

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії

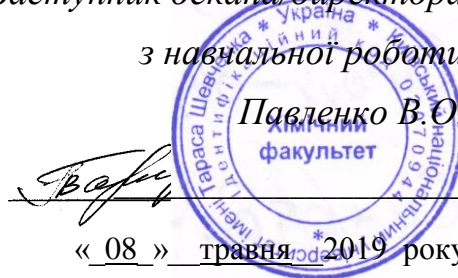
«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора

з навчальної роботи

Павленко В.О.

факультет



« 08 » травня 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИЧНА ХІМІЯ КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

для студентів

*галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни*

10 – Природничі науки

102 - Хімія

бакалавр

Хімія

Вибіркова

Форма навчання

Денна

Навчальний рік

2019/2020

Семестр

VIII

Мова викладання, навчання
та оцінювання

Українська

Кількість кредитів ECTS

3

Форма заключного контролю

залік

Викладач (лектор): **Казиміров Володимир Петрович**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Розробник: Казіміров Володимир Петрович, професор, доктор хімічних наук,
професор кафедри фізичної хімії



ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії




(Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від "09" квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від 08.05 2019 року

Голова науково-методичної комісії _____  _____ Роїк О.С.
« 08 » травня _____ 2019 року

Протокол № _____ від _____ року

Голова науково-методичної комісії _____

« _____ » _____ року

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з основними поняттями фізичної хімії конденсованого стану як то: класифікація твердих тіл за типом хімічного зв'язку, розрахунок повної енергії іонних кристалів, характер теплових коливань атомів та термодинамічні функції твердих тіл, теорія вільних електронів Друде та теорія металів Зоммерфельда та наслідки, що випливають із застосування принципу Паулі та статистики Фермі-Дірака до електронів провідності в металах, електронна теплоємність, парамагнітна сприйнятливості електронів провідності, основні положення зонної теорії.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.

Даний спецкурс базується на використанні знань отриманих в попередніх курсах з кристалохімії (структура, системи кристалохімічних радіусів, модель щільного пакування атомів), квантової хімії (будова атомів, система квантових чисел для електронів, принцип Паулі, рівняння Шредингера), фізики (хвильові властивості частинок, гіпотеза де Бройля), математики (основи диференціального та інтегрального обчислення, диференціальні рівняння), термодинаміки в рамках загального курсу “Фізична хімія”

3. Анотація навчальної дисципліни.

Предмет навчальної дисципліни “Фізична хімія конденсованого стану» побудований таким чином, щоб дати студентам уявлення про фізичні принципи формування структури та властивостей твердих тіл в залежності від хімічного зв'язку та електронної структури атомів.

В першій частині курсу розглядаються питання класифікації твердих тіл, природа сил відштовхування та притягіння, типи модельних потенціалів міжчастинкової взаємодії та їх використання при розрахунку рівноважних властивостей кристалів інертних газів та іонних кристалів, системи кристалохімічних радіусів, роль коливань атомів у формуванні теплових властивостей твердих тіл, моделі теплоємності Ейнштейна та Дебая. Друга частина курсу присвячена розгляду особливостей металічного зв'язку та його ролі у визначенні властивостей металів, класична модель металів Друде, квантова теорія вільного електрону, модель Зоммерфельда, роль принципу Паулі у формуванні енергетичного спектра електронів, властивості електронного газу в основному стані ($T=0$ K), застосування статистики Фермі-Дірака для опису електронної підсистеми, електронна теплоємність та парамагнетизм металів, вплив періодичного потенціалу кристалічної ґратки на поведінку електронів провідності, основи зонної теорії твердих тіл. Засвоєння цих понять необхідно для більш осмисленого розуміння властивостей твердих тіл та їх можливого практичного застосування.

4. Завдання (навчальні цілі):

- сформувані загальні уявлення про електростатичну природу міжатомної взаємодії, пріоритетну роль хімічного зв'язку у визначенні властивостей та кваліфікації твердих тіл;
- сформувані уявлення про природу сил притягіння та відштовхування в кристалах інертних газів та іонних кристалах, методологією аналітичної оцінки та розрахунку рівноважних властивостей зазначених типів твердих тіл;
- ознайомити студентів із існуючими системами кристалохімічних радіусів та їх використання для розрахунку границь стабільності іонних структур та оцінки можливого типу хімічного зв'язку конкретної бінарної сполуки;
- ознайомити студентів із пріоритетною роллю коливань атомів у формуванні термодинамічних властивостей твердих тіл, теоріями теплоємності Ейнштейна та Дебая та їх практичним використанням;
- ознайомлення з основними положеннями електронної теорії металів Друде-Лоренца та Зоммерфельда, роллю принципу Паулі у заповненні енергетичних рівнів електронами

провідності, застосуванням статистики Фермі-Дірака для розрахунку властивостей електронного газу;

- розгляд питання стосовно впливу періодичного потенціалу кристалічної ґратки металів на рух електронів провідності, функції Блоха, енергетичний спектрт електронів, зони Брілюена, основні положення зонної теорії металів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1 - знати; 2 - вміти; 3- комунікація; 4 - автономність та відповідальність)		Форма (та/або методи і технології) викладання і навчання)	Методи оцінювання* та порогів критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результати навчання			
1.1	Знати та розуміти фізичні принципи класифікації твердих тіл та її взаємозв'язок з природою хімічного зв'язку, роль енергетичного фактора та фактора щільності пакування атомів у формування структури та властивостей твердих тіл.	Лекції, практичні заняття, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	7
1.2	Знати та розуміти специфіку формування кристалів інертних газів, іонних та ковалентних кристалів, металів, природу сил притягіння та відштовхування, типи модельних потенціалів міжатомної взаємодії.	Лекції, практичні заняття, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	7
1.3	Знати методологію розрахунку рівноважних властивостей кристалів інертних газів, іонних кристалів та металів.	Лекції, практичні заняття, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	10
1.4	Знати та розуміти роль теплових коливань атомів у формуванні термодинамічних властивостей твердих тіл.	Лекції, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	10
1.5	Знати та розуміти специфіку металічного зв'язку та його роль у формуванні властивостей металів, основи теорії Друде, її можливості та недоліки.	Лекції, практичні заняття, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	8
1.6	Знати основи теорії Зоммерфельда, квантово-механічний підхід для опису поведінки електронів провідності, роль принципу Паулі в поясненні електронної теплоємності та парамагнетизму металів.	Лекції, лабораторний практикум, самостійні роботи	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	14
1.7	Знати та розуміти основні засади зонної теорії твердих тіл.	Лекції, самостійні роботи		10
2.1	Здійснювати теоретичний розрахунок повної енергії іонних	Практичні заняття,	<i>ПТК, ОДР, ПЕ</i>	6

7.2 Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумкова контрольна робота	
	Min. – 22 бали	Max. – 38 балів	Min. – 26 бали	Max. – 42 балів	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів
Усна відповідь	4	8	4	8		
Доповнення	2	4	2	4		
Виконання домашньої самостійної роботи	8	14	12	18		
Модульна контрольна робота 1	8	12				
Модульна контрольна робота 2			8	12		
Підсумкова контрольна робота					12	20

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум (60 балів)* для заліку допускається написання реферату за темами домашньої самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання МКР, за яку отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно виконати домашню роботу або підготуватися до МКР).

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

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	Зараховано
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	
1 – 59	не зараховано

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ лекції	Назва лекцій	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ I "Класифікація твердих тіл. Коливання атомів та теплові властивості кристалічної ґратки металів"				
1	Принципи класифікації твердих тіл. Енергія зв'язку. Кристали інертних газів – структура та властивості. Сили Ван дер Ваальса. Рівноважні властивості кристалів інертних газів.	2	1	6
2	Іонні кристали: структура та властивості. Електростатична енергія. Стала Маделунга. Повна енергія іонних кристалів.	2		8
3	Границі стабільності іонних структур. Кристали з ковалентним типом зв'язку – особливості структури та міжатомної взаємодії. Ступінь ковалентності Системи кристалохімічних радіусів та їх практичне застосування.	2	2	6
4	Коливання атомів в одновірному ланцюжку з атомів одного сорту. Функція розподілу коливань по частоті Акустичні та оптичні коливання. Кристалічна ґратка, зони Бріллюена.	2		4
5	Термодинамічні функції кристалічної ґратки, атоми якої здійснюють коливання. Моделі теплоємності Ейнштейна та Дебая. Контрольна робота №1	2	2	8
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ II "Метали. Зонна теорія твердих тіл"				
6	Металічний стан та його особливості. Основні положення моделі вільних електронів Друде Електропровідність та теплопровідність металів в інтерпретації моделі Друде (закони Ома та Відемана-Франца).	2		5
7	Застосування статистики Максвелла-Больцмана до електронів провідності в металах. Недоліки моделі Друде. Квантова теорія вільного електрону. Модель металів Зоммерфельда. Властивості електронного газу в основному стані ($T=0$ К).	2	2	7
8	Застосування статистики Фермі-Дірака до електронів в металах ($T = 0$ К). Середня енергія електронів та її температурна залежність. Електронна теплоємність металів. Метод адіабатичного розмагнічування.	2	2	10
9	Енергетичний спектр електрона в періодичному потенціалі кристалічної ґратки металу та його фізична інтерпретація. Заповнення електронами зон Бріллюена. Контрольна робота №2.	2		8

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекції – **18 год.**

Практичні заняття - **9 год**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота - **62 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.

1. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела.– М.: Наука, 1987. - 792 с.
2. Н. Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах.– М.: Мир, 1979.
3. Современная кристаллография (в четырех томах). Том 2. Структура кристаллов. Вайнштейн Б.К., Фридкин В.М., Инденбом В.Л. – М.: Наука, 1979. – 359 с.
4. У. Пирсон. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. – М.: Мир, 1977, Ч.1. – 419 с.
5. Ч. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела – М.: Мир, 1969. – 558 с.
6. А.А. Смирнов. Молекулярно-кинетическая теория металлов. – М.: Наука, 1966.
7. М.П. Шаскольская. Кристаллография – М.: Высшая школа, 1976

В тому числі й Інтернет ресурси.