



# МІЖАТОМНА ВЗАЄМОДІЯ І ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Освітня програма	Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/ заочна / дистанційна / змішана
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS, 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / Модульна контрольна робота (МКР)
Розклад занять	<a href="http://Rozklad.kpi.ua">Rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф-м.н., доцент, Яворський Юрій Васильович, mail: yar-ura@ukr.net Практичні заняття: к.ф-м.н., доцент, Яворський Юрій Васильович
Розміщення курсу	В розділі методичне забезпечення дисципліни в системі Camrus

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна належить до переліку вибірових освітніх компонентів циклу професійної та наукової підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 132 Матеріалознавство.

Цей курс є фундаментальною основою для вивчення цілого ряду дисциплін професійної та практичної підготовки матеріалознавців та споріднених спеціалістів. Тобто в процесі вивчення дисципліни «Міжатомна взаємодія і властивості матеріалів» студенти набудуть ґрунтовне розуміння процесів формування фізичних та інших властивостей матеріалів у конденсованому стані.

**Предмет навчальної дисципліни** – основні поняття про механізми міжатомної взаємодії та їх роль у формуванні властивостей матеріалів, вплив енергетичного перерозподілу валентних електронів внаслідок різного роду обробки матеріалів на їх електро-фізичні, фізико-механічні, термодинамічні та оптичні властивості.

**Метою навчальної дисципліни** є підсилення у студентів таких загальних та фахових (спеціальних) компетентностей освітньої програми як:

K3.01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K3.06 Здатність працювати автономно.

K3.07 Здатність працювати в команді.

СК.01 Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.

СК.05 Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах).

*СК.08 Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, що навчаються.*

*СК.09 Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.*

### **Основні завдання навчальної дисципліни.**

*Слухачі після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання:*

*РН 1 Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.*

*РН 2 Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.*

*РН 5 Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.*

*РН 6 Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження під як під керівництвом, так і самостійно.*

*РН 10 Навички презентації наукового матеріалу та аргументів для добре інформованої аудиторії.*

*РН 11 Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.*

*РН 18 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.*

*РН 20 Уміти доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань матеріалознавства і дотичних проблем до нефахівців, зокрема до осіб, що навчаються*

### **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Вивченню цієї дисципліни повинно передувати глибоке засвоєння матеріалу «Вищої математики», «Фізики конденсованого стану матеріалів» «Хімії», «Нові матеріали та методи дослідження», «Загальної фізики» особливо розділів «Молекулярна фізика», «Атомна фізика» та інших спеціальних курсів.*

*Дисципліна забезпечує поглиблення розуміння в галузі матеріалознавства та інженерії матеріалів чим формує набір компетентностей для подальшого вивчення дисциплін матеріалознавчого напрямку. Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при проходженні переддипломної практики та написанні магістерської дисертації.*

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліна – «Міжатомна взаємодія і властивості матеріалів» містить один змістовний модуль: «Міжатомна взаємодія і властивості матеріалів».*

#### **Розділ 1. Фізичні основи формування взаємодії між елементарними частинками.**

*Вступ. Структура та вимоги курсу. Історія розвитку фізики твердого тіла. Основи міжатомної взаємодії. Фізична суть сталої Планка. Поняття дії. Принцип найменшої дії Гамільтона. Фундаментальні взаємодії. Класифікація елементарних частинок. Фізична природа формування взаємодії між ядрами та електронною хмарою. Принцип невизначеності Гейзенберга. Постулати Бора. Рівняння Шрödінгера. Механізми виникнення емісійного випромінювання. Механізми виникнення міжатомних зв'язків різних типів матеріалів. Іонні та молекулярні кристали. Зв'язки за способом перекриття орбіталей. Типи хімічних зв'язків та їх*

формування. Сили Ван-дер-Ваальса. Орієнтаційна взаємодія. Індукційна взаємодія. Дисперсійна взаємодія. Роль міжатомної взаємодії та електронної системи матеріалів при формуванні їх зонної структури матеріалів. Фізична природа дифракції електромагнітних хвиль на періодичній структурі матеріалу. Структурно – зонна класифікація типів твердих тіл.

## **Розділ 2. Роль міжатомної взаємодії та електронної структури в формуванні властивостей матеріалів.**

Електропровідність матеріалів з точки зору міжатомної взаємодії. Формування періодичних властивостей твердого тіла. Визначення імовірності знаходження електронної густини в кристалічних тілах. Електронно-структурна природа магнітних властивостей матеріалів (пара та діамагнетизм). Обмінна взаємодія та природа феро- і антиферомагнітних властивостей матеріалів. Колір та інші оптичні властивості матеріалів. Фотопровідність, фото-емісійні та фото-каталітичні властивості матеріалів. Міжатомна взаємодія та природа теплових властивостей матеріалів. Термічне розширення. Електронно-структурні механізми формування теплопровідності. Особливості формування механічних властивості матеріалів. Взаємозв'язок між міцністю, пластичністю і твердістю.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова література:**

1. Фізика конденсованого стану для матеріалознавців: підручник / Я. В. Зауличний, Ю. В. Яворський. Гриф надано вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (Протокол №6 від. 29.06.2021). КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 488 с.
2. Молекулярна фізика. Підручник / Якібчук П.М., Клим М.М. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. 2013. – 584 с.
3. Атомна фізика [Електронний ресурс] : [підручник] / О. П. Кобушкін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 310 с.
4. Атомна фізика: Підручник. Затверджено МОН / Білий М.У., Охріменко Б.А. — К., 2009. — 559 с.
5. Атомна фізика / Білий М.У., Охріменко Б.А. – К.: Знання, 2009. – 559 с.

#### **Допоміжна література:**

1. *Physical Properties of Materials* / Mary Anne White. – CRC Press, 2019. – 519p. ISBN: 9781138605107.
2. *Introduction to the Physics of Matter: Basic Atomic, Molecular, and Solid-State Physics* / Nicola Manini. - Springer, 2014. – 286 p. ISBN: 2192-4805.
3. *Introduction to Solid State Physics: 8th ed* / Charles Kittel. - John Wiley & Sons, Inc, 2005. – 700p. ISBN: 0-471-41526-X.
4. *Solid State Physics: An introduction* / Philip Hofmann. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2015. – 267p. ISBN: 978-3-527-68203-4.
5. *Chemical Bonding in Crystals and Their Properties* / Anna V. Vologzhanina and Yulia V. Nelyubina DOI: 10.3390/books978-3-03936-171-7.
6. *The Chemical Bond : Fundamental Aspects of Chemical Bonding. Chapter· May 2014* DOI: 10.1002/9783527664696.ch8.
7. *Квантовая теория твердых тел* / Чарльз Киттель - М., 1967г., 492 с.
8. *Электронная структура и электронные свойства переходных металлов и их сплавов* / Дехтяр И.Я., Немошкаленко В.В. –К.: «Наукова думка». -1971. -304 с.
9. *Матвеев А.Н. Квантовая механика и строение атома.*–М.:«Высшая школа».- 1965.-356 с.
10. *Зауличний Я.В., Карпець М.В. «Фізика конденсованого стану матеріалів» (Рентгенівські дослідження електронної та кристалічної структури)* –К.: НТУУ «КПІ».-2013.-39 с.

11. Вплив механоактивації на електронну структуру сумішей наноксидів Si, Al, Ti, Fe і зарядові ємності літійових джерел струму з катодами на їх основі [Текст] : автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01.04.07 / Яворський Юрій Васильович ; НАН України, Ін-т проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича. - Київ, 2016. - 21 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Зміст лекційних занять

**Лекція 1.** Вступ. Структура та вимоги курсу. Історія розвитку фізики твердого тіла.

**Лекція 2.** Основи міжатомної взаємодії. Фізична суть сталої Планка. Поняття дії. Принцип найменшої дії Гамільтона. Фундаментальні взаємодії. Класифікація елементарних частинок.

**Лекція 3.** Фізична природа формування взаємодії між ядрами та електронною хмарою. Принцип невизначеності Гейзенберга. Постулати Бора. Рівняння Шрьодінгера. Механізми виникнення емісійного випромінювання.

**Лекція 4.** Механізми виникнення міжатомних зв'язків різних типів матеріалів. Іонні та молекулярні кристали. Зв'язки за способом перекриття орбіталей.

**Лекція 5.** Типи хімічних зв'язків та їх формування. Сили Ван-дер-Ваальса. Орієнтаційна взаємодія. Індукційна взаємодія. Дисперсійна взаємодія.

**Лекція 6.** Роль міжатомної взаємодії та електронної системи матеріалів при формуванні їх зонної структури матеріалів.

**Лекція 7.** Електропровідність матеріалів з точки зору міжатомної взаємодії.

**Лекція 8.** Структурно – зонна класифікація типів твердих тіл.

**Лекція 9.** Формування періодичних властивостей твердого тіла. Визначення імовірності знаходження електронної густини в кристалічних тілах.

**Лекція 10.** Фізична природа дифракції електромагнітних хвиль на періодичній структурі матеріалу.

**Лекція 11.** Електронно-структурна природа магнітних властивостей матеріалів (пара та діамагнетизм).

**Лекція 12.** Обмінна взаємодія та природа феро- і антиферомагнітних властивостей матеріалів.

**Лекція 13.** Колір та інші оптичні властивості матеріалів.

**Лекція 14.** Фотопровідність, фото-емісійні та фото-каталітичні властивості матеріалів.

**Лекція 15.** Міжатомна взаємодія та природа теплових властивостей матеріалів. Термічне розширення.

**Лекція 16.** Електронно-структурні механізми формування теплопровідності.

**Лекція 17.** Особливості формування механічних властивостей матеріалів. Взаємозв'язок між міцністю, пластичністю і твердістю.

**Лекція 18.** Залік.

#### Зміст практичних занять

Основні завдання циклу практичних занять є закріплення лекційних знань та придбання практичних навичок по курсу „Міжатомна взаємодія і властивості матеріалів ”.

**Практична робота 1.** З'ясування причини необхідності мінімуму енергії систем в рівноважному стані. Взаємодія електронів з атомним остовом і ядром.

**Практична робота 2.** Визначення імовірності знаходження електронів в матеріалі. З'ясування природи формування зв'язків між атомами. Визначення типу міжатомної взаємодії матеріалів по типу хімічних зв'язків.

**Практична робота 3.** З'ясування природи формування зонної структури матеріалів. Визначення залежності між зонною структурою та електропровідністю матеріалів.

**Практична робота 4.** Періодичність структури та властивостей твердих тіл. Дифракція електронів на атомах ґратки ідеального кристалу.

**Практична робота 5.** Модульна контрольна робота

**Практична робота 6.** Характеризація оптичних властивостей матеріалів. Формування фізико-хімічних властивостей матеріалів.

**Практична робота 7.** Опис основних теплових властивостей матеріалів. Вивчення основних методів електронно-структурної характеризації.

**Практична робота 8.** Взаємозв'язок між механічними властивостями та структурними особливостями матеріалу.

**Практична робота 9.** Модульна контрольна робота.

Більш детально Додаток А.

### **Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 48 годин) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем – в розрахунку 1 години на лекційне заняття = 18 годин;
- підготовці до виконання практичних робіт та формулюванні висновків – в розрахунку 2 години на 1 годину виконання практичної роботи = 18 годин;
- підготовці до МКР – 6 год.
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

## **Політика та контроль**

### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом:

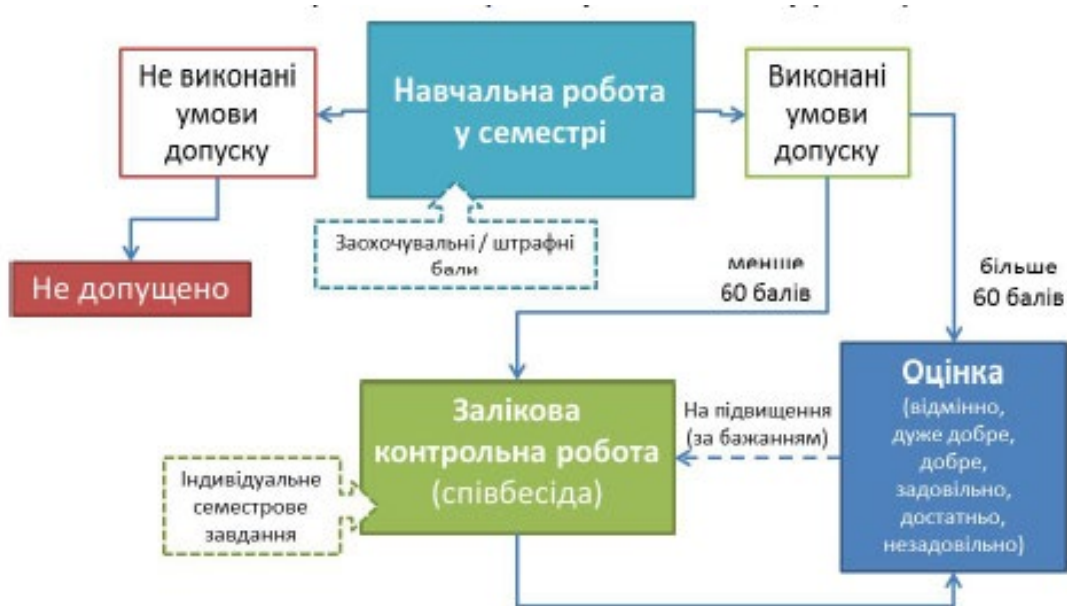
- Опрацювання матеріалу по всіх темах лекційних та практичних занять є обов'язковою.
- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.
- Пропущене лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання конспекту лекції пропущеної теми.
- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в термін, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі. Дозволяється користуватись мобільним телефоном тільки для виконання завдань поставлених викладачем на практичних чи лекційних заняттях або отримання додаткової інформації по темі заняття.
- Забороняється використовувати будь-які гаджети під час написання контрольних робіт, тестів та заліку.
- Результати пропущених практичних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних від руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей або тестів.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – застосування творчого підходу до виконання практичних робіт, у тому числі, використання даних для робіт з тематики власних наукових досліджень.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Конспект за пропущену лекцію має бути наданий викладачу не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з практичних робіт виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-

х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.

• Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Оцінювання результатів навчання відбувається за схемою:



### • Поточний контроль:

- ведення конспекту та активної участі на лекційних заняттях – 18 балів.
- Робота на практичних заняттях 45 балів – максимум 6 балів з кожної роботи. Критерії оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (ПЗ) таблиці 1.

• **модульна контрольна робота** проводиться 2 рази протягом семестру по тематиці лекційних занять. Максимальна оцінка за МКР 18 балів. Критерії оцінювання результатів написання МКР представлені в таблиці 1.

Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.

**Табл. 1.** Критерії оцінювання та кількість балів за роботу на практичних заняттях та МКР

Критерії	ПЗ	МКР
повна відповідь (відмінно)	6	15-18
неповна відповідь (добре)	4	10-14
неповна відповідь (задовільно)	3	6-9
незадовільна відповідь	Менше 1	менше 5

• **Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу: щоб отримати позитивний результат у першому календарному контролі, необхідно мати мінімум 20 балів, другого – мінімум 50 балів.

• **Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 60 балів.

Якщо студента задовольняє кількість балів, які він отримав за семестр, то він може отримати залік «автоматом», якщо ж студент хоче підвищити свій рейтинг, то потрібно

мати всі зараховані практичні та розрахунково-графічну роботу і написати залікову контрольну роботу. Рейтинг за семестр анулюється, залікова контрольна робота складає 100 балів. Сумарний рейтингова оцінка оцінюється за університетською шкалою, таблиці оцінки знань за якою представлена на таблиці 2.

**Табл. 2.** Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Весь контроль здійснюється через відповідні розділи в системі "Електронний кампус". Відомості для контролю відкриваються та закриваються в певний час, про який заздалегідь повідомляють. Для перескладання семестрового контролю студент має дві спроби, які також лімітовані по часу.*

- *У разі змішаного/дистанційного навчання спілкування з викладачем відбувається через Telegram та Viber.*

- *Результати навчання за даним освітнім компонентом, здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі лабораторні чи практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті" (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).*

- *Перелік питань до семестрового контролю та МКР наведено в Додатку Б.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав: к. ф-м. н., доцент, Яворський Юрій Васильович**

**Ухвалено** кафедрою фізичного матеріалознавства та термічної обробки (протокол № 12 від 22.06.2023р.).

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/23 від 28.06.2023р.).

**Перелік питань які потрібно підготувати до практичних занять:**

**Практична робота 1.** З'ясування причини необхідності мінімуму енергії систем в рівноважному стані. Взаємодія електронів з атомним остовом і ядром.

- Що таке дія, як вона пов'язана із міжатомною взаємодією?
- Поясніть фізичну суть сталої Планка.
- Дайте означення принципу найменшої дії Гамільтона (Лагранжа).
- Про класифікуйте типи фундаментальних взаємодій. Поясніть фізичну суть кожної із фундаментальних взаємодій.
- Поясніть закони Кулона і всесвітнього тяжіння.
- Проведіть класифікацію елементарних частинок.
- Дайте означення моделі Резерфорда. Природа радіоактивних випромінювань.
- Охарактеризуйте означення енергія зв'язку ядра. Постулати Бора.
- Дайте означення корпускулярно-хвильовому дуалізму.

**Практична робота 2.** Визначення імовірності знаходження електронів в матеріалі. З'ясування природи формування зав'язків між атомами. Визначення типу міжатомної взаємодії матеріалів по типу хімічних зв'язків.

- Поясніть принцип невизначеності Гейзенберга.
- Виведення та обґрунтування рівняння Шрьодінгера.
- Поясніть фізичний зміст хвильової функції електрона та її квадрату.
- Опишіть механізми формування гальмівного та характеристичного випромінювання.
- Пояснити фізичну суть утворення зв'язків між атомами в молекулі чи твердому тілі.
- Дайте означення іонним та молекулярним кристалам.
- Провести класифікацію зав'язків за способом перекриття електронних орбіталей.
- Дайте означення Короткодіючим та дальнодіючим хімічним зв'язкам.
- Опишіть типи хімічних зав'язків та поясніть їх формування.
- Що таке сили Ван-дер-Ваальса. Яким матеріалам вони пританманні?
- Дайте означення орієнтаційній взаємодії. Наведіть приклад матеріалу з таким типом взаємодії.
- Поясніть фізичну суть індукційної та дисперсійної взаємодії.

**Практична робота 3.** З'ясування природи формування зонної структури матеріалів. Визначення залежності між зонною структурою та електропровідністю матеріалів.

- Що таке зонна теорія?
- Поясніть фізичну суть валентної, забороненої та зони провідності.
- Поясніть механізм розщеплення енергетичних рівнів атомів при утворенні міжатомної взаємодії.
- Наведіть типи електронних орбіталей. Яка кількість електронів на них?
- Поясніть механізм заповнення енергетичних рівнів електронами згідно принципу Паулі.
- Які матеріали належать до провідників? Поясніть суть їх зонної структури.
- Поясніть суть зонної структури діелектриків. Наведіть приклади реальних діелектриків.
- Яка відмінність між діелектриками та напівпровідниками. Наведіть приклади напівпровідників.
- Наведіть приклади провідників, напівпровідників та діелектриків. Проведіть їх класифікацію за провідністю.
- Як залежить електропровідність металів від температури?
- Поясніть фізичну суть зміни провідності діелектриків при зміні температури.
- Поясніть фізичну суть зміни електропровідності донорних та акцепторних напівпровідників.
- Дайте означення р-п та n-р переходам в напівпровідниках. Де використовується дане явище.



- Поясніть фізичну суть діелектриків. Наведіть їх приклади.

**Практична робота 4. Періодичність структури та властивостей твердих тіл.**

- Дайте визначення Гамільтоніану. Дифракція електронів на атомах ґратки ідеального кристалу
- Дайте означення теоремі Блоха. Поясніть її фізичну суть.
- Дайте означення граничним умовам Борна-Кармана.
- Поясніть фізичну суть зміни потенціалу по об'єму кристалічної ґратки.
- Поясніть природу формування кристалів з ковалентними зв'язками.
- Поясніть природу формування кристалів з ковалентно-іонними зв'язками.
- Поясніть природу формування кристалів з іонно-ковалентними зв'язками.
- Поясніть фізичну суть дифракції.
- Виведіть рівняння Вульфа-Брега.
- Як буде поводити себе електрон на кристалічній решітці при умові  $d \rightarrow \infty$ ,  $d = \lambda$ ,  $\lambda = 2d$

**Практична робота 5. Модульна контрольна робота**

**Практична робота 6. Характеризація оптичних властивостей матеріалів. Формування фізико-хімічних властивостей матеріалів**

- Охарактеризуйте спектри випромінювання різних довжин хвиль.
  - Поясніть фізичну природу випромінювання електромагнітних хвиль матеріалами.
  - Поясніть природу випромінювання абсолютно чорного тіла.
  - Поясніть фізичну суть флуоресценції.
  - Монохроматичне випромінювання. Фізична суть лазерного випромінювання.
  - Поясніть природу утворення фотопровідності напівпровідників.
  - Охарактеризуйте домішкову фотопровідність.
  - Поясніть відмінність у червоній межі фотопровідності власних та домішкових напівпровідників.
  - Опишіть причини оптичного поглинання в твердих тілах.
  - Поясніть фізичну суть люмінесценції в твердих тілах.
- Проведіть класифікацію люмінесценції за способом збудження та тривалістю світіння.

**Практична робота 7. Опис основних теплових властивостей матеріалів. Вивчення основних методів електронно-структурної характеризації.**

- Охарактеризуйте теплове розширення твердих тіл. Які фактори впливають на їх теплове розширення.
- Як впливає нагрівання на розширення газів. Поясніть фізичну суть.
- Дайте означення теплопровідності. Поясніть фізичну суть даної властивості.
- Охарактеризуйте основні механізми теплопровідності металів.
- Поясніть формування теплопровідності в твердих ізоляторах.
- Поясніть суть методу ультра м'якої рентгенівської емісійної спектроскопії.
- Поясніть суть методу рентгенівської фотоелектронної спектроскопії.
- Поясніть суть методу синхротронного дослідження.
- Поясніть суть методу рентгеноструктурного дослідження.
- Поясніть суть методу скануючої та трансмісійної електронної мікроскопії.
- Поясніть суть методів ультрафіолетової, інфрачервоної та оптичної спектроскопії.

**Практична робота 8. Взаємозв'язок між механічними властивостями та структурними особливостями матеріалу.**

- Дайте означення механічній властивості.
- Прокласифікуйте типи механічних властивостей матеріалів.

- Дайте означення границі міцності на розтяг. Поясніть її фізичну суть.
- Дайте означення границі пружності. Поясніть її фізичну суть.
- Дайте означення границі текучості. Поясніть її фізичну суть.
- Дайте означення границі пропорційності. Поясніть її фізичну суть.
- Поясніть фізичну суть пластичності.
- Поясніть механічні властивості матеріалів при стисканні.
- Поясніть вплив нагрівання на механічні властивості матеріалів.

***Практична робота 9. Модульна контрольна робота.***

**Перелік питань на МКР та семестровий контроль:**

1. Що таке дія, як вона пов'язана із міжатомною взаємодією?
2. Поясніть фізичну суть сталої Планка.
3. Дайте означення принципу найменшої дії Гамільтона (Лагранжа).
4. Про класифікуйте типи фундаментальних взаємодій. Поясніть фізичну суть кожної із фундаментальних взаємодій.
5. Поясніть закони Кулона і Всесвітнього тяжіння.
6. Проведіть класифікацію елементарних частинок.
7. Дайте означення моделі Резерфорда. Природа радіоактивних випромінювань.
8. Охарактеризуйте означення енергія зв'язку ядра. Постулати Бора.
9. Дайте означення корпускулярно-хвильовому дуалізму.
10. Поясніть принцип невизначеності Гейзенберга.
11. Виведення та обґрунтування рівняння Шрєдінгера.
12. Поясніть фізичний зміст хвильової функції електрона та її квадрату.
13. Опишіть механізми формування гальмівного та характеристичного випромінювання.
14. Пояснити фізичну суть утворення зв'язків між атомами в молекулі чи твердому тілі.
15. Дайте означення іонним та молекулярним кристалам.
16. Провести класифікацію зав'язків за способом перекриття електронних орбіталей.
17. Дайте означення Короткодійним та дальнодійним хімічним зв'язкам.
18. Опишіть типи хімічних зав'язків та поясніть їх формування.
19. Що таке сили Ван-дер-Ваальса. Яким матеріалам вони пританманні?
20. Дайте означення орієнтаційній взаємодії. Наведіть приклад матеріалу з таким типом взаємодії.
21. Поясніть фізичну суть індукційної та дисперсійної взаємодії.
22. Що таке зонна теорія? Поясніть фізичну суть валентної, забороненої та зони провідності.
23. Поясніть механізм розщеплення енергетичних рівнів атомів при утворенні міжатомної взаємодії.
24. Наведіть типи електронних орбіталей. Яка кількість електронів на них?
25. Поясніть механізм заповнення енергетичних рівнів електронами згідно принципу Паулі.
26. Які матеріали належать до провідників? Поясніть суть їх зонної структури.
27. Поясніть суть зонної структури діелектриків. Наведіть приклади реальних діелектриків.
28. Яка відмінність між діелектриками та напівпровідниками. Наведіть приклади напівпровідників.
29. Наведіть приклади провідників, напівпровідників та діелектриків. Проведіть їх класифікацію за провідністю.
30. Як залежить електропровідність металів від температури?
31. Поясніть фізичну суть зміни провідності діелектриків при зміні температури.
32. Поясніть фізичну суть зміни електропровідності донорних та акцепторних напівпровідників.
33. Дайте означення р-п та n-р переходам в напівпровідниках. Де використовується дане явище.
34. Поясніть фізичну суть діелектриків. Наведіть їх приклади.
35. Дайте визначення Гамільтоніану.
36. Дайте означення теоремі Блоха. Поясніть її фізичну суть.
37. Дайте означення граничним умовам Борна-Кармана.
38. Поясніть фізичну суть зміни потенціалу по об'єму кристалічної ґратки.
39. Поясніть природу формування кристалів з ковалентними зв'язками.
40. Поясніть природу формування кристалів з ковалентно-іонними зв'язками.
41. Поясніть природу формування кристалів з іонно-ковалентними зв'язками.

42. Поясніть фізичну суть дифракції.
43. Виведіть рівняння Вульфа-Брега.
44. Як буде поводити себе електрон на кристалічній решітці при умові  $d \rightarrow \infty$ ,  $d = \lambda$ ,  $\lambda = 2d$
45. Проведіть класифікацію матеріалів за типами магнітних властивостей та орієнтацією спінів.
46. Поясніть фізичну суть утворення магнітних властивостей в провіднику при протіканні електричного струму.
47. Дайте означення правилу Хунда
48. Поясніть фізичну суть спінового парамагнетизму Паулі.
49. Дайте означення парамагнітній сприйнятливості.
50. Що таке обмінна взаємодія? Як вона пов'язана із феромагнетизмом?
51. Охарактеризуйте спектри випромінювання різних довжин хвиль.
52. Поясніть фізичну природу випромінювання електромагнітних хвиль матеріалами.
53. Поясніть природу випромінювання абсолютно чорного тіла.
54. Поясніть фізичну суть флуоресценції.
55. Монохроматичне випромінювання. Фізична суть лазерного випромінювання.
56. Поясніть природу утворення фотопровідності напівпровідників.
57. Охарактеризуйте домішкову фотопровідність.
58. Поясніть відмінність у червоній межі фотопровідності власних та домішкових напівпровідників.
59. Опишіть причини оптичного поглинання в твердих тілах.
60. Поясніть фізичну суть люмінесценції в твердих тілах.
61. Проведіть класифікацію люмінесценції за способом збудження та тривалістю світіння.
62. Охарактеризуйте теплове розширення твердих тіл. Які фактори впливають на їх теплове розширення.
63. Як впливає нагрівання на розширення газів. Поясніть фізичну суть.
64. Дайте означення теплопровідності. Поясніть фізичну суть даної властивості.
65. Охарактеризуйте основні механізми теплопровідності металів.
66. Поясніть формування теплопровідності в твердих ізоляторах.
67. Поясніть суть методу ультра м'якої рентгенівської емісійної спектроскопії.
68. Поясніть суть методу рентгенівської фотоелектронної спектроскопії.
69. Поясніть суть методу синхротронного дослідження.
70. Поясніть суть методу рентгеноструктурного дослідження.
71. Поясніть суть методу скануючої та трансмісійної електронної мікроскопії.
72. Поясніть суть методів ультрафіолетової, інфрачервоної та оптичної спектроскопії.
73. Дайте означення механічній властивості.
74. Прокласифікуйте типи механічних властивостей матеріалів.
75. Дайте означення границі міцності на розтяг. Поясніть її фізичну суть.
76. Дайте означення границі пружності. Поясніть її фізичну суть.
77. Дайте означення границі текучості. Поясніть її фізичну суть.
78. Дайте означення границі пропорційності. Поясніть її фізичну суть.
79. Поясніть фізичну суть пластичності.
80. Поясніть механічні властивості матеріалів при стисканні.
81. Поясніть вплив нагрівання на механічні властивості матеріалів.