



# Фізика. Частина 2. Електромагнетизм. Оптика. Атомна фізика

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

першого (бакалаврського) рівня вищої  
освіти

|   |   |
|---|---|
| Галузь знань                                      | 17. Електроніка, автоматизація та електронні комунікації  |
| Спеціальність                                     | 173. Авіоніка   |
| Освітня програма                                  | Системи керування літальними апаратами та комплексами.  |
| Статус дисципліни                                 | нормативна  |
| Форма навчання                                    | очна (денна)  |
| Рік підготовки, семестр                           | перший курс, весняний семестр   |
| Обсяг дисципліни                                  | Загальна кількість годин: 150 (5 кредитів ЄКТС); лекції – 36 год;<br>практичні – 36 год; лабораторні – 18 год; самостійна робота – 60 год.  |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | Екзамен / модульна контрольна робота, РГР   |
| Розклад занять                                    | згідно розкладу на сайті університету: roz.kpi.ua   |
| Мова викладання                                   | українська  |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: канд. фіз-мат. наук, доцент, Чурсанова М.В.,<br>e-mail: <a href="mailto:afina55@ukr.net">afina55@ukr.net</a> , тел. +38(066)5963979<br>Практичні: ас. Стретович М.О.<br>Лабораторні: PhD, ас. Майкут С.О. |
| Розміщення курсу                                  | campus.kpi.ua, physics.zfftt.kpi.ua   |

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних

**загальних компетентностей:**

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації (ЗК 2).
- здатність розуміти та використовувати закони фізики та хімії (ЗК 11).
- здатність до дослідження руху твердих тіл, дослідження конструкцій на міцність та пружність, просторових фігур методом проектування, створювати креслення (ЗК 12).

**фахових компетентностей:**

- здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів (ФК 6).

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання:**

РН 20. Знати методи математичного аналізу та аналітичної геометрії, закони фізики та хімії, нарисної геометрії, суспільних наук.

Метою вивчення дисципліни є формування у майбутніх фахівців стійких знань з курсу загальної

фізики, уміння використовувати отримані знання при подальшому навчанні, а також у своїй практичній діяльності.

**Предмет навчальної дисципліни** - основні поняття про такі розділи фізики, як механіка, молекулярна фізика, основні закони і принципи руху твердих тіл, динаміки різних об'єктів, загальні поняття про механічні коливання, молекулярно-кінетична теорія, основні закони термодинаміки і молекулярної фізики газів і рідин.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен **знати** та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації інженерії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми; знати розділи фізики, що лежать в основі курсу, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність щодо останніх досягнень фізики. Розуміти основні закони певних розділів фізики, та принципи розв'язання фізичних задач, а також зв'язок таких задач з прикладними інженерними задачами.

Студент повинен **уміти** поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань фізики; застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних фізичних задач; знаходити потрібну інформацію у літературі, консультуватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації;

Студенти здобудуть **досвід** застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для розуміння фізики, у стандартних і нестандартних ситуаціях у межах вимог навчальної програми до результатів навчання; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність працювати автономно та у складі команди; здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації у галузі інженерії та фізики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати базовий рівень знань шкільної програми з фізики та математики.

Міждисциплінарні зв'язки:

- пререквізити: ЗО 10 «Вища математика»;
- постреквізити: ЗО 16 «Електротехніка», ЗО 17 «Технічна механіка», ЗО 18 «Електроніка і основи схемотехніки»

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 2 – Фізика. Частина 2. Електромагнетизм. Оптика. Атомна фізика. ЗО 11.2

| Кредитні модулі | Всього   |       | Розподіл навчального часу за видами занять |                   |                    |     | Семестрова атестація |
|-----------------|----------|-------|--|-------------------|--------------------|-----|----------------------|
|                 | Кредитів | Годин | Лекції                                     | Практичні заняття | Лабораторні роботи | СРС |                      |
| 1               | 5        | 150   | 36   | 36                | 18                 | 60  | екзамен              |

### Кредитний модуль 2.

#### «ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ. ОПТИКА. АТОМНА ФІЗИКА»

### 3. ЕЛЕКТРОСТАТИКА

#### 3.1. Електростатичне поле в вакуумі

Електростатика. Електричний заряд і його властивості. Закон збереження електричних зарядів. Закон Кулона. Електростатичне поле. Напруженість поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Графічне

зображення електростатичних полів. Метод диференціювання-інтегрування для розрахунку електростатичного поля.

### **Опис векторного поля**

Потік вектора  $\vec{E}$ . Теорема Гаусса для електростатичного поля та її диференціальна форма. Дивергенція вектора  $\vec{E}$ . Циркуляція і ротор вектора  $\vec{E}$ . Теорема Стокса.

**Обчислення напруженості деяких найпростіших електростатичних полів на основі теореми Гаусса.** Обчислення напруженості поля зарядженої площини та двох паралельних площин, поля сферичної поверхні і рівномірно зарядженої кулі та нескінченно довгого прямого рівномірно зарядженого циліндра.

### **Потенціал електростатичного поля**

Потенціал електростатичного поля, принцип суперпозиції полів для потенціала. Зв'язок між потенціалом та напруженістю. Еквіпотенціальні поверхні. Робота при переміщенні електричного заряду в електростатичному полі. Теорема про циркуляцію вектора  $\vec{E}$ .

#### **3.2. Діелектрик та провідник в зовнішньому електростатичному полі**

Діелектрики. Полярні і неполярні молекули. Електричний диполь. Поляризація діелектриків. Опис електричного поля в діелектриках. Електричне зміщення  $\vec{D}$ . Дивергенція вектора  $\vec{D}$ . Сегнетоелектрики.

Провідник в зовнішньому електростатичному полі. Рівновага зарядів на провіднику.

#### **3.3. Електрична ємність**

Електроємність відокремленого провідника. Взаємна електроємність. Конденсатори. Плоский, циліндричний, сферичний конденсатор та їх ємність. З'єднання конденсаторів.

#### **3.4. Енергія електростатичного поля**

Енергія системи точкових зарядів. Енергія зарядженого провідника. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія електростатичного поля.

## **4. ПОСТІЙНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ**

### **4.1. Постійний електричний струм та його характеристики**

Електричний струм, постійний та змінний струм, сила і густина струму. Рівняння неперервності. Електрорушійна сила. Напруга. Закони Ома, Джоуля-Ленца. Робота та потужність постійного струму. ККД джерела струму. Правила Кірхгофа для розгалужених кіл.

### **4.2. Класична електронна теорія електропровідності металів. Закони постійного струму**

Основи класичної електронної теорії електропровідності металів та її експериментальне підтвердження. Закони Ома, Джоуля-Ленца та розгляд їх на підставі теорії Друде-Лоренца.

### **4.3. Робота виходу електрона з металу.**

Робота виходу електрона, електронна емісія. Термоелектронна емісія. Контактна різниця потенціалів, закони Вольта. Термоелектронні явища: Зеєбека, Пельтьє, Томсона.

## **5. ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ**

### **5.1. Магнітне поле і його характеристики**

Магнітне поле в вакуумі. Вектор магнітної індукції. Магнітне поле рухомого заряду. Силі лінії магнітного поля. Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого та колового струмів.

Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в магнітному і електричному полях. Циклотрон.

Сила Ампера. Взаємодія провідників зі струмом.

Замкнутий контур зі струмом у магнітному полі. Магнітний момент контуру зі струмом. Момент сил, що діє на контур зі струмом в магнітному полі.

### **5.2. Закон Ампера.**

Потік вектора індукції магнітного поля  $\vec{B}$ . Теорема Гаусса для магнітного поля. Дивергенція вектора  $\vec{B}$ .

Циркуляція вектора  $\vec{B}$ . Закон Ампера (закон повного струму). Вихровий характер магнітного поля. Ротор вектора  $\vec{B}$ . Теорема Стокса для магнітного поля. Магнітне поле соленоїда і тороїда.

### **5.3. Контур зі струмом в зовнішньому магнітному полі**

Дія магнітного поля на контур зі струмом. Робота при переміщенні контуру зі струмом в магнітному полі. Робота переміщення провідника зі струмом в постійному магнітному полі.

### **5.4. Магнітне поле в магнетиках. Класифікація магнетиків**

Намагнічування магнетиків. Опис магнітного поля в магнетиках. Магнітний момент електрона і атома. Вектор намагніченості. Магнітна сприйнятливість і проникність магнетиків. Вектор напруженості магнітного поля  $\vec{H}$ . Закон Ампера для вектора  $\vec{H}$ . Ротор вектора  $\vec{H}$ . Діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики. Намагнічування і перемагнічування феромагнетиків. Магнітний гістерезис.

### **5.5. Електромагнітна індукція**

Взаємозв'язок між електричним та магнітним полем. Електромагнітна індукція, закон Фарадея. Правило Ленца. Струми Фуко.

Диференціальна форма узагальненого закону Фарадея.

Явище самоіндукції. Індуктивність. Взаємоіндукція. Струми при розмиканні і замиканні кола.

Енергія магнітного поля струму. Енергія і густина енергії магнітного поля.

### **5.6. Електромагнітні коливання**

Квазістаціонарний струм. Діючі значення сили струму і напруги. Векторні діаграми. Коливальний контур. Незгасаючі вільні коливання. Згасаючі коливання. Вимушені коливання. Резонанс.

### **5.7. Електромагнітне поле**

Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Електромагнітне поле. Загальна характеристика теорії Максвелла. Характеристика рівнянь Максвелла. Повна система рівнянь Максвелла в інтегральній і диференціальній формах. Хвильове рівняння для електромагнітного поля.

### **5.8. Електромагнітні хвилі**

Плоска електромагнітна хвиля. Плоска електромагнітна хвиля в однорідному середовищі, швидкість поширення хвилі. Випромінювання елементарного диполя. Випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца.

Енергія електромагнітної хвилі. Потік енергії. Вектор Умова-Пойтінга.

## **6. ХВИЛЬОВА ОПТИКА**

### **6.1 Світло. Інтерференція світла**

Корпускулярно-хвильова природа світла. Закони лінійної оптики. Фотометричні характеристики та їх величини. Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція світла. Розрахунок інтерференційної картини. Способи спостереження інтерференції. Інтерференція на тонких плівках. Інтерферометри.

### **6.2. Дифракція світла**

Явище дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля від круглого отвору і круглого диска. Дифракція Фраунгофера від щілини та від ґратки. Дифракція рентгенівських променів. Голографія.

### **6.3. Природне і поляризоване світло**

Закон Малюса. Поляризація при заломленні та відбиванні. Поляризація при подвійному променезаломленні.

### **6.4. Взаємодія світла з речовиною**

Дисперсія світла. Обертання площини поляризації. Поглинання та розсіювання світла.

## **7. КВАНТОВА ОПТИКА**

### **7.1. Теплове випромінювання**

Теплове випромінювання і люмінесценція. Випромінювальна та поглинальна здатність тіла, закон Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джінса.

### **7.2. Фотони**

Фотони та їх властивості. Фотоефект. Формула Планка для теплового випромінювання. Гальмівне рентгенівське випромінювання.

## **8. АТОМНА ФІЗИКА**

### **8.1. Боровська теорія атома водню**

Закономірності в атомних спектрах. Моделі атома Томсона і Резерфорда. Постулати Бора. Досліди Франка і Герца. Елементарна Боровська теорія атома водню.

## 8.2. Хвильові властивості мікрочастинок

Гіпотеза де Бройля, хвильові властивості мікрочастинок. Принцип невизначеностей Гейзенберга.

## 8.3. Рівняння Шредінгера

Рівняння Шредінгера для нестационарного і стаціонарного поля. Фізичний зміст і властивості хвильової функції «пси».

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова література:

1. Курс загальної фізики : навчальний посібник / В.М. Вакалюк, А.В. Вакалюк ; Міністерство освіти і науки України, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021
2. Збірник задач із загальної фізики: навч. посіб. для студентів інженерно-технічних спеціальностей./ уклад.: В. П. Бригінець, І. М. Репалов, Л. П. Пономаренко, Н. О. Якуніна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 230 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51252>
3. Л. Д. Дідух Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. — 464 с.
4. Електрика та магнетизм : підручник для студентів інженерно-фізичних факультетів / М. О. Азаренков, Л. А. Булавін, В. П. Олефір. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 564 с.
5. Оптика : навчальний посібник / А. В. Попов, Р. В. Вовк, В. І. Білецький. – 2-ге вид. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 100 с.
6. Фізика. Основи електродинаміки / Павло Віктор ; перекладач Тамари Клюкіна. - Київ : ВООКСНЕФ, 2021.
7. Фізика. Електромагнетизм. Електричне поле в речовині. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Літаки і вертольоти», «Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем», «Інженерія безпілотних та автономних систем», «Систем керування літальними апаратами та комплексами» спец. 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, 173 Авіоніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. В. Чурсанова, О. В. Дрозденко, М. О. Стретович.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 41 с. Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66909>

### Додаткова література:

1. І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик, Загальний Курс Фізики. Т.2 Електрика і Магнетизм. – К: Техніка, 1999.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Т.3. Оптика. Квантова фізика. – К: Техніка, 1999.
3. Т. Г. Січкара, Електрика і Магнетизм. Курс Лекцій. Навчальний Посібник Для Студентів Фізичних Спеціальностей (НПУ імені М.П. Драгоманова, Київ, 2021).
4. В. П. Черкашин, Електрика і Магнетизм, Методичні Вказівки До Лабораторних Робіт з Фізики., КПІ (Київ, 1992).
5. Колобродов, В. Г. Хвильова оптика. Частина 1. Електромагнітна теорія світла та інтерференція [Електронний ресурс] : підручник для студентів / КПІ ім. Ігоря Сікорського; В. Г. Колобродов. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,33 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 210 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/20753>
6. Колобродов В.Г. Хвильова оптика. Частина 2. Дифракція і поляризація світла [Електронний ресурс] : підручник для студентів / В. Г. Колобродов ; КПІ ім. І. Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,22 Мбайт). – Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2018. – 230 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23244>
7. Загальна фізика : підручник / Г.С. Фелінський ; Міністерство освіти і науки України, Київський

національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ : Видавництво "Каравела", 2020. - 655 с.

8. Збірник задач з фізики : навчальний посібник / І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, С.О. Юр'єв, О.Б. Біленька [та 14 інших] ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. - 242 с.
9. Розв'язування задач із фізики: електрика та магнетизм : навчальний посібник / О.В. Лисенко, Г.А. Олексієнко ; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний університет. - Суми : Сумський державний університет, 2017. - 283 с.

#### Інтернет-ресурси:

1. Електронна бібліотека: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/page/view.php?id=1002>
2. Лабораторний практикум: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/page/view.php?id=540>
3. ФІЗИКА. ВЧИМОСЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗАДАЧІ: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/page/view.php?id=370>

### Навчальний контент

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

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

#### Лекційні заняття

| Розділ 3. ЕЛЕКТРОСТАТИКА  |  |
|---|--|
| Тема 3.1. Електростатичне поле в вакуумі                                |  |
| 1   | <b>Л-1. Електростатичне поле у вакуумі.</b> Електростатика. Електричний заряд та його властивості. Закон Кулона. Напруженість поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Графічне зображення електростатичних полів. Метод диференціювання-інтегрування для розрахунку електростатичного поля.  |
| 2   | <b>Л-2. Опис векторного поля.</b> Потік вектора напруженості електростатичного поля. Теорема Гаусса. Дивергенція вектора напруженості електростатичного поля. Циркуляція і ротор вектора напруженості. Теорема Стокса.<br><b>Обчислення напруженості електростатичного поля на основі теореми Гаусса.</b> Обчислення напруженості поля зарядженої площини та двох паралельних площин, поля сферичної поверхні і рівномірно зарядженої кулі та нескінченно довгого прямого рівномірно зарядженого циліндра. |
| 3   | <b>Л-3. Потенціал електростатичного поля.</b> Потенціал електростатичного поля, принцип суперпозиції полів для потенціала. Зв'язок між потенціалом та напруженістю. Еквіпотенціальні поверхні. Робота при переміщенні електричного заряду в електростатичному полі. Теорема про циркуляцію вектора напруженості електростатичного поля.  |
| Тема 3.2. Діелектрик та провідник в зовнішньому електростатичному полі. |  |
| 4   | <b>Л-4. Електростатичне поле в діелектриках.</b> Діелектрики. Полярні і неполярні молекули. Електричний диполь. Поляризація діелектриків. Опис електричного поля в діелектриках. Вектор електричного зміщення. Теорема Гаусса для вектору електричного зміщення.<br><b>Провідник у зовнішньому електростатичному полі.</b> Рівновага зарядів на провіднику.  |
| Тема 3.3. Електрична ємність.   |  |

| <b>Тема 3.4. Енергія електричного поля</b>                            |   |
|---|---|
| <b>5</b>  | <b>Л-5. Електроємність. Конденсатори.</b> Електроємність відокремленого провідника. Взаємна електроємність. Конденсатори. Плоский, циліндричний, сферичний конденсатори та їх ємність. З'єднання конденсаторів. Енергія системи точкових зарядів. Енергія зарядженого провідника. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія електростатичного поля.   |
| <b>Розділ 4. ПОСТІЙНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ</b>                          |   |
| <b>Тема 4.1. Постійний електричний струм та його характеристики</b>   |   |
| <b>6</b>  | <b>Л-6.</b> Електричний струм. Рівняння неперервності. Постійний електричний струм, сила і густина струму. Опір провідників. Закон Ома для однорідної, неоднорідної ділянки і повного кола.<br>Сторонні сили. Електрорушійна сила. Напруга. Правила Кірхгофа для розгалужених кіл. Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца. ККД джерела струму. Явище надпровідності  |
| <b>Розділ 5. ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ</b>                                     |   |
| <b>Тема 5.1. Магнітне поле і його характеристики</b>                  |   |
| <b>7</b>  | <b>Л-7.</b> Магнітне поле і його характеристики. Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого і кругового струмів.   |
| <b>8</b>  | <b>Л-8.</b> Сили у магнітному полі. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в магнітному і електричному полях. Циклотрон.   |
| <b>9</b>  | <b>Л-9.</b> Сила Ампера. Магнітна взаємодія струмів. Замкнутий контур зі струмом у магнітному полі. Магнітний момент контуру зі струмом. Момент сил, що діє на контур зі струмом в магнітному полі. Робота при переміщенні контуру з струмом в магнітному полі. Робота переміщення провідника зі струмом в постійному магнітному полі.  |
| <b>Тема 5.2. Закон Ампера.</b>  |   |
| <b>10</b>   | <b>Л-10.</b> Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного поля. Циркуляція вектора індукції магнітного поля. Закон повного струму (закон Ампера). Вихровий характер магнітного поля. Магнітне поле соленоїда і тороїда.   |
| <b>Тема 5.3. Магнітне поле в магнетиках. Класифікація магнетиків.</b> |   |
| <b>11</b>   | <b>Л-11.</b> Намагнічування магнетиків. Опис магнітного поля в магнетиках. Магнітний момент електрона і атома. Гіромагнітне відношення. Ларморівська прецесія. Вектор намагніченості. Магнітна сприйнятливості і проникність магнетиків.<br>Вектор напруженості магнітного поля. Закон Ампера для вектора напруженості магнітного поля.<br>Класифікація магнетиків. Діамагнетики. парамагнетики, феромагнетики. Намагнічування і перемагнічування феромагнетиків. Магнітний гістерезис. |
| <b>Тема 5.4. Електромагнітна індукція</b>                             |   |
| <b>12</b>   | <b>Л-12.</b> Взаємозв'язок між електричним та магнітним полем. Електромагнітна індукція, закон Фарадея. Правило Ленца. Струми Фуко. Явище самоіндукції. Індуктивність. Взаємоіндукція. Струми при розмиканні і замиканні кола. Енергія магнітного поля струму. Енергія і густина енергії магнітного поля.   |
| <b>Тема 5.5. Електромагнітні коливання</b>                            |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>13</b>   | <b>Л-13.</b> Квазістаціонарний струм. Діючі значення сили струму і напруги. Векторні діаграми. Коливальний контур. Незгасаючі вільні коливання. Згасаючі коливання. Вимушені коливання. Резонанс.   |
| <b>Тема 5.6. Електромагнітне поле</b>   |   |
| <b>14</b>   | <b>Л-14.</b> Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Електромагнітне поле. Загальна характеристика теорії Максвелла. Характеристика рівнянь Максвелла. Матеріальні рівняння. Граничні умови. Повна система рівнянь Максвелла в інтегральній і диференціальній формах.  |
| <b>Тема 5.7. Електромагнітні хвилі</b>  |   |
| <b>15</b>   | <b>Л-15.</b> Хвильове рівняння для електромагнітного поля. Плоска електромагнітна хвиля в однорідному середовищі, швидкість поширення хвилі. Випромінювання електромагнітних хвиль. Випромінювання елементарного диполя. Досліди Герца. Енергія електромагнітної хвилі. Потік енергії. Вектор Умова-Пойтінга.   |
| <b>Розділ 6. ХВИЛЬОВА ОПТИКА</b>  |   |
| <b>Тема 6.1 Світло. Інтерференція світла</b><br><b>Тема 6.2. Дифракція світла</b><br><b>Тема 6.3. Природне і поляризоване світло</b><br><b>Тема 6.4. Взаємодія світла з речовиною</b> |   |
| <b>16</b>   | <b>Л-16.</b> Корпускулярно-хвильова природа світла. Закони лінійної оптики. Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція світла. Способи спостереження інтерференції. Явище дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракційна ґратка. Поляризоване світло. Закон Малюса. Поляризація при заломленні та відбиванні. Поляризація при подвійному променезаломленні. Дисперсія світла.   |
| <b>Розділ 7. КВАНТОВА ОПТИКА</b>  |   |
| <b>Тема 7.1. Теплове випромінювання</b><br><b>Тема 7.2. Фотони</b>  |   |
| <b>17</b>   | <b>Л-17.</b> Теплове випромінювання і люмінесценція. Випромінювальна та поглинальна здатність тіла, закон Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джінса. Фотони та їх властивості. Фотоефект. Формула Планка для теплового випромінювання. Гальмівне рентгенівське випромінювання.   |
| <b>Розділ 8. АТОМНА ФІЗИКА</b>  |   |
| <b>Тема 8.1. Боровська теорія атома водню</b><br><b>Тема 8.2. Хвильові властивості мікрочастинок</b><br><b>Тема 8.3. Рівняння Шредінгера</b>  |   |
| <b>18</b>   | <b>Л-18.</b> Закономірності в атомних спектрах. Моделі атома Томсона і Резерфорда. Постулати Бора. Досліди Франка і Герца. Елементарна Боровська теорія атома водню. Гіпотеза де Бройля, хвильові властивості мікрочастинок. Принцип невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінгера для нестационарного і стаціонарного поля. Фізичний зміст і властивості хвильової функції «пси». |

### Практичні заняття

Основним завданням практичних занять є закріплення знань, отриманих на лекціях.



| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань  | Кількість ауд. годин |
|-------|--|----------------------|
| 1     | П-1 Електростатика. Закон Кулона. Напруженість електростатичного поля. Принцип суперпозиції полів.   | 2                    |
| 2     | П-2 Метод Ді для розрахунку електростатичних полів.  | 2                    |
| 3     | П-3 Теорема Гаусса для розрахунку електростатичних полів.  | 2                    |
| 4     | П-4 Потенціал електростатичного поля. Робота по переміщенню заряду в полі.   | 2                    |
| 5     | П-5. Рух зарядженої частинки в однорідному електричному полі. Конденсатори. Енергія електричного поля.   | 2                    |
| 6     | П-6. Постійний електричний струм. Опір провідників. Закон Ома. Робота і потужність електричного струму, ККД джерела струму. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа для розгалужених кіл. | 2                    |
| 7     | П-7. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого і кругового струмів.  | 2                    |
| 8     | П-8. Сила Ампера. Взаємодія провідників зі струмом.  | 2                    |
| 9     | П-9. Магнітний момент. Момент сили що діє на контур зі струмом у зовнішньому магнітному полі.  | 2                    |
| 10    | П-10 Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в однорідному магнітному полі   | 2                    |
| 11    | П-11 Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Правило Ленца.   | 2                    |
| 12    | П-12 Самоіндукція. Струми замикання та розмикання кола. Коливальний контур   | 2                    |
| 13    | П-13 Основи геометричної оптики.   | 2                    |
| 14    | П-14. Основи хвильової оптики. Інтерференція. Способи спостереження інтерференції. Інтерференція на тонких плівках.  | 2                    |
| 15    | П-15 Дифракція світла. Дифракційна ґратка.   | 2                    |
| 16    | П-16 Поляризоване світло. Закон Малюса. Поляризація при заломленні та відбиванні.  | 2                    |
| 17    | П-17 Основи квантової оптики. Закони теплового випромінювання. Фотони та їх властивості. Фотоефект.  | 2                    |
| 18    | П-18 Основи атомної фізики. Постулати Бора. Хвильові властивості мікрочастинок.  | 2                    |
|       | ВСЬОГО ГОДИН   | 36                   |

### Лабораторні заняття

Виконання лабораторних робіт передбачає: поглиблення знань з теоретичного курсу; набуття навиків планування та постановки експериментальних досліджень; набуття навиків статистичного обчислення експериментальних даних та представлення їх за вимогами діючої стандартизації; експериментальну перевірку виконання законів фізики.

### Теми лабораторних робіт

| № з/п | Назва лабораторної роботи   | Кількість аудиторних годин |
|-------|---|----------------------------|
| 1     | Вступне заняття (інструктаж з техніки безпеки)  | 2                          |
| 2     | 2-1 Визначення опору провідника за допомогою моста постійного струму (моста Уїтстона)<br><br>2-2 Вимірювання електрорушійної сили методом компенсації | 2                          |
| 3     | 2-3 Визначення ємності конденсатора методом балістичного гальванометра<br><br>2-4 Вивчення електронного осцилографа                                   | 2                          |
| 4     | 2-5 Вивчення електростатичного поля   | 2                          |
| 5     | 2-9 Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона   | 2                          |
| 6     | 2-11 Знімання кривої намагнічування та петлі гістерезису феромагнетиків у змінних магнітних полях   | 2                          |
| 7     | 2-12 Вимірювання індукції магнітного поля електромагніта  | 2                          |
| 8     | 2-7 Дослідження термоелектрорушійної сили<br><br>2-8 Дослідження термоелектронної емісії  | 2                          |
| 9     | 2-13 Дослідження вільних загасаючих коливань у контурі<br><br>2-14 Вивчення вимушених коливань у послідовному коливальному контурі                    | 2                          |
|       | <b>ВСЬОГО ГОДИН</b>   | <b>18</b>                  |

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає у підготовці завдань, отриманих на попередніх лекційних практичних або лабораторних заняттях.

Згідно навчального плану пропонуються індивідуальні семестрові завдання у вигляді самостійного вивчення окремих теоретичних питань, які не розглядались на лекціях, модульної контрольної роботи, розв'язку задач на кожному практичному занятті, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В рамках вивчення дисципліни ставиться наступний перелік вимог перед студентом:

- обов'язкове відвідування лекцій, практичних, та лабораторних занять;
- на заняттях уважно та добросовісно ставитись до отриманого матеріалу, проявляти активність та показувати небайдужість до предмету;
- студент самостійно оформлює лабораторну роботу, згідно протоколу, надає висновки та відповіді на контрольні запитання. Під час захисту на занятті, або на консультації, відповідає на питання викладача;
- студент самостійно виконує індивідуальні завдання з практики, та під час захисту на занятті, або на консультації, відповідає на питання викладача;
- перескладати практичні та лабораторні заняття можна на консультації;
- застосовується політика заохочувальних/штрафних балів (див. РСО), які студент може заробити протягом навчального семестру; всі заохочувальні бали враховуються тільки на екзамені за умови допуску;
- додаткові бали за проходження адаптаційного курсу з фізики від ІМЯО КПІ ім. Ігоря Сікорського нараховуються відповідно до балів, вказаних у сертифікаті, після отримання допуску до екзамену.
- політика та принципи академічної добросовісності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

### Види контролю:

Поточний контроль: усне і письмове опитування за темою занять, виконання та захист практичних завдань, виконання та захист лабораторних робіт, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів , що він отримує за:

### **Стартова складова** (навчальна робота у семестрі)

1. - виконання та захист 6 лабораторних робіт;
2. - виконання та захист практичних занять;
3. - модульну контрольну роботу;

### **Екзаменаційна складова**

4. - відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

### **Стартова складова**

#### 1. Практичні заняття

Ваговий бал - 1 бал.

Максимальна кількість балів, одержаних на практичних заняттях (1 бал x 18) дорівнює **18** балів.

- виконання домашнього завдання (не менше 75% від усіх завдань), активна робота на занятті, повні правильні відповіді - 1 бал
- виконання домашнього завдання (не менше 75% від усіх завдань), правильні неповні відповіді – 0,8 бали
- виконання домашнього завдання (не менше 75% від усіх завдань), задовільна відповідь – 0,6 балів
- виконання домашнього завдання (не менше 75% від усіх завдань) – 0,5 бали

- невиконання домашнього завдання, незадовільна відповідь – 0 балів

## 2. Лабораторні роботи

Ваговий бал - 3 бали.

Максимальна кількість балів, одержаних на лабораторних заняттях (3 бали x 6) дорівнює **18** балів.

Для того щоб лабораторна робота була **зарахована**, студенту необхідно

- підготуватися до виконання роботи, написати власноруч відповіді на контрольні запитання до роботи (не менше 75% від усіх запитань до роботи);
- одержати допуск до виконання роботи;
- здійснити лабораторний експеримент, виконуючі всі пункти порядку виконання роботи та обробки експериментальних даних, зазначені у протоколі до роботи; охайно заповнити протокол та виконати необхідні графічні побудови на міліметровому папері; виконати мету роботи та написати висновок;
- здати теоретичну частину роботи через тестування або співбесіду;
- виправити зауваження викладача

**Зарахована робота** оцінюється наступним чином:

- повна правильна відповідь без зауважень- 2,5 - 3 бали
- неповна відповідь, наявність зауважень до роботи - 1,5 - 2 бали
- задовільна відповідь, наявність суттєвих зауважень до роботи 0,5 – 1 бал
- непередготовленість до лабораторної роботи – 0 балів

## 3. Модульний контроль

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює **14** балів.

- правильний розв'язок всіх завдань МКР та повна правильна відповідь на всі питання під час захисту – 14 бали
- наявність помилок в розв'язанні завдань та неповна відповідь на питання під час захисту, в залежності від кількості задач та відповідей на питання – (6-13 балів)
- наявність помилок в розв'язанні завдань та відсутність захисту, в залежності від кількості задач– (1-5 балів)
- неправильне розв'язання завдань – 0 балів

### Заохочувальні та штрафні бали:

Заохочувальні бали можна заробити лише протягом навчального семестру.

- за правильну відповідь на питання під час обговорення на лекції студент отримує +0,5 бали;
- за зайняття призового місця на всеукраїнській/міжнародній студентській олімпіаді, турнірі, конкурсі тощо з дисципліни «Фізика» студент отримує за перше місце +7 балів, за 2 - 3 місце +5 балів, за 4 - 5 місце +3 бали;
- за підготовку тез та участь у всеукраїнській/міжнародній студентській конференції з дисципліни «Фізика» студент отримує +5 балів;
- за підготовку та публікацію дослідницької статті у фаховому журналі з дисципліни «Фізика» студент отримує +7 балів.

Заохочувальні бали враховуються тільки на екзамені після отримання допуску.

Додаткові бали за проходження адаптаційного курсу з фізики від ІМЯО КПІ ім. Ігоря Сікорського нараховуються відповідно до балів, вказаних у сертифікаті, після отримання допуску до екзамену.

Штрафні бали можна одержати за

- недопуск до лабораторної роботи – (-0,5 ) балів;
- несвоєчасне подання МКР – втрата права заробити бали за захист МКР.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом I семестру складає:

$$R_c = 18 + 18 + 14 = 50 \text{ балів}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, всіх практичних робіт та виконання МКР, а також стартовий рейтинг не менше 60% від **R<sub>c</sub>**, тобто **30 балів**.

**Екзаменаційна складова** шкали дорівнює: **R<sub>e</sub> = 50 балів**

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

#### Критерії визначення бальної оцінки на екзамені

Повна відповідь на теоретичні питання білета (не менше 90% потрібної інформації), вирішена задача, повна відповідь на додаткові питання по вивченій темі - **45 - 50 балів**.

Достатньо повна відповідь на теоретичні питання білета (не менше 75% потрібної інформації), вирішена задача, неповна відповідь на додаткові питання по вивченій темі - **38 - 44 балів**.

Неповна відповідь на теоретичні питання білета (не менше 60% потрібної інформації), вирішена задача, не відповідь на додаткові питання по вивченій темі - **30 - 37 балів**.

Незадовільна відповідь на теоретичні питання білета, помилки при вирішенні задачі, відповідь на додаткові питання по вивченій темі - **5 – 29 балів**.

Незадовільна відповідь на теоретичні питання білета, не вирішена задача та не відповідь на додаткові питання по вивченій темі - **0 балів**.

Для отримання студентами відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка  $R_R$  переводиться згідно таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів           | Оцінка       |
|---------------------------|--------------|
| 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  |

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання до семестрового контролю:

1. Електричний заряд. Дискретність заряду. Закон збереження заряду. Закон Кулона.
2. Електричне поле. Напруженість електричного поля точкового заряду.
3. Принцип суперпозиції електричних полів. Силові лінії.
4. Електричний диполь. Поле електричного диполя.
5. Момент сили, що діє на диполь в електричному полі. Енергія диполя в електричному полі.
6. Метод диференціювання-інтегрування для розрахунку електричних полів.
7. Потік вектора напруженості. Теорема Гаусса для електростатичного поля в вакуумі.
8. Поле рівномірно зарядженої, нескінченно протягнутої площини. Поле між двома нескінченно протяжними різнойменно зарядженими паралельними площинами.
9. Поле зарядженого циліндра.
10. Поле зарядженої сфери.
11. Робота сил електростатичного поля. Циркуляція вектора напруженості електричного поля.
12. Потенціальний характер електростатичного поля. Потенціал. Еквіпотенціальні поверхні
13. Потенціал поля точкового заряду і поля, створюваного системою точкових зарядів. Різниця потенціалів.
14. Зв'язок між напруженістю електричного поля і потенціалом.
15. Електричне поле в діелектриках. Полярні і неполярні діелектрики. Дипольний момент діелектрика.
16. Полярізація діелектриків. Вектор поляризації.
17. Напруженість електричного поля в діелектрику. Діелектрична проникність.
18. Теорема Гаусса для поля в діелектрику. Зв'язок векторів  $D$  - зміщення,  $E$  – напруженості,  $P$  – поляризації.
19. Провідники в електростатичному полі.
20. Електрична ємність відокремленого провідника. Електрична ємність конденсатора. Плоский

конденсатор.

21. Енергія зарядженого провідника, системи заряджених провідників і конденсатора.
22. Енергія електричного поля. Густина енергії електричного поля в діелектрику і вакуумі.
23. Електричний струм. Характеристики електричного струму: сила струму, вектор густини струму.
24. Електрорушійна сила джерела струму. Напруга.
25. Закон Ома для однорідної ділянки кола. Електричний опір, питомий опір. Залежність опору провідників від температури.
26. Закон Ома в диференціальній формі. Питома електропровідність.
27. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Закон Ома для замкненого кола.
28. Закон Джоуля - Ленца. Робота і потужність струму. ККД джерела струму.
29. Правила Кирхгофа.
30. Магнітне поле в вакуумі. Магнітний момент контуру зі струмом. Вектор магнітної індукції. Силові лінії магнітного поля (3.1).
31. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції магнітних полів
32. Магнітне поле прямого струму.
33. Магнітне поле кругового струму.
34. Сила Ампера. Взаємодія провідників зі струмом
35. Сила Лоренца. Рух зарядженої частинки в магнітному полі.
36. Замкнутий контур зі струмом. Магнітний момент. Момент сили що діє на контур зі струмом у зовнішньому магнітному полі.
37. Закон Ампера. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції. Вихровий характер магнітного поля.
38. Магнітне поле соленоїда.
39. Магнітне поле тороїда.
40. Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного поля.
41. Робота переміщення провідника зі струмом в постійному магнітному полі.
42. Магнітне поле в речовині. Магнітні моменти атомів.
43. Вектор намагніченості. Напруженість магнітного поля. Магнітна проникність речовини.
44. Види магнетиків: Діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики. Магнітна проникність і магнітне поле магнетиків.
45. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца.
46. Явище самоіндукції. Індуктивність. Електрорушійна сила самоіндукції.
47. Струми при розмиканні та замиканні кола.
48. Енергія магнітного поля. Густина енергії магнітного поля.
49. Основи теорії Максвелла.
50. Перше рівняння Максвелла. Закон Фарадея - Максвелла.
51. Струм зміщення. Закон Ампера-Максвелла.
52. Третє і четверте рівняння Максвелла.
53. Повна система рівнянь Максвелла в диференціальній формі. Матеріальні рівняння. Граничні умови.
54. Розв'язок системи рівнянь Максвелла.
55. Електромагнітна хвиля

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

**Складено:** доцент, кандидат фіз.-мат. наук, Чурсанова Марина Валеріївна, асистент Назарчук Світлана Степанівна.

**Ухвалено:** кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів (протокол № 06-24 від 11.06.2024)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТ (протокол №6 від 21.06.2024 р.)