

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи

Павленко В.О.

« 08 » 05 2019 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки  
спеціальність 102 Хімія  
освітній рівень Бакалавр  
освітня програма Хімія  
Вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2019-2020  
Семестр четвертий  
Кількість кредитів 9  
Мова викладання, навчання  
та оцінювання українська  
Форма заключного  
контролю письмовий іспит

Викладачі: проф. Іщенко О.В., проф. Олексенко Л.П., доц. Гайдай С.В., доц. Діюк В.Є., доц. Болдирева О.Ю., доц. Яцимирський А.В., доц. Усенко Н.І., доц. Роїк О.С.

Пролонговано: на 2020/2021 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 2021/2022 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ – 2019

Розробники:

д.х.н., проф. Іщенко О.В.,  
к.х.н., доц. Гайдай С.В.,  
к.х.н., доц. Усенко Н.І.  
к.х.н., доц. Діюк В.Є.  
д.х.н., доц. Роїк О.С.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав.кафедри фізичної хімії




( Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від « 9 » 04 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол № 4 від « 08 » 05 2019 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  (Роїк О.С.)  
« 08 » 05 2019 року

Протокол № від « » 2020 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Роїк О.С.)

**1. Мета дисципліни** – засвоєння студентами системи теоретичних уявлень стосовно основних фізико-хімічних законів, що визначають стан хімічних систем, та практичних умінь в галузі дослідження фізико-хімічних параметрів хімічних процесів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**

Даний курс базується на знаннях курсу неогранічної хімії (класи неорганічних сполук, теорія електролітичної дисоціації, будова атома), фізики (газові закони, будова атома, електрика, магнетизм) і математики (рівняння і системи рівнянь, дії зі ступенями і коренями, середні величини, натуральні та десяткові логарифми, пропорційність, функції та їх графіки, диференціали, інтеграли). Матеріал дисципліни є основою для вивчення аналітичної, органічної, колоїдної хімії, а також ряду дисциплін за профілем майбутньої спеціальності.

**3. Анотація навчальної дисципліни**

Курс складається з лекційних та практичних занять, а також лабораторних робіт з основних розділів фізичної хімії, а саме: хімічної термодинаміки, фізхімії розчинів та розчинів електролітівта, хімічної рівноваги, фазової рівноваги. Матеріал розбитий на 3 модулі, вивчення кожного з яких закінчується написанням модульної контрольної роботи. В результаті вивчення навчальної дисципліни студент навчиться формулювати, розуміти фізичний зміст та математичний запис основних фізико-хімічних законів, застосовувати основні фізико-хімічні закони для пояснення тих чи інших особливостей та умов стану хімічних систем, для практичних розрахунків різноманітних фізико-хімічних характеристик хімічних процесів, а також експериментально ці характеристики визначати. Дисципліна “Фізична хімія” вивчається після засвоєння основ фізики, математики, а також основ загальної та неорганічної хімії. Курс є базовим для вивчення таких нормативних дисциплін як “Фізична хімія процесів”, “Колоїдна хімія”, “Фізичні методи дослідження в хімії”, та всіх спецкурсів кафедри фізичної хімії.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- ознайомити студентів із законами хімічної термодинаміки, закономірностями управління хімічними рівновагами;

- ознайомити студентів із математичним описанням властивостей хімічних систем: розчинів електролітів і неелектролітів, дисперсних систем, окисно-відновних і електрохімічних систем;

- сформувати у студентів основні навички та вміння роботи у фізико-хімічній лабораторії та проведення експериментів.

Зміст курсу входить в обов’язковий мінімум професійних знань хіміка. Знання основних законів хімії, розуміти їх, виконувати розрахунки, прогнозувати можливий характер хімічних процесів і властивості одержаних сполук, а також наявність відповідних навичок та вмиле володіння технікою проведення експерименту є необхідними умовами успішної професійної діяльності в будь-якій галузі застосування хімії.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результати навчання		Форма (та/або методи і технології) викладання і навчання)	Методи оцінювання* та порогів критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результати навчання			
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати та розуміти основи хімії та суміжних галузей знань.	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ	10
1.2	Знати хімічну термінологію	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ	10
1.3	Знати основи планування та	Лекції, лаборатор-	ПКК, ПТК,	5

	проведення хімічних експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів	ний практикум, самостійні роботи	<i>ОДР, ПЕ</i>	
<b>1.5</b>	Знати основи термодинаміки і застосовувати їх для рішення практичних задач.	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>10</b>
<b>2. Вміння</b>				
<b>2.1</b>	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей.	Лабораторний практикум	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	Використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	Лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	Вміти описувати хімічні дані у символічному вигляді	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	Вміти працювати самостійно або в групі, отримувати результат у межах обмеженого часу.	Лабораторний практикум	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>5</b>
<b>2.5</b>	Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.	Лабораторний практикум	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>5</b>
<b>3. Комунікація</b>				
<b>3.1</b>	Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.	Лекції, лабораторний практикум	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>5</b>
<b>4. Автономність та відповідальність</b>				
<b>4.1</b>	Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища	Лекції, лабораторний практикум	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	Лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПКК, ПТК, ОДР, ПЕ</i>	<b>10</b>

*\*письмові курсові колоквиуми (ПКК)*

*групові письмові тематичні контрольні роботи (ПТК)*

*обов'язкові домашні (самостійні) роботи (ОДР)*

*письмовий екзамен (ПЕ)*

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Результати навчання дисципліни(код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1	4.2
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>														
<b>Знання</b>														
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань.	+	+	+	+										
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії.	+	+					+	+						
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді.	+	+	+				+	+						
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів.	+													
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики				+										
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин										+				
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ								+						
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку										+				
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів											+			
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів.	+													+
Знання основних принципів термодинаміки та кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач.	+													
<b>Уміння</b>														
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї.	+													
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей.						+								

Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.							+								
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.						+	+								
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.								+	+						
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+														
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.															
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.		+													
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.						+			+						
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.												+			
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.															
<b>Комунікація</b>															
Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.														+	
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.															+
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.							+								
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.												+			
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.												+			
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.							+						+		
<b>Автономія та відповідальність</b>															

Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.																					+		
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.																							+
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.																						+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.																							+

### **7. Схема формування оцінки**

**Оцінка за дисципліну =  $\Sigma$  балів змістовних модулів + бали за письмовий екзамен**

#### **7.1. Форми оцінювання студентів:**

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми **1 – 3**, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми **4 – 5**, у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – теми **6 – 7**. Обов'язковим для заліку є виконання і захист всіх лабораторних работ, а також написання на позитивну (60% від максимуму) оцінку всіх модульних контрольних робіт та перевірочних робіт із розв'язання задач.

**Форми поточного контролю:** оцінювання 1) експериментальної лабораторної роботи, 2) поточних контрольних та перевірочних робіт, 3) домашніх розрахункових робіт та самостійних завдань; 4) активності на семінарах.

**Модульний контроль:** написання трьох модульних контрольних робіт.

**Умови допуску до підсумкового екзамену:** сумарна кількість балів за формами поточного контролю не менше **36**.

**Підсумковий контроль:** письмовий іспит – **40 балів (ПЕ)**

#### **7.2. Організація оцінювання:**

**Змістовий модуль 1** включає в себе **8 лекцій (16 год.)**, **5 практичних занять (10 год.)**, **5 лабораторних роботи (20 год.)**.

Розрахунок максимальної кількості балів за *змістовий модуль 1* наведено у наступній таблиці:

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах (максимально)	Сумарна кількість балів	
				макс.	мін.
Модульна контрольна робота	Обов'язковий	1	9	<b>9</b>	<b>5</b>
Експериментальна лабораторна робота	Обов'язковий	2	1,5	<b>3</b>	<b>2</b>
Поточна контрольна робота із розв'язання задач	Обов'язковий	1	4	4	2
Домашня самостійна робота	Бажаний	8	0,5	4	2
Активність студента: усні відповіді, доповнення	Бажаний	6	0,5	3	1
<b>Максимальна сума балів за модуль</b>				<b>23</b>	

**Змістовий модуль 2** включає в себе **7** лекцій (**14** год.), **5** практичних заняття (**10** год.), **5** лабораторних робіт (**20** год.).

Розрахунок максимальної кількості балів за **змістовий модуль 2** наведено у наступній таблиці:

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах (максимально)	Сумарна кількість балів	
				макс.	мін.
Модульна контрольна робота	Обов'язковий	1	8	<b>8</b>	<b>5</b>
Експериментальна лабораторна робота	Обов'язковий	5	1,5+0,5	<b>8</b>	<b>5</b>
Поточна контрольна робота із розв'язання задач	Обов'язковий	1	2	2	1
Домашня самостійна робота	Бажаний	2	0,5	1	1
Активність студента: усні відповіді, доповнення	Бажаний	2	0,5	1	1
<b>Максимальна сума балів за модуль</b>				<b>20</b>	

**Змістовий модуль 3** включає в себе **6** лекцій (**12** год.), **5** практичних занять (**10** год.), **6** лабораторних роботи (**24** год.).

Розрахунок максимальної кількості балів за **змістовий модуль 3** наведено у наступній таблиці:

Вид виконаної роботи	Тип діяльності	Кількість виконаних робіт	Вартість однієї роботи в балах (максимально)	Сумарна кількість балів	
				макс.	мін.
Модульна контрольна робота	Обов'язковий	1	8	<b>8</b>	<b>5</b>
Експериментальна лабораторна робота	Обов'язковий	4	1,5	<b>6</b>	<b>4</b>
Поточна контрольна робота із розв'язання задач	Обов'язковий	1	2	2	1
Домашня самостійна робота	Бажаний	1	1	1	0
<b>Максимальна сума балів за модуль</b>				<b>17</b>	

*До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Фізична хімія" (а саме, написання поточних контрольних робіт та модульних контрольних робіт, виконання 11 експериментальних лабораторних робіт) і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю **отримав за три змістові модулі сумарну оцінку в балах не менше 36 балів.***

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.



### 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно/Excellent</b>	<b>90-100</b>
<b>Добре/Good</b>	<b>75-89</b>
<b>Задовільно/Satisfactory</b>	<b>60-74</b>
<b>Незадовільно / Fail</b>	<b>0-59</b>
<b>Зараховано/ Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано/ Fail</b>	<b>0-59</b>

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	практ	лаб. роб.	сам. роб
<b>Змістовий модуль 1. Основи хімічної термодинаміки. Термодинаміка однокомпонентних систем</b>					
1	Вступ. Місце фізичної хімії в системі наук. Основні поняття термодинаміки.	2			
2	Перше начало термодинаміки. Термодинаміка різних процесів в ідеальному газі	2	4		4
3	Термохімія. Залежність теплових ефектів хімічних реакцій від температури	2	2	4	2
4	Ентропія. Обчислення її змін в різних процесах	2	4		8
5	Вільна енергія. Методи обчислення та фізичний зміст	2	2		16
6	Друге начало термодинаміки. Оборотні та необоротні процеси з погляду другого начала термодинаміки	2			8
7	Термодинаміка фазових переходів. Діаграми стану однокомпонентних систем	2	4	4	4
8	Реальні гази. Рівняння стану реальних газів. Термодинамічні функції реальних газів.	2			8
9	Леткість та методи її визначення	2			10
10	Фізхімія конденсованого стану однокомпонентних систем	2			10
	Поточні контрольні роботи із розв'язання задач			4	
	<b>Модульна контрольна робота 1</b>			4	
	<b>Усього за модулем</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>70</b>
<b>Змістовий модуль 2. Хімічна рівновага. Фазова рівновага в багатокомпонентних системах</b>					
11	Багатокомпонентні системи. Парціальні мольні величини і методи їх обчислення	2			6
12	Хімічна рівновага. Рівняння ізотерми хімічної реакції Вант-Гоффа. Закон діючих мас	2	2		8
13	Залежність константи рівноваги від температури, рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції. Принцип Ле-Шательє Константа рівноваги в неідеальних системах.	2	4	4	16
14	Правило фаз Гіббса. Рівновага рідина – пара у двокомпонентних системах	2		4	10
15	Фазова рівновага в конденсованих системах	2		12	10
	Поточні контрольні роботи із розв'язання задач			2	
	<b>Модульна контрольна робота 2</b>			4	
	<b>Усього за модулем</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>50</b>
<b>Змістовий модуль 3. Термодинаміка розчинів. Розчини неелектролітів та електролітів. Основи статистичної термодинаміки</b>					

16	Ідеальні розчини. Основні закони ідеальних розчинів. Колігативні явища	2	2		3
17	Неідеальні розчини. Активність, коефіцієнти активності, методи їх визначення	2	2	4	5
18	Розчини електролітів, теорія електролітичної дисоціації. Термодинаміка розчинів електролітів. Основи теорії Дебая-Гюккеля	2	2	4	4
19	Електропровідність розчинів електролітів. Основи теорії електропровідності розчинів Дебая-Гюккеля-Онзагера	2	2	4	3
20	Статистична термодинаміка. Розподілення Больцмана	2			
21	Молекулярні суми станів для різних видів руху та термодинамічні функції, обумовлені цими видами	2			
	Поточні контрольні роботи із розв'язання задач			2	
	<b>Модульна контрольна робота 3</b>			4	
	<b>Усього за модулем</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>15</b>
	<b>Екзамен</b>				
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>54</b>	<b>145</b>

Загальний обсяг 270 год. в тому числі:  
 Лекцій – 40 год.  
 Консультацій – 1 год.  
 Практичні – 30 год.  
 Лабораторні – 54 год.  
 Самост. робота – 145 год.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

### *Основна*

1. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія.– К.: Перун, 2007. – 512с.
2. **Даниэльс Ф., Олберти Р.А.** Физическая химия. – М.: Мир, 1978. – 646 с.
3. **Ковальчук Є.П., Решетняк О.В.** Фізична хімія. –Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.
4. Курс физической химии /под ред. **Я.И. Герасимова**, в 2 т., М.: Химия, т. I –1970. – 592с.; т. II – 1973. – 623с.
5. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1999. – 527 с.
6. Физическая химия /под ред. **К.С. Краснова**, в 2 т. – М.: Высшая школа, 2001. – т. 1 – 512 с.; т. 2 – 319 с.
7. **Эткинс П.** Физическая химия в 2 т. – М.: Мир, 1980. – т. 1 – 580 с.; т. 2 – 584 с.
8. **Эткинс П., Дж. де Паула.** Физическая химия. Равновесная термодинамика. – М.: Мир, 2007. – т. 1 – 494 с.
9. **Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А.** и др. Основы физической химии. Теория и задачи. – М.: Экзамен, 2005. –478 с.
10. **Кудряшов И.В., Киселева Е.В., Каретников Г.С.** Сборник примеров и задач по физической химии. – М.: Высшая школа, 1985. – 456 с.
11. Практикум по физической химии. Под ред. Кудряшова И.В. – М.: Высшая школа, 1986. – 495 с.
12. Практикум по физической химии. // Под ред. Воробьева Н.К., Буданова В.В. – М.: Химия, 1986.
13. Практикум із фізичної хімії для студентів хімічного факультету. – К.: ВЦ «Київський університет», 2016.

### *Додаткова*

14. **Білий О.В.** Фізична хімія. –Київ:ЦНЛ, Фітосоціоцентр,2002. – 364 с.
15. **Волькенштейн М.В.** Энтропия и информация. М.: Наука, 1986. –192 с.
16. **Еремин Е.Н.** Основы химической термодинамики. – М.: Высшая школа, 1978. – 387 с.
17. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Физическая химия. – М.: Металлургия, 2001.– 688 с.
18. **Карапетьянц М.Х.** Химическая термодинамика. – М.: Химия, 1975. – 576 с.
19. **Пригожин И., Кондепуди Д.** Современная термодинамика. – М.: Мир, 2002. – 462 с.
20. **Пригожин И., Стенгерс И.** Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986.
21. **Роїк О.С., Усенко Н.І.** Фізична хімія. Основи термодинаміки. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2010. –250 с.
22. **Смирнова Н.А.** Методы статистической термодинамики в физической химии. – М., Высшая школа, 1982. – 456 с.
23. **Товбин М.В.** Физическая химия. – К.: Вища школа, 1975. – 488 с.
24. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія рівноважних систем. – К.: ВПЦ КУ, 1992. – 110с.
25. Практикум по физической химии. // Под ред. **Горбачева С.В.** – М.: Высшая школа, 1974.