

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Фізики» (№ 505)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1

 Сергій НИЖНИК

«28» серпня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: Інженерія, виробництво та будівництво

(цифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією),
G11 Машинобудування (за спеціалізаціями),
G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Нетрадиційні та відновлювані джерела
енергії, Геометричне моделювання та візуалізація
промислових виробів, Ракетно-космічна техніка

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Ігор ЛУНЬОВ, доц., к.техн.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
фізики (№ 505)

Протокол № 1 від « 25 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф. _____
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Олег ЧУГАЙ
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ студент групи 420 _____

(підпис)

Даніїл ХАРЛАМЕНКО_
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Луньов Ігор Валентинович, к.техн.н., доцент кафедри фізики. Дисципліну «Фізика» викладає з 1996 року.

Напрямок наукових досліджень: плазмові технології нанесення покриттів, властивості напівпровідників.

e-mail: igor.lunev@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1.2 і 2.1.

Обсяг дисципліни:

10 кредитів ЄКТС (300 годин), у тому числі аудиторних – 160 годин, самостійної роботи здобувачів – 140 годин.

Форми здобуття освіти

Денна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, лабораторні, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – модульний контроль, іспит, залік.

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – вища математика.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – відсутні.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Сформувати у здобувачів вищої освіти уявлення про сучасну фізичну картину світу, надати знання про найбільш важливі принципи та закони, що визначають будову і найпростіші форми руху матерії, підготувавши тим самим їх до якісного вивчення загально технічних та спеціальних дисциплін, надати первинні знання про експериментальне дослідження явищ.

Завдання

Надати знання про сучасну фізичну картину світу, навчити застосовувати основні закони фізики до вирішення практичних задач, які виникнуть при засвоєнні спеціальних дисциплін, й подальшої професійної діяльності, навчити дослідницької діяльності.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- здатність аналізувати фізичні явища як природного походження, так і технологічні, з точки зору фундаментальних фізичних принципів і знань, а також на основі відповідних математичних методів;
- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;
- здатність до абстрактного мислення;
- здатність вчитися і бути сучасно освіченими, усвідомлювати можливість навчання впродовж життя;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;
- здатність застосовувати базові знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації, візуалізації та аналізу біосигналів, біомедичних даних та зображень біологічних об'єктів при розробці та модернізації біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання**:

- уміння роботи оцінки порядку величини і знаходити відповідні рішення із чітким визначенням припущень та використанням спеціальних та граничних випадків;
- базові знання та розуміння основ фізики обсягом, необхідним для роботи в традиційних сферах застосування;
- уміння виконувати експерименти незалежно, а також описувати, аналізувати та критично оцінювати експериментальні дані;
- застосування знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки і синтезу інформації в предметній області.

4. Зміст навчальної дисципліни

СЕМЕСТР 1.2

Модуль 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка.

Змістовний модуль 1. Механіка матеріальної точки та системи точок

ТЕМА 1. Кінематика поступального та обертального рухів

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Кінематика поступального та обертального рухів».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 1 – 3 змістовного модуля 1, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*
- Механічний рух як найпростіша форма руху матерії. Кінематичні характеристики руху: радіус-вектор, швидкість та прискорення точки як похідні радіуса-вектора за часом. Нормальне і тангенціальне прискорення. Радіус кривизни траєкторії.
- Елементи кінематики обертального руху: вектор елементарного кута повороту тіла, кутова швидкість та кутове прискорення. Зв'язок поміж лінійними та кутовими швидкостями і прискореннями точок тіла, що обертається.
- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 2. Динаміка поступального руху

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Динаміка поступального руху».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт з тем 1 – 4 змістовного модуля 1, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*
- Динаміка матеріальної точки і абсолютно твердого тіла. Замкнена система тіл. Зовнішні та внутрішні сили. Другий закон Ньютона в універсальній та диференціальній формах. Основна задача динаміки та принципова схема її розв'язку. Центр мас механічної системи і закон його руху. Закон збереження імпульсу як фундаментальний закон природи, що впливає з однорідності простору.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 3. Динаміка обертального руху

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Динаміка обертального руху».*
- *Лабораторна робота: дві лабораторні роботи тем 1 – 4 змістовного модуля 1, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Момент сили відносно точки обертання. Момент сили відносно осі обертання. Момент імпульсу матеріальної точки та твердого тіла відносно нерухомої точки та осі обертання. Момент інерції точки, системи матеріальних точок та тіла відносно осі обертання. Рівняння моментів. Основне рівняння динаміки обертового руху твердого тіла відносно нерухомої осі. Моменти інерції тіл простої форми (кільця, диску та стрижня). Теорема Штейнера. Робота при обертовому русі. Кінетична енергія тіла, що обертається, та тіла, що котиться. Закон збереження моменту імпульсу та його зв'язок з ізотропністю простору.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 4. Робота та енергія. Закон збереження механічної енергії

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Робота та енергія. Закон збереження механічної енергії»).*
- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота тем 1 – 4 змістовного модуля 1, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Робота змінної сили і її вираз через криволінійний інтеграл. Потужність. Робота сил пружності, тяжіння, гравітаційної взаємодії, центральних сил. Енергія як універсальна міра різноманітних форм руху і взаємодії. Кінетична енергія механічної системи та її зв'язок з роботою зовнішніх та внутрішніх сил. Консервативні та неконсервативні сили. Поле, як форма матерії, що забезпечує силові взаємодії. Потенціальні силові поля. Умова потенціальності силового поля. Потенціальна енергія матеріальної точки у зовнішньому силовому полі і її зв'язок із силою, яка діє на матеріальну точку з боку цього поля. Потенціальна енергія системи. Закон збереження механічної енергії. Дисипація енергії. Закон збереження енергії, як проявлення однорідності часу.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

Змістовний модуль 2: Елементи гідромеханіки. Механічні коливання й хвилі

ТЕМА 5. Елементи гідромеханіки

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Загальні властивості рідин та газів. Гідростатика рідини, що не стискається. Кінематика рідини. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Формула Торрічеллі. Підйомна сила.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

ТЕМА 6. Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання

- *Форма занять: лекція, практична та лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Коливальний процес. Механічні гармонічні коливання».*

- *1 лабораторна робота із зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Коливальний процес. Гармонічні механічні коливання. Кінематичні характеристики гармонічних коливань. Додавання гармонічних коливань одного напрямку. Биття. Метод вектора амплітуди, що обертається. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

Диференціальне рівняння вільних незгасаючих коливань і його розв'язок. Пружинний та математичний маятники, періоди їх коливань. Фізичний маятник, період його коливань. Зведена довжина фізичного маятника. Енергія гармонічних коливань.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до практичного та лабораторного занять.

ТЕМА 7. Згасаючі та вимушені коливання

- *Форма занять: лекція, практична та лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Згасаючі та вимушені коливання».*

- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Диференціальне рівняння вільних згасаючих коливань і його розв'язок. Коефіцієнт згасання. Логарифмічний декремент згасання. Аперіодичні процеси. Диференціальне рівняння вимушених коливань і його розв'язок. Амплітуда зміщення та фаза вимушених коливань. Поняття про механічний резонанс. Резонанс у техніці.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 години. Опрацювання матеріалу лекції. Підготовка до практичного та лабораторного заняття.*

ТЕМА 8. Хвильові процеси

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Суцільне середовище. Хвильові процеси. Механізм утворення механічних хвиль в пружних середовищах. Поздовжні та поперечні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Плоска та сферична біжучі хвилі. Довжина хвилі та хвильове число.

Хвильове рівняння. Фазова швидкість та дисперсія хвиль. Енергія хвилі. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Когерентність хвиль. Інтерференція хвиль. Утворення стоячих хвиль. Рівняння стоячої хвилі та його аналіз.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до лабораторного заняття.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Змістовний модуль 3: Молекулярна фізика і термодинаміка

ТЕМА 9. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу

- *Форма занять: лекція, практична та лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Основи молекулярно-кінетичної теорії газів».*

- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Ідеальний газ. Тиск газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Головне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Середня кінетична енергія поступального руху молекул. Молекулярно-кінетичне тлумачення термодинамічної температури. Кількість ступенів вільності молекули. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності молекул. Внутрішня енергія ідеального газу.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до практичного та лабораторних занять.

ТЕМА 10. Явища переносу в нерівноважних системах

- *Форма занять: лекція, практична та лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Середнє число зіткнень та середня довжина вільного пробігу молекул. Поняття про вакуум. Явища переносу в термодинамічно нерівноважних системах. Дослідні закони дифузії, внутрішнього тертя та теплопровідності. Молекулярно-кінетична теорія цих явищ. Коефіцієнти дифузії, внутрішнього тертя та теплопровідності.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до лабораторного заняття.

Тема 11. Перший та другий закони термодинаміки. Теплові машини.

- *Форма занять: лекція, практична та лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Перший закон термодинаміки і його використання в аналізі процесів в ідеальному газі. Другий закон термодинаміки. Теплові машини».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт зазначеної теми, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади і приладдя, що необхідні для виконання лабораторної роботи.*

Робота газу при змінюванні його об'єму. Кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Використання першого закону термодинаміки в аналізі ізопроцесів ідеального газу. Теплоємність. Питома та молярна теплоємності. Залежність теплоємності ідеального газу від типу процесу. Формула Маєра. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона для адіабатичного процесу.

Оборотні та необоротні процеси. Коловий процес (цикл). Теплові двигуни та холодильні машини, їх ККД. Цикл Карно та його ККД. Другий закон термодинаміки. Зведена кількість теплоти. Нерівність Клаузіуса. Ентропія. Інтегральне та диференціальне визначення ентропії. Ентропія ідеального газу. Термодинамічна імовірність стану системи. Формула Больцмана для ентропії.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин. Опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до практичного та лабораторних занять.*

Модуль 3. Електромагнетизм

Змістовний модуль 4. Електростатика та постійний електричний струм.

ТЕМА 5. Електростатичне поле у вакуумі.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Електростатичне поле у вакуумі».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 5 – 7 змістовного модуля 4, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Закон збереження електричного заряду. Електричне поле. Основні характеристики електростатичного поля – напруженість та потенціал. Напруженість як градієнт потенціалу. Принцип суперпозиції полів. Розрахунки електростатичних полів за методом суперпозиції. Поле диполя. Поле нескінченно довгої рівномірно зарядженої нитки. Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса для електростатичного поля у вакуумі. Застосування теореми Гауса для розрахунку електростатичних полів. Рівняння Пуассона та Лапласа. Основна задача електростатики і схема її розв'язку.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 6. Електричне поле у діелектриках

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Електричне поле у діелектриках».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Електростатичне поле в середовищі. Вільні та зв'язані заряди в діелектриках. Типи діелектриків. Деформаційна та орієнтаційна поляризація. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливність речовини. Електричне зміщення. Діелектрична проникність середовища. Зв'язок поляризованості з поверхневою густиною зв'язаних зарядів. Визначення напруженості поля в діелектриках. Сегнетоелектрики. П'єзоелектрики

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 7. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Провідники в електричному полі. Поле всередині провідників та на їх поверхні. Розподіл зарядів у провідниках. Електроємність відокремленого провідника. Взаємна електроємність двох провідників. Конденсатори і їх електроємність. Енергія зарядженого провідника та конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії електричного поля.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 8. Постійний електричний струм.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Постійний електричний струм».*

- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт теми 8 змістовного модуля 4, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Постійний електричний струм. Його характеристики та умови існування. Класична теорія електропровідності металів та її дослідне обґрунтування. Отримання закону Ома та закону Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Закон Відемана-Франца. Труднощі класичної теорії електропровідності металів. Температурна залежність питомого опору. Надпровідність. Високотемпературна надпровідність. Закон Ома в інтегральній формі. Різниця потенціалів, електрорушійна сила, спад напруги. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Розгалужені електричні кола. Правила Кірхгофа.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять.
Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
 - *Самостійна робота здобувачів – за необхідністю.*
- Підготовка до модульного контролю.

СЕМЕСТР 2.1

Модуль 3. Електромагнетизм

Змістовний модуль 5. Магнітне поле. Теорія Максвелла

ТЕМА 9. Магнітне поле і його властивості

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*
- *Практична робота: «Магнітне поле і його властивості».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 9 – 12 змістовного модуля 3, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Магнітне поле і його властивості. Магнітна індукція. Силкові лінії магнітного поля та їх властивості. Сила Ампера. Закон Ампера. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції. Магнітна індукція поля утвореного прямолінійним провідником зі струмом. Магнітне поле рухомого заряду. Магнітна індукція прямокутного витка зі струмом. Магнітна індукція колового струму. Магнітний момент витка зі струмом. Магнітна індукція поля соленоїда. Магнітна взаємодія провідників зі струмами. Закон Ампера. Одиниця сили струму – ампер. Контур зі струмом у однорідному магнітному полі. Обертковий момент сил, що діє на контур зі струмом у магнітному полі. Контур зі струмом у неоднорідному магнітному полі. Взаємодія двох нескінченних соленоїдів зі струмами. Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму (теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції) для магнітного поля у вакуумі. Магнітне поле соленоїда та тороїда.*

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять.
Формування питань до викладача.

ТЕМА 10. Рух заряджених частинок у магнітному полі.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Рух заряджених частинок у магнітному полі».*
- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 9 – 12 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Визначення питомого заряду частинок. Мас-спектрометрія. Принцип дії лінійних та циклічних прискорювачів заряджених частинок. Циклотрон. Синхротрон. Синхрофазотрон. Ефект Хола. Рухливість зарядів. МГД - генератор. Магнетрон.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 11. Явище електромагнітної індукції та самоіндукції

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Явище електромагнітної індукції та самоіндукції».*

- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 9 – 12 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Магнітний потік. Теорема Гауса для вектора магнітної індукції. Робота по переміщенню провідника та контуру зі струмом у магнітному полі. Потокозчеплення. Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея-Ленца. Правило Ленца. ЕРС на кінцях провідника, що рухається у магнітному полі. ЕРС в рамці, що обертається у магнітному полі. Поняття про ротор вектора. Теорема Стокса. Закон Фарадея в диференціальній формі. Струми Фуко. Явище самоіндукції. Індуктивність. Індуктивність довгого соленоїда. Індуктивність коаксіального кабелю. Струми при замиканні та розмиканні електричних кіл з індуктивністю. Екстра ЕРС. Взаємна індуктивність. Трансформатор. Енергія магнітного поля. Енергія системи провідників зі струмом. Об'ємна густина енергії магнітного поля.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 12. Магнітне поле у речовині. Магнетики

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

- *Практична робота: «Магнітне поле у речовині. Магнетики».*

- *Лабораторна робота: одна з лабораторних робіт тем 9 – 12 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

Магнітне поле у речовині. Мікро- та макроструми. Магнітні моменти атомів. Гіромагнітне відношення. Спін. Намагніченість. Теорема про

циркуляцію намагніченості. Напруженість магнітного поля. Теорема про циркуляцію напруженості магнітного поля. Види магнетиків. Магнітна сприйнятливість речовини та її залежність від температури. Магнітна проникність середовища. Сильні магнетики: феро-, фері- та антиферомагнетики. Крива намагнічування. Магнітний гістерезис. Домени. Точки Кюрі і Неєля. Спінова природа сильного магнетизму.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 15. Електромагнітні коливання.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Електромагнітні коливання».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота теми 15 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Коливальний контур. Період вільних незгасаючих коливань заряду, струму у коливальному контурі. Вільні згасаючі коливання в коливальному контурі та їх характеристики. Вимушені електричні коливання. Резонанс напруг і струмів. Добротність коливального контуру. Відносна півширина резонансної кривої. Змінний електричний струм. Ефективні значення напруги та струму. Потужність змінного струму.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 16. Теорія єдиного електромагнітного поля (теорія Максвелла)

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Теорія єдиного електромагнітного поля».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота теми 16 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Загальна характеристика теорії Максвелла для електромагнітного поля. Струм зміщення. Повна система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля в інтегральному та диференціальному виглядах. Матеріальні рівняння.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 17. Електромагнітні хвилі

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Електромагнітні хвилі».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота теми 17 змістовного модуля 5, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Електромагнітні хвилі у вакуумі. Основні властивості електромагнітних хвиль. Енергія електромагнітних хвиль. Густина потоку енергії. Вектор Пойнтінга. Досліди Герца. Випромінювання електромагнітних хвиль. Скін-ефект та його теорія. Шкала електромагнітних хвиль. Використання електромагнітних хвиль у науці та техніці.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 3

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Самостійна робота здобувачів.*

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 4. Хвильова та квантова оптика.

Змістовний модуль 6. Хвильова оптика

ТЕМА 18. Інтерференція світла

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Інтерференція світла».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота тем 18 – 20 змістовного модуля 6, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Інтерференція світла. Монохроматичність та когерентність світлових хвиль. Методи одержання когерентних джерел світла. Умови максимумів та мінімумів інтенсивності при інтерференції світла. Оптична довжина ходу променю. Оптична різниця ходу променів. Розрахунок інтенсивності світла на екрані при інтерференції від двох когерентних джерел світла. Інтерференція світла в тонких плівках. Просвітлення оптики. Інтерференція світла на клині. Інтерферометри.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 19. Дифракція світла.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Дифракція світла».*

- *Практична робота: «Взаємодія світла з речовиною».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота тем 18 – 20 змістовного модуля 56, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Дифракція світла і її умови. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Радіус зони Френеля. Векторна діаграма для розрахунку результуючої амплітуди. Дифракція Френеля на круглому отворі та диску. Дифракція Фраунгофера на щілині та дифракційних ґратах. Роздільна здатність оптичних пристроїв.

Дифракція на просторових ґратах. Рентгенівські промені та методи їх отримання. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Бреґа. Рентгеноструктурне дослідження кристалів. Фізичні основи голографії.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 20. Поглинання світла. Дисперсія світла

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Поглинання світла. Дисперсія світла».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Поглинання світла. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Дисперсія світла. Нормальна та аномальна дисперсії. Електронна теорія дисперсії світла. Ефект Доплера. Випромінювання Вавілова – Черенкова.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 21. Поляризація світла

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Поляризація світла».*

- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота теми 21 змістовного модуля 6, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Поляризація світла. Природне та поляризоване світло. Поляризація світла при відбиванні. Закон Брюстера. Аналіз поляризованого світла. Закон Малюса. Оптично неоднорідні середовища. Поляризація світла при розсіюванні. Подвійне променезаломлення. Одновісні кристали. Поляроїди та поляризаційні призми. Оптично активні речовини. Обертання площини поляризації. Оптична штучна анізотропія. Ефекти Керра та Фарадея.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять.
Формування питань до викладача.

Модульний контроль 3

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
 - *Самостійна робота здобувачів.*
- Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 7. Корпускулярні властивості світла

ТЕМА 22. Теплове випромінювання.

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Теплове випромінювання».*
- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота тем 22 змістовного модуля 7, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Теплове випромінювання. Енергетична світність та спектральна густина енергетичної світності. Поглинальна здатність тіла. Абсолютно чорне тіло. Закон Кірхгофа для теплового випромінювання. Закон Стефана – Больцмана. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Закони зміщення і випромінювання Віна.

Квантова гіпотеза та формула Планка. Отримання законів Стефана – Больцмана та Віна з формули Планка. Фізичні основи оптичної пірометрії.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять.
Формування питань до викладача.

ТЕМА 23. Квантові властивості світла. Зовнішній фотоефект

- *Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Зовнішній фотоефект».*
- *Лабораторна робота: одна лабораторна робота з теми 23 змістовного модуля 7, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.*

Зовнішній фотоефект та його закони. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту. Дослід Боте.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять.
Формування питань до викладача.

ТЕМА 24. Фотони. Ефект Комптона

- Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.
- Практична робота: «Квантові властивості світла».
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.

Фотони. Маса та імпульс фотона. Ефект Комптона та його теорія. Тиск світла. Досліди Лебедева. Корпускулярне та хвильове пояснення тиску світла. Діалектична єдність корпускулярних та хвильових властивостей електромагнітного випромінювання.

- Самостійна робота здобувачів.

Опрацювання матеріалу лекцій, практичних занять. Формування питань до викладача.

Модуль 4. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Елементи квантової механіки та фізики атомів. Елементи фізики твердого тіла та ядерної фізики

Змістовний модуль 8. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Елементи квантової механіки та фізики атомів

ТЕМА 25. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок

- Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.
- Практична робота: «Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок».
- Лабораторна робота: одна лабораторна робота з теми 25 змістовного модуля 8, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.

Гіпотеза де Бройля. Дифракція електронів, протонів та нейтронів. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Співвідношення невизначеностей як прояв корпускулярно-хвильового дуалізму мікросвіту. Обмеженість механічного детермінізму. Принцип доповняльності Бора.

- Самостійна робота здобувачів.

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 26. Рівняння Шредінгера – основне рівняння квантової механіки

- Форма занять: лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота.
- Практична робота: «Рівняння Шредінгера».
- Лабораторна робота: одна лабораторна робота з теми 26 змістовного модуля 8, що є в наявності у лабораторіях кафедри №505.
- Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях, прилади та приладдя для виконання лабораторних робіт.

Хвильова функція та її властивості. Імовірно-статистичне тлумачення хвильової функції. Часове Рівняння Шредінгера. Стаціонарний стан. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Рух вільної частинки. Квантування енергії частинки.

Гармонічний квантовий осцилятор. Нульова енергія коливань. Частинка у одновимірній прямокутній потенціальній ямі кінцевої глибини. Тунельний ефект. Коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру.

Атом водню. Квантування енергії. Просторове квантування. Квантові числа: головне, азимутальне, магнітне.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, лабораторних, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 27. Спін електрона. Розподіл електронів у атомі

- *Форма занять: лекції, практичні, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Спін електрона».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Досліди Штерна та Герлаха. Спін електрона. Магнітне спінове квантове число. Ферміони та бозони. Принцип заборони Паулі. Розподіл електронів у атомі за енергетичними рівнями. Спектри випромінювання атомів та молекул. Заборонені переходи.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, практичних занять. Формування питань до викладача.

ТЕМА 28. Поглинання світла. Спонтанне та вимушене випромінювання.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Поглинання світла, спонтанне та вимушене випромінювання. Фізичні основи роботи лазера. Рубіновий та гелій-неоновий лазери. Практичне використання лазерного випромінювання.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Змістовний модуль 8. Елементи фізики твердого тіла. Основи ядерної фізики

ТЕМА 29. Елементи зонної теорії твердого тіла

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Елементи зонної теорії твердого тіла. Поняття про квантову статистику Фермі-Дірака. Рівень та енергія Фермі. Енергетичні зони в кристалах. Розподілення електронів за енергетичними зонами.

Валентна зона та зона провідності. Метали, діелектрики та напівпровідники з точки зору зонних уявлень.

Власна та домішкова провідність напівпровідників. Контактні явища: контакт провідника і напівпровідника та електронного і діркового напівпровідників (n-p – перехід). Фотоелектричні явища у напівпровідниках.

Електронна, тунельна та силова атомна мікроскопія. Фізичні основи наноелектроніки.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

ТЕМА 30. Побудова та характеристики атомних ядер

- *Форма занять: лекції, практичні, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Основи ядерної фізики».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): демонстраційні засоби на лекціях.*

Заряд, розміри та маса атомного ядра. Масове та зарядове числа. Склад ядра. Нуклони. Класифікація ядер. Взаємодія поміж нуклонами. Поняття про властивості та природу ядерних сил.

Ядерні реакції та закони збереження. Енергія зв'язку та дефект мас. Реакції поділу та синтезу. Ланцюжкова ядерна реакція. Ядерний реактор. Ядерна енергетика та її екологічні проблеми. Термоядерні реакції. Енергія зірок. Керований термоядерний синтез.

Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивні перетворення атомних ядер. Активність радіоактивного препарату.

Уявлення про головні проблеми сучасної фізики.

- *Самостійна робота здобувачів.*

Опрацювання матеріалу лекцій, практичних занять. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 4

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- *Самостійна робота здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

1. Вивчення теоретичного матеріалу під час лекцій і самостійної роботи.
2. Засвоєння теоретичного матеріалу й вміння його застосовувати при вирішенні типових задач на практичних заняттях.
3. Засвоєння теоретичного матеріалу і вміння його застосовувати під час виконання досліджень (лабораторних робіт).
4. Проведення олімпіади з фізики серед здобувачів вищої освіти ХАІ.

7. Методи контролю

1. Перевірка присутності й роботи на лекції.
2. Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу за допомогою модульного контролю.

3. Перевірка підготовки до практичних занять, розв'язання задач, що задано додому, якості роботи на практичних заняттях.
4. Перевірка підготовки до лабораторних занять, якості виконання лабораторних робіт.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Семестр 1.2			
Виконання практичних робіт	0...3,75	8	0...30
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2,5 (0...3)	16 (10)	0...30
Модульний контроль №1, №2	0...20	2	0...40
Усього за семестр			0...100

Виконання всіх лабораторних робіт передбачених в курсі і отримання третини балів від максимальної кількості балів з практичних занять є обов'язковим для отримання заліку.

Результат за семестровий контроль визначається сумою балів за практичні, лабораторні заняття та за модульний контроль №1 і №2.

Прийнята шкала оцінювання Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Залік
90 – 100	Зараховано
75 – 89	
60 – 74	
0 – 59	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених лабораторних занять відбувається відповідно до розкладу додаткових лабораторних занять у кінці семестру за попереднім погодженням з викладачем. Відпрацювання пропущених практичних занять відбувається на консультаціях за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси до практичних занять

1. Загальна фізика: навчальний посібник до практичних занять / О. М. Чугай, М. В. Варминський, Л. В. Зайцева та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац.ін-т», 2019.– 122 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Zagalna_Fizika.pdf
2. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка: навчальний посібник до практичних занять з фізики. / А.М. Охрімовський, П.А. Комозинський, О.В. Подшивалова, О.М. Чугай / – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харківський авіаційний інститут», 2008.– 96 с.

до лабораторних занять

1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: навч.посіб. до лаб. практикуму / І. В. Луньов, О. В. Подшивалова, С. В. Олійник та ін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2014. – 108 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Mehanika_Molshis_Termodin.pdf
2. Електрика й магнетизм: навчальний посібник до лабораторного практикуму / Д.О. Воронович, І.В. Луньов, А.М. Охрімовський, О.В. Подшивалова.– Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011.– 140 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2011/Electruka_I_Magnetuzm.pdf
3. Хвильова оптика. Сучасна фізика: навчальний посіб. до лаб. практикуму / О. М. Чугай, І. В. Луньов, В. П. Мигаль, О. В. Рубльова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. – 86 с.
<http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/Khvylova%20Optyka.%20Sucasna%20fizyka.%202020.pdf>
4. **Фізика** [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму / І. В. Луньов, І. А. Клименко, С. В. Олійник, О. О. Полубояров, А. О. Таран, О. М. Чугай. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 152 с.
https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Luniov_Fizika.pdf

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k505-khai-edu.tilda.ws/#textbooks>

Рекомендована література

Базова

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Навчальний посібник. — К.: Вища школа, 2003. — 311 с.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм. Навч. посіб. - К: Вища шк., 2003. - 278с.:
3. Вакарчук І. О. *Квантова механіка* : підручник / І. О. Вакарчук. 4-те вид., доп. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 872 с.: 78 іл.
4. Корольок, С. Л. Основи статистичної фізики та термодинаміки [Текст] : підр. для студ. вищих навч. закл. / С. Л. Корольок, С. В. Мельничук, О. Д. Валь. – Чернівці : Книги-XXI, 2004. – 348 с.

5. Зачек І.Р., Кравчук І.М., Романишин Б.М., Габа В.М., Гончар Ф.М. *Курс фізики: Навчальний підручник*. -- Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2002 р. – 376 с.
6. Спольник О. І. *Курс фізики : навчальний посібник* / О. І. Спольник, В. Г. Власенко, Л. М. Каліберда. – Харків : „Компанія СМІТ”, 2005. – 308 с.
7. І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, Г.А. Ільчук, Б.М. Романишин, *Фізика. Підручник*. — Львів: Афіша, 2005. — 394 с.
8. Чолпан П.П. *Фізика: Підручник*. Київ, Вища школа, 2003. — 567 с.
9. <https://alleng.org/edu/phys9.htm>.
10. Б.М. Яворський, А.А. Детлаф, Л.Б. Мілковська, Г.П. Сергеев. *Курс фізики I*. – К.: Вища школа. 1970. 356 с.
11. Б.М. Яворський, А.А. Детлаф, Л.Б. Мілковська. *Курс фізики II*. – К.: Вища школа. 1972. 434 с.
12. Б.М. Яворський, А.А. Детлаф. *Курс фізики III*. – К.: Вища школа. 1973. 499 с.
13. М.Е. Меньяйлов. *Загальна фізика. Електрика і магнетизм*. – К.: Вища школа. 1974. 391 с.
14. І.М. Кучерук, В.П. Душенко. *Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика*. – К.: Вища школа. 1991. 463 с.
15. К.Д. Хмельюк, Д.Д. Цициліано. *Фізика атома і твердого тіла*. – К.: Вища школа. 1974. 231 с.

Додаткова

16. Поп, С. С. (Степан Степанович) *Фізична електроніка* /С.С. Поп, І.С. Шароді. Львів : ЄвроСвіт, 2001. 247 с.
17. Крижановський, Володимир Григорович. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21COLORTERMS=0&S21STR=Фізика [Текст] : довідник школяра і студента / В. Г. Крижановський. - Донецьк : ТОВ ВКФ "БАО", 2004. - 416 с.
18. *Фізика: навч. посіб. для підготовки до модуля (тренінг-тест)* / О. М. Чугай, І. В. Луцьов, С. В. Олійник, О. В. Подшивалова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 110 с.
<http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/Fizyka.%20Treninh%20test.pdf>

15. Інформаційні ресурси

1. <http://k505-khai-edu.tilda.ws/#textbooks>