл золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ з позитивним знаком заряду колоїдної частинки 0,4 мл 0,25 %-го розчину желатину захищає золь від коагуляції під час додавання 1,5 мл розчину Na_2SO_4 з концентрацією 0,005 н. Розрахувати золоте число та пояснити механізм захисної дії.

8. У скільки разів зменшується загальна кількість часток ($v\Sigma$) диму через 1, 10 і 100 с після початку коагуляції? Середній радіус часток $r = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}$, концентрація $1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$, густина $\rho = 2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Константа швидкості швидкої коагуляції за Смолуховським $K_{ш} = 3 \cdot 10^{-16} \text{ м}^3/\text{с}$.

9. Визначте в'язкість золю Al_2O_3 , якщо концентрація дисперсної фази золю дорівнює: а) 8 % (мас.); б) 8 % (об.). Частинки мають сферичну форму, густина $\text{Al}_2\text{O}_3 - 4,0 \text{ г/см}^3$. В'язкість і густина дисперсного середовища відповідно $1 \text{ мПа} \cdot \text{ с}$ і 1 г/см^3 . Знайдіть відносне збільшення в'язкості.

Список літератури

1. Фізична та колоїдна хімія. Лабораторний практикум : навч. посіб. / В. І. Кабачний та ін. ; за ред. В. І. Кабачного. – Харків : Золоті сторінки, 2004. – 200 с.
2. Практикум з фізичної та колоїдної хімії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / М. П. Вовкотруб, С. Ю. Смик, Р.С. Бойко ; за ред. М. П. Вовкотруба – 2010. – 259 с. – Режим доступу : <https://lpcollege.com.ua/e-library/get-file/praktikum-z-fizichnoj-ta-kolojdnoj-himij> (дата звернення: 21.02.2022).
3. Лебедев С. Ю. Фізична хімія : навч. посіб. / С. Ю. Лебедев. – Суми : СумДУ, 2012. – 240 с.
4. Кузнєцов А. А. Збірник задач з фізичної хімії / А. А. Кузнєцов, А. П. Авдєєнко, О. Г. Філенко. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – 240 с.
5. Климов И. И. Сборник задач и вопросов по физической и коллоидной химии / И. И. Климов, А. И. Филько. – Москва : Просвещение, 1983. – 176 с.
6. Захарченко В. Н. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии / В. Н. Захарченко. – Москва : Просвещение, 1978. – 175 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до лабораторних і семінарських занять
із дисципліни «**Фізична та колоїдна хімія**»
для студентів спеціальності *102 «Хімія»*
денної форми навчання

Відповідальний за випуск І. Л. Лебединський
Редактор Н. М. Мажуга
Комп'ютерне верстання Т. М. Загородньої

Підписано до друку 05.05.2022.
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 2,44 . Обл.-вид. арк. 2,07. Тираж 5 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.