

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан ФІТА *[Signature]* Моліщук О. С.

25 *[Signature]* Чересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика

Галузь знань 14 – Електрична інженерія
 Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 Спеціалізація Енергетичний менеджмент
 Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)
 Освітньо-професійна програма Енергетичний менеджмент
 Обсяг дисципліни 7 кредитів ЄКТС, Шифр дисципліни – ОЗП09
 Мова навчання українська
 Статус дисципліни Обов’язкова (ОЗП)
 Факультет Інформаційних технологій
 Кафедра Фізики і електротехніки

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні і роботи	Практичні заняття						
Очна (денна)	1	2	4	54	18	18	18		66			-	
	2	3	3	51	17	17	17		39				+
Разом			7	210	35	35	35		105				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент» за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Програму склав *[Signature]* Андрій ГОРОШКО

Схвалена на засіданні кафедри фізики і електротехніки

Протокол № 1 від 29 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри фізики і електротехніки *[Signature]* Володимир КОСЕНКОВ

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інженерії, транспорту та архітектури

[Signature] Голова Вченої ради *[Signature]* Олег ПОЛІЩУК

ФІЗИКА

Тип дисципліни
Освітній рівень
Мова викладання

Обов'язкова
Перший (бакалаврський)
Українська

Семестр
Кількість кредитів ECTS

Другий, третій
7

Форми здобуття освіти

Очна (денна)

Результати навчання. Відповідно до Стандарту вищої освіти та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

- **компетентності.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. Здатність проводити своєчасне профілактичне обслуговування, якісний ремонт і модернізацію устаткування, відповідно до діючих нормативно-технічних документів та володіти навиками з виконання пусконаладжувальних робіт, перевірки технічного стану та випробувань різних видів електротехнічного устаткування і систем. Здатність проводити системний аналіз виробничих потреб у сучасному обладнанні та матеріалах, прогнозувати та проектувати рішення виробничих проблем та розробляти і обґрунтовувати організаційно-технічні заходи для покращення техніко-економічних показників підрозділу та визначати потреби у необхідному устаткуванні. Здатність використовувати математичний апарат та навички в галузі фізики, механіки та електротехніки для дослідження та моделювання фізичних явищ і процесів у електрообладнанні та вмінні розробляти прогресивні технологічні процеси на прості види продукції та забезпечувати їх відповідність технічним завданням і чинним нормативно-технічним документам.

- **програвні результати навчання.** Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та вмінні використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електроенергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Зміст навчальної дисципліни. Кінематика і динаміка класичної механіки. Робота та енергія. Основи теорії відносності. Молекулярна фізика. Термодинаміка. Електричне поле та електричний струм. Магнітне поле та електромагнітна індукція. Коливання і хвилі. Геометрична оптика. Хвильова оптика. Квантові явища. Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей матерії. Напівпровідникові явища в контактах. Ядерна фізика. Елементарні частинки.

Запланована навчальна діяльність: лекції – 35 год., лабораторні заняття - 35 год., практичні заняття - 35 год., самостійна робота – 105 год., разом – 210 год.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, практикумів і фізичних приладів), практичні заняття, самостійна робота (індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт; контрольні роботи, письмове опитування (тестування).

Вид семестрового контролю: іспит.

Навчальні ресурси:

1. Савельєва, О. О., Савельєв, С. О. Фізика. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К: «Знання», 2016.
2. Довгий, С. О., Пузирьова, Н. В. Загальна фізика: Навчальний посібник для студентів фізичних та інженерних спеціальностей. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2017.
3. Головка, В.М., Костюк, О.С. Основи загальної фізики. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2018
4. Голоджка, В. М., Дроздовський, В. Б. Фізика. Збірник задач для контрольних робіт та колоквиумів. Хмельницький: ТУП, 2002.-50с.
5. Іванов, В. В., Петров, Д. О. Сучасна фізика: Підручник для студентів природничих і технічних спеціальностей. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>
7. Електронна бібліотека університету. http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php
8. The Feynman Lectures on Physics New Millennium Edition. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>

Викладач: д-р. техн. наук, проф. Андрій ГОРОШКО

2. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Фізика» є однією з фундаментальних дисциплін і займає провідне місце у підготовці бакалаврів і магістрів зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дисципліна «фізика» складає основу теоретичної і практичної підготовки спеціалістів та відіграє роль тієї бази, на якій ґрунтується успішна діяльність інженера в будь-якій галузі сучасної техніки.

Пререквізити: вища математика, хімія.

Кореквізити: технічна механіка, технічна термодинаміка та тепломасообмін, теоретичні основи електротехніки, електротехнічні матеріали, гідрогазодинаміка.

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна сприяє розширенню і поглибленню:

компетентностей: здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки, здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг, здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;

програмних результатів навчання: знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності, здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах, обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками, застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Мета дисципліни: формування у студентів теоретичної основи з фізики, навичок розуміння меж застосування фізичних понять, законів і теорій, що дадуть їм змогу орієнтуватись у потоці наукової і технічної інформації, мати сформоване наукового міркування і широкий світогляд для розв'язання різноманітних задач у практичній фаховій діяльності.

Предмет дисципліни: основні закономірності та принципи, що визначають поведінку матерії та енергії у Всесвіті. Предмет фізики охоплює загальні властивості матеріальних об'єктів та їх взаємодію через різні типи полів і сил, дослідження фундаментальних законів природи, а також аналіз основних форм руху матерії та енергії.

Завдання дисципліни. Дати студентам основи широкої підготовки в галузі фізики, що дозволить майбутнім інженерам орієнтуватись в потоці наукової і технічної інформації і забезпечить їм можливість використовувати нові фізичні принципи в тих галузях, в яких вони спеціалізуються, сприяти формуванню у студентів наукового мислення, забезпечити наукові методи проведення експериментальних досліджень.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло *користуватись* сучасним науковим апаратом навчальної і науково-технічної інформації; науковою літературою; *формулювати* мету, завдання і обґрунтувати метод експериментального дослідження; *складати* схеми експериментальної установки; *вирішувати* проблему різними методами; *встановлювати* логічні зв'язки між явищами і процесами; *інтерпретувати* результати дослідження за допомогою графіків, схем та таблиць; аналізувати, узагальнювати результати експериментального дослідження; *розв'язувати* комплексні завдання, пов'язані з майбутньою професійною діяльністю; застосовувати закони фізики для розв'язання практичних завдань.

3. СТРУКТУРА ЗАЛКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин			
	Лекції	Лаб. роб.	Практ. зан.	Сам. роб.
1-й семестр навчання				
1. Основи класичної механіки та релятивістської механіки				
2. Основи молекулярної фізики				
3. Термодинаміка				
4. Електростатика, електричний струм				
5. Магнетизм. Електромагнітна індукція				
Разом за семестр	18	18	18	66
2-й семестр навчання				
6. Коливання і хвилі				
7. Оптика				
8. Квантова природа випромінювання. Атомна фізика				
9. Елементи квантової механіки, статистики і фізики твердого тіла				
10. Фізика атомного ядра і елементарних частинок				
Разом за семестр	17	17	17	39
Разом	35	35	35	105

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Зміст лекційного курсу

Перелік тем лекцій, їх анотації	К-сть годин
1-й семестр навчання	
1. Основи класичної механіки. Предмет фізики. Фізика як фундаментальна дисципліна. Методи фізичного дослідження: дослід, гіпотеза, експеримент, теорія. Досягнення фізики і її роль в науково-технічній революції. Зв'язок фізики з іншими науками і її вплив на їх розвиток. Загальна структура і завдання курсу фізики. Предмет механіки. Предмет механіки. Кінематика, динаміка і статика. Закони Ньютона. Сили інерції.	2
2. Основи класичної механіки (продовження). Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Сили в природі. Закон Всесвітнього тяжіння. Гравітаційне поле.	2
3. Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца і елементи спеціальної теорії відносності.	2
4. Основи молекулярної фізики. Експериментальні закони ідеальних газів, ізопроцеси. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Явища перенесення. Теплопровідність, дифузія, в'язкість. Внутрішня енергія ідеального газу.	2
5. Основи термодинаміки. Закони термодинаміки. Теплоємність. Рівняння Майєра, Пуассона. Теплові двигуни і холодильні машини. Цикл Карно.	2
6. Електростатика, електричний струм. Закон Кулона. Електричне поле. Напруженість електростатичного поля. Електричний струм, закони Ома та Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа. Електричний струм в рідинах, газах, вакуумі.	2
7. Змінний електричний струм. Змінний струм. Активні і реактивні споживачі.	2
8. Магнетизм. Магнітне поле. Потік, напруженість магнітного поля. Магнітна проникність. Закон Біо-Савара-Лапласа. Теорема Остроградського-Гаусса.	2
9. Електромагнітна індукція. Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Струми Фуко.	2
Разом за семестр	18

2-й семестр навчання

1. Гармонічні коливання. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Пружинний фізичний і математичний маятники. Хвильові процеси.	2
2. Хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Довжина хвилі, хвильове число. Фазова і групова швидкість. Дисперсія хвиль. Хвильовий пакет. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.	
3. Оптика. Елементи геометричної оптики. Повне внутрішнє відбивання світла. Принцип Гюйгенса. Когерентність світлових хвиль. Інтерференція в тонких плівках. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля.	2
4. Оптика. Метод зон Френеля. Дифракція Фраунгофера на одній щілині і на дифракційній решітці. Дисперсія світла. Поляризація світла.	2
5. Квантова природа випромінювання. Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло. Закони Кірхгофа, Стефана-Больцмана, Віна.	2
6. Атомна фізика. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна. Моделі атома. Постулати Бора. Теорія Бора для атома водню. Досліди Франка і Герца.	
7. Елементи квантової механіки, статистики і фізики твердого тіла. Гіпотеза Луї де Бройля. Співвідношення невизначеності Гейзенберга. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера. Частинка в потенціальній ямі. Елементи фізики твердого тіла. Енергетичні зони.	2
8. Фізика атомного ядра і елементарних частинок. Заряд, розмір і маса атомного ядра. Масове і зарядове число. Склад ядра. Нуклони. Дефект маси і енергія зв'язку ядра.	2
9. Фізика атомного ядра і елементарних частинок. Радіоактивне випромінювання і його види. Закон радіоактивного розпаду. Ядерні реакції. Реакції ділення ядра.	1
Разом за семестр	17
Разом	35

4.2 Зміст лабораторних занять

№ з/п	Теми лабораторних робіт	К-сть годин
1-й семестр навчання		
1	Вивчення вимірювальних приладів і визначення густини тіл правильної геометричної форми	2
2	Вивчення законів динаміки поступального руху на машині Атвуда	2
3	Вивчення обертового руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека	2
4	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом підняття рідини в капілярах.	2
5	Визначення відношення питомих теплоємностей газу методом адіабатичного розширення (метод Клемана-Дезорма)	2
6	Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса	2
7	Визначення електричної ємності конденсаторів методом періодичної зарядки та розрядки	2
8	Визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі	2
9	Визначення відносної магнітної проникності магнетиків	2
	Разом за семестр	18
2-й семестр навчання		
1	Визначення моменту інерції тіла методом крутильних коливань	2
2	Вивчення фігур Лісажу на осцилографі	2
3	Визначення швидкості звуку в повітрі методом резонансу	2
4	Визначення радіуса кривизни лінзи за допомогою інтерференції світла	2
5	Визначення концентрації розчину за допомогою рефрактометра АББЕ	2
6	Визначення концентрації розчину цукру за допомогою поляриметра	2
7	Визначення постійної в законі Стефана – Больцмана	2
8	Дослідження напівпровідникового діода	3
	Разом за семестр	17
	Разом	35

4.3 Перелік тем практичних занять

№ з/п	Теми практичних занять	К-сть годин
1-й семестр навчання		
1	Кінематика поступального руху. Кінематика обертального руху. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Динаміка поступального руху.	2
2	Закон збереження імпульсу. Динаміка обертального руху. Другий закон Ньютона для обертального руху.	2
3	Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Сили у механіці.	2
4	Молекулярно-кінетична теорія та термодинаміка. Молекулярно-кінетична теорія та термодинаміка. Ізопроеци. Рівняння стану. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Внутрішня енергія системи ідеального газу.	2
5	Робота, яку виконує газ при розширенні. Перше начало термодинаміки. Цикл Карно. Ентропія і вільна енергія. Обчислення ентропії ідеального газу.	2
6	Електростатика і постійний струм. Електричний заряд, закон його збереження.	2
7	Електричне поле і його напруженість. Електрична ємність, конденсатори, їх батареї.	2
8	Закон Джоуля–Ленца. Закон Ома для однорідної та неоднорідної ділянки кола і замкненого кола. Закони Кірхгофа.	2
9	Магнетизм. Магнітне поле. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон Фарадея для електромагнітної індукції.	2
Разом за семестр		18
2-й семестр навчання		
1	Коливання і хвилі. Механічні гармонічні коливання. Пружинний фізичний і математичний маятники. Рівняння хвилі.	2
2	Хвильове рівняння. Інтерференція, дифракція хвиль. Стоячі хвилі.	2
3	Основні закони оптики. Елементи геометричної оптики. Інтерференція і дифракція світла.	2
4	Принципи збору і використання оптичних, електричних та магнітних сигналів для побудови мехатронних систем.	2
5	Випромінювання. Елементи атомної фізики. Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло. Закони Кірхгофа, Стефана-Больцмана. Розподіл енергії в спектрі абсолютно чорного тіла. Закони Віна. Фотоефект і рівняння Ейнштейна.	2
6	Моделі атома. Досліди Резерфорда. Планетарна модель атома. Постулати Бора. Теорія Бора для атома водню.	2
7	Основи квантової фізики. Гіпотеза Луї де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера.	2
8	Заряд, розмір і маса атомного ядра. Радіоактивне випромінювання і його види. Закон радіоактивного розпаду. Ядерні реакції.	2
9	Ядерні реакції. Залікове заняття	1
Разом за семестр		17
Разом		35

4.4 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт (ЛР), практичних занять (ПЗ), тестування з теоретичного матеріалу, виконанні індивідуальних завдань тощо.

Індивідуальні завдання полягають у розв'язанні задач. Методичні вказівки та варіанти завдань розміщено у модульному середовищі. Доступ: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=5926>

№ тижня	Зміст самосійної роботи	К-сть годин
1-й семестр навчання		
1	Опрацювання лекційного матеріалу (ЛМ), підготовка до виконання ЛР № 1 та ПЗ №1	7
2	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР № 2 та ПЗ №2	8
3	Опрацювання ЛМ підготовка до виконання ЛР №3 та ПЗ №3	7
4	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №4 та ПЗ №4	8
5	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №5 та ПЗ №5	7
6	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №6 та ПЗ №6	7
7	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №7 та ПЗ №7	8
8	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №8 та ПЗ №8	7
9	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №9 та ПЗ №9	7
Разом за семестр		66
2-й семестр навчання		
1	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №1 та ПЗ №1	4
2	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №2 та ПЗ №2	4
3	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №3 та ПЗ №3	5
4	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №4 та ПЗ №4	5
5	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №5 та ПЗ №5	5
6	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №6 та ПЗ №6	5
7	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №7 та ПЗ №7	5
8	Опрацювання ЛМ, підготовка до виконання ЛР №8, підготовка до ПЗ №8	6
Разом за семестр		39
Разом		105

4.5 Завдання для поточного контролю знань і умінь студентів

Основні питання, що вносяться на захист лабораторних робіт

№ тем, ЛР	Зміст завдання
1-й семестр навчання	
Тема 1 ЛР 1-3	<ol style="list-style-type: none">1. Сформулюйте і запишіть закон Ньютона для прямолінійного поступального і обертового рухів.2. Дайте визначення моменту сили, моменту інерції, лінійного і кутового прискорень. Виведіть зв'язок лінійного і кутового прискорень.3. Як обчислити силу натягу нитки машини Атвуда при рівноприскореному русі системи тіл?4. Як обчислити величину і напрям сили тиску на вісь блока при рівномірному і рівноприскореному рухах системи тіл?5. Що називають моментом сили? Як визначають його напрям і числове значення. Які одинці вимірювання моменту сили?6. Вивести формулу для обчислення сили натягу нитки при рівноприскореному русі тягарця маятника Обербека.7. Момент інерції тіл правильної геометричної форми.8. Вивести формулу для розрахунку моменту інерції маятника Обербека без урахування сил тертя і з урахуванням цих сил.
Тема 2 ЛР 4,5	<ol style="list-style-type: none">1. Чому теплоємності газу залежать від способів і умов нагрівання?2. Що відбувається з внутрішньою енергією газу при адіабатичному процесі?3. Як змінюється температура газу при адіабатичному процесі ?
Тема 3 ЛР 6	<ol style="list-style-type: none">1. Сформулюйте закони термодинаміки2. Чому манометр приладу в роботі наповнюють водою, а не ртуттю?3. Чому дорівнюють теплоємності газу при ізотермічному і адіабатичному процесам?
Тема 4 ЛР 7	<ol style="list-style-type: none">1. Як поведуть себе провідники в електричному полі?2. Чому дорівнює напруженість електричного поля всередині провідника?3. Що називається електроємністю відокремленого провідника; взаємною електроємністю провідників? <ol style="list-style-type: none">4. Що таке конденсатори і електроємність конденсаторів?5. Вивести загальну електроємність батареї конденсаторів при паралельному та послідовному сполученнях.6. Використовуючи теорему Остроградського-Гауса, вивести електроємність плоского конденсатора.7. Вивести формулу енергії електричного поля в плоскому конденсаторі.
Тема 5 ЛР 8,9	<ol style="list-style-type: none">1. Сформулювати та записати закон Біо-Савара-Лапласа.2. Вивести вираз напруженості магнітного поля в центрі колового струму.3. Вивести вираз напруженості магнітного поля прямолінійного провідника з струмом.4. Чому при одному і тому самому значенні струму кути відхилення стрілки слід виміряти для двох напрямків цього струму?

2-й семестр навчання

	<ol style="list-style-type: none">1. Яке фізичне явище вивчається в даній роботі?2. Вивести рівняння результуючої траєкторії при складанні взаємно перпендикулярних коливань з однаковими періодами.3. Коли результуючою траєкторією буде коло?4. В якому випадку результуючий рух буде відбуватись за еліпсом проти напрямку годинникової стрілки?5. Що таке фігури Лісажу? Як їх отримати на екрані осцилографа?6. Вивести рівняння однієї з фігур Лісажу.
Тема 6 ЛР 1-3	<ol style="list-style-type: none">7. Як визначити із спостереження фігур Лісажу частоту коливань?8. Як досягнути складання взаємно перпендикулярних світлових коливань?9. Що таке момент інерції матеріальної точки відносно осі обертання?10. Що таке момент інерції тіла відносно осі обертання?11. Сформулювати теорему Штейнера.12. Чому дорівнює період коливань фізичного та математичного маятників? Чому дорівнює період крутильних коливань?13. Що таке гармонічне коливання?14. За яких умов коливання фізичного маятника будуть гармонічними?15. Дати визначення періоду, частоти, амплітуди та фази коливань.
Тема 7 ЛР 4-6	<ol style="list-style-type: none">1. Що таке інтерференція світла і які умови необхідні для її спостереження?2. Як виникають кільця Ньютонів? Виведіть формулу для радіуса m-го кільця у відбитому і пропусковому світлі.3. Чому в центрі установки Ньютонів у відбитому світлі видно "min", а в пропущеному світлі – "max" ?4. Виведіть умови для інтерференційних максимумів і мінімумів у відбитому і пропущеному світлі при інтерференції в тонких плівках.5. Що називають смугами рівного нахилу і рівної товщини?
Тема 8 ЛР 7	<ol style="list-style-type: none">1. Дати визначення основних характеристик випромінювання.2. Ідеально відбиваюче і абсолютно чорне тіло одержують однакову кількість світлової енергії. В чому полягає відмінність в енергіях, яку віддають ці тіла, та в механізмі передачі енергії?
Тема 9	<ol style="list-style-type: none">1. Вивести закон Стефана - Больцмана.2. Чим зумовлені границі вимірювання температури оптичним пірометром?
Тема 10 ЛР 8	<ol style="list-style-type: none">1. У чому полягає явище радіоактивності ?2. Ядерні сили і енергія зв'язку ядер.3. Загальні властивості елементарних частинок.

На індивідуальну роботу студентам заочної форми навчання видається контрольна робота. Вимоги до її виконання, методичні вказівки і варіанти встановлюються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії.

5. ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, практикумів), самостійна робота (індивідуальні завдання; розрахунково-графічні роботи) і мають за мету оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з аналізу і синтезу електричних і магнітних кіл, аналізу роботи електростатичних і електромагнітних пристроїв.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;
- захист індивідуальних розрахунково-графічних завдань;
- виконання домашніх завдань.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольної заходу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль за засвоєнням навчального матеріалу здійснюється на основі поточного контролю. При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль (опрацювання теоретичного матеріалу), тестові завдання, контрольні роботи.

Проміжний контроль, що полягає у перевірці знань студентів по темах здійснюється у формі тестових завдань.

Одержані студентом оцінки під час поточного, проміжного контролю не перездаються.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Підсумкова оцінка за семестр виставляється із урахуванням всіх оцінок, одержаних студентом за семестр та результатів заліку. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з врахуванням вагових коефіцієнтів. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід, вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль здійснюється під час практичних занять, при чому враховуються різні види роботи. Особливо здійснюється контроль за виконанням самостійної та індивідуальної роботи.

Пропущене практичне заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін. Протягом семестру студент повинен отримати не менше 4 оцінок на практичних заняттях.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно” отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв’язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження і конструктивні рішення. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення.

Оцінку „добре” отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу.

Оцінка „незадовільно” виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

На основі результатів поточного контролю виставляється підсумкова семестрова оцінка.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

<i>Аудиторна робота:</i>		Самостійна робота студентів	Підсумковий контроль
лекції, лабораторні заняття, контрольні заходи			
Лабораторні роботи	Контрольні роботи	Домашні завдання	іспит
0,2	0,2	0,2	0,4

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти (*кількість тестових завдань у тесті може бути різною*) тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом (*може бути інший варіант*). Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–5	6–11	12–16	17–20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин (для закритої форми тестів – по одній хвилині на кожне завдання (або інший варіант)). Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. При цьому усі графи для відповідей мають бути заповнені цифрами, що відповідають правильним, на погляд студента, відповідям. Викладач на наступному занятті оголошує результати тестування. Тестування студент може також пройти і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку, але обов’язково до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий

коефіцієнт і, додавши всі складові, отримаємо суму балів, які визначають конкретну оцінку ECTS.

Перехід від інституційної шкали оцінювання до європейської (ECTS)

Оцінка ECTS	Бали	Інституційна оцінка, критерії оцінювання
A	4,75-5,00	5 ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25-4,74	4 ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,51-4,24	4 ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,26-3,50	3 ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	2,75-3,25	3 ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00 -2,74	2 НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2 НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Примітка. Якщо студент бажає отримати оцінку за дисципліну за підсумками поточного контролю в семестрі без здачі іспиту, то його рейтингова оцінка за семестр збільшується в 1,25 разів.

8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Вступ, предмет фізики. Досягнення фізики, досягнення і зв'язок з іншими науками.
2. Кінематика поступального руху матеріальної точки. Шлях та переміщення. Швидкість та прискорення.
3. Криволінійний рух. Тангенціальне та нормальне прискорення. Повне прискорення.
4. Кінематика обертального руху. Кут повороту, кутова швидкість та кутове прискорення.
5. Динаміка поступального руху. Закони динаміки поступального руху, маса, сила, імпульс.
6. Закон збереження імпульсу замкнутої системи.
7. Сили тертя, пружності, тяжіння, ваги.
8. Енергія, робота, потужність. Кінетична енергія. Потенціальна енергія. Закон збереження енергії.
9. Абсолютно пружний та абсолютно непружний удар.
10. Момент сили. Момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху.
11. Кінетична енергія тіла, що обертається.
12. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.
13. Експериментальні закони ідеальних газів. Ізопроееси.
14. Рівняння Менделєєва-Клапейрона.
15. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії.
16. Барометрична формула.
17. Середня довжина вільного пробігу.
18. Явища переносу.
19. Внутрішня енергія ідеального газу.
20. 1-й закон термодинаміки.
21. Робота газу при зміні об'єму. Застосування 1-го закону термодинаміки до ізопроеесів.
22. Теплоємність. Рівняння Майєра.
23. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона.
24. Цикли. Робота при кругових процесах. К.к.д.
25. Реальні гази.
28. Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду.
29. Закон Кулона. напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції.

30. Потік вектора напруженості електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса.
31. Використання теореми Остроградського-Гауса
32. Робота по переміщенню заряду в електричному полі.
33. Потенціал і різниця потенціалів.
34. Зв'язок силової і енергетичної характеристик електричного поля.
35. Електроємність. Ємність плоского конденсатора.
36. З'єднання конденсаторів. 37. Енергія електричного поля.
38. Електричний струм. Його характеристики, умови існування. ЕРС.
39. Закони Ома і Джоуля-Ленца в інтегральній і диференціальній формах.
40. Послідовне і паралельне з'єднання провідників.
41. Закони Кірхгофа.
42. Магнітне поле, магнітна індукція. Закон Біо-Савара-Лапласа.
43. Застосування закону Біо-Савара-Лапласа до прямого і кругового струму.
44. Закон повного струму (циркуляція вектора магнітної індукції) і його застосування для розрахунку поля соленоїда і тороїда.
45. Закон Ампера. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в магнітному полі.
46. Ефект Холла.
47. Магнітний потік.
48. Робота по переміщенню провідника і контуру із струмом в магнітному полі.
49. Електромагнітна індукція. Закон Фарадея.
50. Явище самоіндукції. Індуктивність.
51. Енергія магнітного поля.
52. Магнітне поле в речовині.
53. Магнетики.
54. Гармонічні коливання і їх характеристики. Диференціальне рівняння гармонічних коливань.
55. Механічні гармонічні коливання.
56. Пружинний, фізичний і математичний маятник.
57. Електричний коливальний контур.
58. Енергія гармонічних коливань.
59. Складання гармонічних коливань однакового напрямку.
60. Складання взаємоперпендикулярних коливань.
61. Затухаючі коливання.
62. Вимушені коливання.
63. Хвильові процеси. Поздовжні і поперечні хвилі.
64. Рівняння біжучої хвилі. Довжина хвилі і хвильове число.
65. Фазова швидкість, групова швидкість, енергія хвилі.
66. Інтерференція хвиль, когерентність.
67. Утворення стоячої хвилі. Рівняння стоячої хвилі і його аналіз.
68. Електромагнітні хвилі.
67. Закони геометричної оптики. Повне внутрішнє відбивання.
68. Інтерференція світла. Когерентність. Розрахунок інтерференційної картини від 2-х когерентних джерел.
69. Інтерференція в тонких плівках.
70. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
71. Дифракція на круглomu отворі.
72. Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Дифракційна решітка.
73. Природне і поляризоване світло. Закон Брюстера, Закон Малюса.
74. Подвійне променезаломлення.
75. Теплове випромінювання. Його характеристики. абсолютно чорне тіло. Закон Кірхгофа.
76. Закон Стефана-Больцмана. Закони Віна.
77. Закон Планка. Розподіл енергії в спектрі абсолютно чорного тіла.
78. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту.

79. Маса і імпульс фотона. Тиск світла.
80. Моделі атома. Досліди Резерфорда.
81. Постулати Бора.
82. Теорія Бора для атома водню.
83. Серіальні закономірності в спектрі випромінювання водню.
84. Гіпотеза і формула Луї де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
85. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера.
86. Застосування рівняння Шредінгера для частинки в “потенціальній ямі”.
87. Енергетичні зони.
88. Провідники і діелектрики з точки зору зонної теорії твердих тіл.
89. Власна і домішкова провідність напівпровідників.
90. Контакт провідників n-типу і p-типу.
91. Діод.
92. Заряд, розмір та маса атомного ядра. Будова ядра. Дефект маси і енергія зв’язку ядра.
93. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.
94. Ядерні реакції.
95. Елементарні частинки і їх класифікація.

9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Освітній процес з дисципліни «Фізика» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

1. Ткачук А.В., Гула І.В. Фізика: Курс лекцій з дисципліни. Хмельницький: ХНУ, 2021–223с. URL: http://lib.khnu.km.ua/EL_LIBRARY/vidavn/metod/mtd2021_1e/43/index.pdf

2. Ткачук А.В., Гула І.В. Фізика: Оптика і квантово-оптичні явища. Курс лекцій з дисципліни. Хмельницький: ХНУ, 2022–111с.

3. Голоджка В.М., Єрмоєнко О.І., Федула М.В. Методичні вказівки, контрольні завдання та задачі для студентів інженерно-технічних спеціальностей. Хмельницький: ХНУ, 2017–46с.

4. Ткачук А.В., Гула І.В. Коливання і хвилі. Методичні вказівки, контрольні завдання та задачі для студентів інженерно-технічних спеціальностей. Хмельницький: ХНУ, 2018–70с

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Кармазін В.В., Семенець В.В. Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2016.786 с

2. Решетняк С. О. Русаков В. Ф. Теоретична фізика. Статистична фізика та термодинаміка. Основні принципи статистики та термодинаміки – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.

3. Скільцько, І. Ф. Фізика (Фізика для інженерів): підручник для студентів, які навчаються за технічними спеціальностями / І. Ф. Скільцько, О. І. Скільцько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; ред.: А. О. Авраменко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 513 с.

4. Лопатинський І. Є. та ін. Збірник задач з фізики. Навчальний Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 244 с.

5. Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О., Ільїн П.П. Фізика: Підручник. Київ. Ліра-К, 2016. 468 с.

Допоміжна

6. Янг Г., Фрідман Р. Фізика для університетів. Френсіс Сірс і Марк Земанські: Пер. з англ. – Львів, «Наутілус», 2018. – 1536 с.

7. Погожих М. І., Пак А.О., Купріянова Л.В. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електростатика: практичні завдання для самостійної роботи: навчальний посібник. Харків: ХДУХТ, 2019. 103 с.

8. Бойко В.В., Відьмаченко А.П. Практикум з фізики: Посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Ліра-К. 2017. 644 с

9. Бродин О.М. Теоретична фізика. Квантова механіка – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.

10. Решетняк С. О. Теоретична фізика. Електродинаміка – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.

11. Ковальов Л.С., Побережець І.І. Фізика: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей. Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. 200 с.

12. Дідух Л. Д Електрика та магнетизм : підручник. Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. 464 с.

13. Бойко В.В., Сукач Г.О., Кідалов В.В. Фізика. Ч.1. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електрика.: Підручник для вищих навчальних закладів. Київ: Видавництво ПРОФІ, 2016. 371 с. Третє правлене та доповнене видання

14. Загородній, В. В. Загальна фізика. Механіка: підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю 6.040204 «Прикладна фізика та наноматеріали» / В. В. Загородній ; НТУУ «КПІ. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 363 с.

15. Ляшенко Я. О., Хоменко О. В. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання: навч. посіб. у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика. Суми : Сумський державний університет, 2013. 224 с.

16. The Feynman Lectures on Physics New Millennium Edition. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>

2. Електронна бібліотека університету. http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php

KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

APPROVED
 Dean of Faculty of Engineering,
 Transport and Architecture
 _____ Oleh POLISHCHUK
 " ____ " _____ 2024

COURSE PROGRAM

Physics

Field of study 14 - Electrical engineering
Major 141 -Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics
Level of Higher Education First Level (Bachelor)
Educational program Electrical household appliances
Discipline status Compulsory
Faculty Information Technologies
Department Software Engineering

Study mode	Year	Semester	Total Credits	Number of hours							Semester control form		
				Classwork hours				Seminar classes	Independent work, including individual	Course project	Coursework	ass/ fail test	Exam
			Total	Lectures	Laboratory works	Practical classes							
Full-time (Daytime)	1	2	4	54	18	18	18		66			-	
	2	3	3	51	17	17	17		39				+
Total			7	210	35	35	35		105				1

The course program is based on the Higher Education Standard, the 2023 Bachelor's degree educational program, and the curriculum.

Program's author _____ Andrii GOROSHKO

Approved at the staff meeting of the Department of Physics and Electrical Engineering

Minutes from August 29 2024 No. 1

Chief Department of Physics and Electrical Engineering _____ Volodymyr KOSENKOV

The course program is approved by the Academic Board of the Faculty of Information technologies

Head of the Academic Board _____ Oleh POLISHCHUK

PHYSICS

Type of Discipline	Compulsory
Level of Higher Education	First (Bachelor's)
Language of Instruction	Ukrainian, English
Semester	2, 3
ECTS Credits	7
Course study mode	Full-time (Daytime)

Learning outcomes. According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must provide:

- **Competences.** Ability to think abstractly, analyze and synthesize. Ability to apply knowledge in practical situations. Ability to apply knowledge in practical situations. Ability to communicate in the state language both orally and in writing. Ability to search, process and analyze information from various sources. Awareness of the need to improve the efficiency of electric power, electrical and electromechanical equipment. Ability to carry out timely preventive maintenance, high-quality repair and modernization of equipment in accordance with applicable regulatory and technical documents and have the skills to perform commissioning, inspection of technical condition and testing of various types of electrical equipment and systems. Ability to conduct a systematic analysis of production needs for modern equipment and materials, to predict and design solutions to production problems and to develop and justify organizational and technical measures to improve the technical and economic performance of the unit and determine the need for the necessary equipment. Ability to use mathematical tools and skills in the field of physics, mechanics and electrical engineering to study and model physical phenomena and processes in electrical equipment and be able to develop advanced technological processes for simple products and ensure their compliance with technical specifications and applicable regulatory and technical documents.

- **Program learning outcomes.** Know the basics of electromagnetic field theory, methods of calculating electrical circuits and be able to use them to solve practical problems in professional activities. Analyze processes in electric power, electrical and electromechanical equipment, relevant complexes and systems. To select and apply suitable methods for the analysis and synthesis of electromechanical and electric power systems with specified parameters. Apply suitable empirical and theoretical methods to reduce electricity losses during its production, transportation, distribution and use.

Course content. Kinematics and dynamics of classical mechanics. Work and energy. Basics of the theory of relativity. Molecular physics. Thermodynamics. Electric field and electric current. Magnetic field and electromagnetic induction. Oscillations and waves. Geometric optics. Wave optics. Quantum phenomena. Corpuscular-wave dualism of the properties of matter. Semiconductor phenomena in contacts. Nuclear physics. Elementary particles.

Planned academic activity: Lectures - 35 hours, laboratory works – 35 hours, practical classes - 35 hours, independent work - 105 hours, together - 210 hours.

Teaching forms (methods): lectures (using problem-based learning and visualization methods); laboratory classes (using computer modeling, workshops and physical devices), practical classes, independent work (individual assignments).

Assessment forms and methods: oral examination, testing, in-class assignments, written tests

Form of semester control: exam.

Educational resources:

1. Young, Hugh D., Roger A. Freedman, and Albert Lewis Ford. University physics with modern physics. New York: Pearson, 2014.

2. Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. Fundamentals of physics. John Wiley & Sons, 2013.

3. Walker, Jearl D. Fundamentals of physics extended. Wiley, 2010.

4. The Feynman Lectures on Physics New Millennium Edition.
<https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>

5. MOODLE Learning Platform [Electronic resource]. – Access mode: <https://msn.khnu.km.ua>

6. University Electronic Library. [Electronic resource]. – Access mode:
http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php

Lecturer: D.Sc., Professor Andrii GOROSHKO

3. EXPLANATORY NOTE

The discipline "Physics" is one of the disciplines of general training and occupies a leading place in the training of specialists of the educational level "bachelor" under the educational and professional program in the specialty 141 - Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics..

The purpose of the discipline - developing students' theoretical basis in physics, skills of understanding the limits of application of physical concepts, laws and theories that will allow them to navigate the flow of scientific and technical information, have a formed scientific reasoning and a broad outlook to solve various problems in practical professional activities.

Objectives of the discipline. To provide students with the basics of broad training in physics, which will allow future engineers to navigate the flow of scientific and technical information and provide them with the opportunity to use new physical principles in the fields in which they specialize, to promote the formation of students' scientific thinking, to provide scientific methods of conducting experimental research.

Prerequisites: higher mathematics, chemistry.

Co-requisites: *technical* mechanics, technical thermodynamics and heat and mass transfer, theoretical foundations of electrical engineering, electrical materials, hydrogen and gas dynamics.

In accordance with the Standard of Higher Education in this specialty and the educational program, the discipline should provide:

Integral competence - the ability to solve complex specialized tasks or practical problems of software engineering, characterized by complexity and uncertainty of conditions, using theories and methods of information technology.

General competencies:

GC1. Ability to think abstractly, analyze and synthesize.

GC2. Ability to apply knowledge in practical situations.

Professional competencies:

PC02. Ability to solve practical problems using the methods of mathematics, physics and electrical engineering.

PC03. Ability to solve complex specialized problems and practical problems related to the operation of electrical systems and networks, electrical parts of stations and substations and high voltage equipment.

PC04. Ability to solve complex specialized problems and practical problems related to the problems of metrology, electrical measurements, operation of automatic control devices, relay protection and automation.

PC05. Ability to solve complex specialized problems and practical problems related to the operation of electrical machines, devices and automated electric drive.

Learning outcomes. A student who has successfully completed the study of the discipline must: skillfully *use the* modern scientific apparatus of educational and scientific and technical information; scientific literature; *formulate* the purpose, tasks and justify the method of experimental research; *draw up* schemes of experimental installation; *solve the* problem by different methods; *establish* logical relationships between phenomena and processes; *interpret* the results of the study using graphs, diagrams and tables; analyze, summarize the results of experimental research; *solve* complex problems related to the future profession.

4. COURSE CREDIT STRUCTURE

Topic name	The number of hours allocated to:				
	lectu res	labs	practical training	SRS	Together
1st semester of study					
1. Fundamentals of classical mechanics and relativistic mechanics	4	4	4	14	26
2. Fundamentals of molecular physics	4	4	4	13	25
3. The thermodynamics	4	4	4	13	25
4. Electrostatics, electric current	4	4	4	13	25
5. Magnetism. Electromagnetic induction	2	2	2	13	19
Total hours per semester	18	18	18	66	120
2nd semester of study					
6. Oscillations and waves	4	4	4	8	18
7. Optics	4	4	4	8	18
8. Quantum nature of radiation. Atomics	4	4	4	8	18
9. Elements of quantum mechanics, statistics and solid state physics	4	4	4	8	18
10. Physics of the atomic nucleus and elementary particles	1	1	1	7	18
Total hours per semester	17	17	17	39	90
Total hours	35	35	35	105	210

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст лекційного курсу

List of lecture topics and their annotations	Number of hours
1st semester of study	
1. Fundamentals of classical mechanics. The subject of physics. Physics as a fundamental discipline. Methods of physical research: experience, hypothesis, experiment, theory. Achievements of physics and its role in the scientific and technological revolution. The relationship of physics with other sciences and its influence on their development. The general structure and objectives of the physics course. The subject of mechanics. The subject of mechanics. Kinematics, dynamics and statics. Newton's laws. Forces of inertia.	2
2. Fundamentals of classical mechanics (continued). The law of conservation of momentum. Jet motion. Forces in nature. The law of universal gravitation. Gravitational field.	2
3. Fundamentals of relativistic mechanics. Lorentz transformations and elements of special relativity.	2
4. Fundamentals of molecular physics. Experimental laws of ideal gases, isoprocesses. Basic equation of molecular kinetic theory. Phenomena of transfer. Thermal conductivity, diffusion, viscosity. Internal energy of an ideal gas.	2

5. Fundamentals of thermodynamics. Laws of thermodynamics. Heat capacity. Mayer's and Poisson's equations. Heat engines and refrigeration machines. Carnot cycle.	2
6. Electrostatics, electric current. Coulomb's law. The electric field. The intensity of the electrostatic field. Electric current, Ohm's and Joule-Lenz's laws. Kirchhoff's rules. Electric current in liquids, gases, vacuum.	2
7. Alternating electric current. Alternating current. Active and reactive consumers.	2
8. Magnetism. The magnetic field. Flow, strength of the magnetic field. Magnetic permeability. Bio-Savar-Laplace law. Ostrogradsky-Gauss theorem.	2
9. Electromagnetic induction. Electromagnetic induction. Faraday's law. Foucault's currents.	2
Total hours per semester	18
2nd semester of study	
10. Harmonic oscillations Differential equation of harmonic oscillations Spring physical and mathematical pendulums. Wave processes.	2
11. Waves. The equation of a traveling wave. Wavelength, wave number. Phase and group velocity. Dispersion of waves. Wave packet. Interference of waves. Standing waves.	2
12. Optics. Elements of geometric optics Total internal reflection of light. Huygens' principle. Coherence of light waves. Interference in thin films. Diffraction of light. The Huygens-Fresnel principle.	2
13. Optics. The method of Fresnel zones. Fraunhofer diffraction on a single slit and on a diffraction grating Dispersion of light. Polarization of light.	2
14. Quantum nature of radiation. Thermal radiation. Absolute black body. Kirchhoff, Stefan-Boltzmann, and Wien laws.	2
15. Atomic physics. Photoelectric effect. Einstein's equations. Models of the atom. Bohr's postulates. Bohr's theory for the hydrogen atom. Experiments of Frank and Hertz.	
16. Elements of quantum mechanics, statistics and solid state physics. Louis de Broglie's hypothesis. Heisenberg uncertainty relation. Wave function. Schrödinger's equation. A particle in a potential well. Elements of solid state physics. Energy zones.	2
17. Physics of the atomic nucleus and elementary particles Charge, size and mass of the atomic nucleus. Mass and charge number. The composition of the nucleus. Nucleons. Mass defect and binding energy of the nucleus.	2
18. Physics of the atomic nucleus and elementary particles. Radioactive radiation and its types. The law of radioactive decay. Nuclear reactions. Nuclear fission reactions.	1
Total hours per semester	17
Total	35

5.2 Content of laboratory classes

№	Topics of laboratory work	Number of hours
1st semester of study		
1	Study of measuring instruments and determination of the density of bodies of regular geometric shape	2
2	Study of the laws of translational motion dynamics on the Atwood machine	2
3	Study of rotational motion of a solid body using the Oberbeck pendulum	2
4	Determination of the surface tension coefficient of a liquid by raising the liquid in capillaries.	2
5	Determination of the ratio of specific heat capacities of gas by the method of adiabatic expansion (Clement-Desorme method)	2

6	Determination of the viscosity coefficient of a liquid by the Stokes method	2
7	Determination of the electrical capacitance of capacitors by the method of periodic charging and discharging	2
8	Determination of the horizontal component of the Earth's magnetic field intensity	2
9	Determination of the relative magnetic permeability of magnets	2
Total for the semester		18
2nd semester of study		
1	Determination of the moment of inertia of a body by torsional vibrations	2
2	Study of Lissajous figures on an oscilloscope	2
3	Determination of the speed of sound in the air by the method of resonance	2
4	Determination of the radius of curvature of a lens by light interference	2
5	Determination of the concentration of a solution using an ABBE refractometer	2
6	Determination of the concentration of a sugar solution using a polarimeter	2
7	Determination of the constant in the Stefan-Boltzmann law	2
8	Study of semiconductor diode	3
Total for the semester		17
Total		35

5.3 List of topics for the workshops

№	Topics of practical classes	Number of hours
1st semester of study		
1	Kinematics Kinematics of translational motion Kinematics of rotational motion Uniform motion of a material point in a circle Dynamics Dynamics of translational motion.	2
2	The law of conservation of momentum Dynamics of rotational motion Newton's second law for rotational motion.	2
3	Moment of momentum The law of conservation of momentum. Forces in mechanics	2
4	Molecular kinetic theory and thermodynamics Molecular kinetic theory and thermodynamics. Isoprocesses. Equations of state The basic equation of molecular kinetic theory Internal energy of an ideal gas system	2
5	Work done by gas during expansion. The first principle of thermodynamics. Carnot cycle. Entropy and free energy. Calculation of the entropy of an ideal gas.	2
6	Electrostatics and direct current. Electric charge, the law of its conservation.	2
7	Electric field and its intensity. Electric capacitance, capacitors, their batteries.	
8	Joule-Lenz law. Ohm's law for a homogeneous and inhomogeneous part of a circuit and a closed circuit Kirchhoff's laws	2
9	Magnetism Magnetic field Ampere's law Lorentz force Faraday's law for electromagnetic induction	2
Total for the semester		18
2nd semester of study		
1	Oscillations and waves Mechanical harmonic oscillations. Spring physical and mathematical pendulums. The equation of the wave.	2
2	The wave equation. Interference, diffraction of waves. Standing waves.	
3	Basic laws of optics. Elements of geometric optics. Interference and diffraction of light.	2
4	Principles of collection and use of optical, electrical and magnetic signals for the construction of mechatronic systems.	2
5	Radiation. Elements of atomic physics. Thermal radiation. Absolute black body. Kirchhoff and Stefan-Boltzmann laws. Energy distribution in the spectrum of an absolutely black body. Wien's laws. Photoelectric effect and Einstein's equation.	2

6	Models of the atom. Rutherford's experiments. Planetary model of the atom. Bohr's postulates. Bohr's theory for the hydrogen atom.	2
7	Fundamentals of quantum physics Louis de Broglie's hypothesis. Heisenberg uncertainty relation. The wave function. Schrödinger's equation.	2
8	Charge, size and mass of the atomic nucleus. Radioactive radiation and its types. The law of radioactive decay. Nuclear reactions.	2
9	Nuclear reactions. Credit class	1
Total for the semester		17
Разом		35

5.4 3Content of independent (including individual) work

The independent work of full-time students consists of systematic study of program material, preparation for and defense of laboratory work (LW), practical classes (PC), testing on theoretical material, completion of individual tasks, etc.

Individual assignments consist of solving problems. Methodological instructions and task options are posted in a modular environment. Access.: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=5926>

week No	The content of self-directed work	No of hours
1st semester of study		
1	Study of the lecture material (LM), preparation for LR # 1 and PC №1	7
2	Study of LM, preparation for LR №2 and PC №2	8
3	Study of LM preparation for LR №3 and PC № 3	7
4	Developing the LM, preparing for the implementation of LR №4 and PC №4	8
5	Developing the LM, preparing for the implementation of LR №5 and PC №5	7
6	Development of the LM, preparation for the implementation of the LR №6 and the PC №6	7
7	Developing the LM, preparing for the implementation of the LR №7 and the PC №7	8
8	Development of the LM, preparation for the implementation of the LR №8 and PC №8	7
9	Finalization of the LM, preparation for the implementation of the LR №9 and the PC №9	7
Total for the semester		66
2nd semester of study		
1	Finalization of the LM, preparation for the implementation of LR No. 1 and PC №1	4
2	Finalization of the LM, preparation for the implementation of the LR №2 and PC №2	4
3	Developing the LM, preparing for the implementation of the LR №3 and PC №3	5
4	Developing the LM, preparing for the implementation of the LR №4 and the SP #4	5
5	Development of the LM, preparation for the implementation of the LR №5 and PC №5	5
6	Development of the LM, preparation for the implementation of the LR №6 and PC №6	5
7	Developing the LM, preparing for the implementation of the LR №7 and PC №7	5
8	Finalization of the LM, preparation for the implementation of the LR №8, preparation for the LR №8	6
Total for the semester		39
Total		105

5.5 Tasks for the current control of students' knowledge and skills

The main questions submitted for the defense of laboratory work

No. of topics	Content of the task
1st semester of study	
Topic 1 LR 1-3	1. State and write Newton's law for rectilinear translational and rotational motion. 2. Define moment of force, moment of inertia, linear and angular acceleration. Derive the relationship between linear and angular acceleration. 3. How to calculate the tension force of the thread of the Atwood machine during equally accelerated motion of a system of bodies? 4. How to calculate the magnitude and direction of the pressure force on the axis of the block at uniform and equally accelerated motion of the system of bodies? 5. What is called the moment of force? How to determine its direction and numerical value. What are the units of measurement of the moment of force? 6. Derive the formula for calculating the tension force of the thread in the equally accelerated movement of the weight of the Oberbeck pendulum. 7. The moment of inertia of bodies of regular geometric shape. 8. Derive the formula for calculating the moment of inertia of the Oberbeck pendulum without taking into account friction forces and with these forces.
Topic 2 LR 4.5	1. Why does the heat capacity of a gas depend on the methods and conditions of heating? 2. What happens to the internal energy of a gas during an adiabatic process? 3. How does the gas temperature change during an adiabatic process?
Topic 3 LR 6	1. State the laws of thermodynamics 2. Why is the pressure gauge of the device filled with water, not mercury? 3. What are the heat capacities of gas in isothermal and adiabatic processes?
Topic 4 LR 7	1. How do conductors behave in an electric field? 2. What is the strength of the electric field inside the conductor? 3. What is called the electric capacity of a separate conductor; mutual electric capacity of conductors? 4. What are capacitors and capacitance of capacitors? 5. Derive the total electrical capacity of a battery of capacitors in parallel and in series. 6. Using the Ostrogradsky-Gauss theorem, derive the electric capacity of a flat capacitor. 7. Derive the formula for the energy of the electric field in a flat capacitor.
Topic 5 LR 8,9	1. Formulate and write down the Bio-Savar-Laplace law. 2. Derive the expression of the magnetic field strength in the center of a circular current. 3. Derive the expression of the magnetic field strength of a straight conductor with current. 4. Why should the angles of deflection of the arrow be measured for two directions of this current at the same value of current?
2nd semester of study	
Topic 6 LR 1-3	1 What physical phenomenon is studied in this work? 2 Derive the equation of the resulting trajectory when mutually perpendicular oscillations with equal periods are added 3. Коли результуючою траєкторією буде коло?

	<ol style="list-style-type: none"> 4. In which case will the resulting motion be counterclockwise along an ellipse? 5. What are Lissajous figures? How to get them on the oscilloscope screen? 6. Derive the equation of one of the Lissajous figures. 7. How to determine the frequency of oscillations from the observation of Lissajous figures? 8. How to achieve the addition of mutually perpendicular light oscillations? 9. What is the moment of inertia of a material point relative to the axis of rotation? 10. What is the moment of inertia of a body relative to the axis of rotation? 11. Formulate Steiner's theorem. 12. What is the period of oscillations of physical and mathematical pendulums? What is the period of torsional vibrations? 13. What is a harmonic oscillation? 14. Under what conditions will the oscillations of a physical pendulum be harmonic? 15. Define the period, frequency, amplitude and phase of oscillations.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. What is light interference and what conditions are necessary for its observation? 2. How do Newton's rings appear? Derive the formula for the radius of the m-th ring in reflected and transmitted light.
Topic 7 LR 4-6	<ol style="list-style-type: none"> 3. Why in the center of Newton's installation in the reflected light is visible "min", and in the transmitted light - "max"? 4. Derive the conditions for interference maxima and minima in the reflected and transmitted light for interference in thin films. 5. What is called a strip of equal slope and equal thickness?
Topic 8 LR 7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Define the main characteristics of radiation. 2. A perfectly reflective and a completely black body receive the same amount of light energy. What is the difference in the energy given off by these bodies and in the mechanism of energy transfer?
Topic 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derive the Stefan-Boltzmann law. 2. What are the limits of temperature measurement by an optical pyrometer?
Topic 10 LR 8	<ol style="list-style-type: none"> 1. What is the phenomenon of radioactivity? 2. Nuclear forces and binding energy of nuclei. 3. General properties of elementary particles.

6. TEACHING METHODS

The discipline learning process is based on the use of classical and modern technologies, in particular: lectures (using methods of problem-based learning and visualization); practical classes (using information technologies and workshops); laboratory work (with the use of real educational stands and virtual stands); independent work (individual tasks) and have the goal of students mastering physical terminology and acquiring practical skills in applying physical laws to solve educational and professional problems.

7. ASSESSMENT FORMS AND METHODS

Control over learning material is carried out on the basis of current control. When evaluating students' knowledge, various means of control are implemented, in particular, current control (processing of theoretical material), test tasks, control works. Intermediate control, which consists in checking the knowledge of students on topics, is carried out in the form of test tasks.

The grades received by the student during the current, intermediate control are not transferred.

Each type of work is evaluated on a four-point scale. The final grade for the semester is issued taking into account all the grades received by the student for the semester and the results of the assessment. Weighting factors vary depending on the structure of the discipline.

Each type of work in the discipline is evaluated on a four-point scale. The semester final grade is defined as a weighted average of all types of academic work completed and passed positively, taking into account the weighting factors. A student who scored a positive weighted average score for the current work and did not pass the final test is considered to have failed. When assessing students' knowledge, various means of control are carried out, in particular, current control is carried out during practical classes, taking into account different types of work. Independent and individual work is monitored separately.

The student must make up the missed practical session within the deadline set by the teacher. During the semester, the student must receive at least 4 grades in practical classes.

When evaluating students' knowledge, the teacher is guided by the following criteria.

The grade "excellent" is given to the student for deep and complete mastery of the content of the educational material in which he can easily navigate, conceptual apparatus, for the ability to connect theory with practice, solve practical tasks, express and justify his judgments and constructive decisions. An excellent assessment implies a competent, logical presentation of the answer (both orally and in writing), high-quality external design.

A student receives a grade of "good" for complete assimilation of the educational material, mastery of the conceptual apparatus, orientation in the studied material, conscious use of knowledge to solve practical tasks, competent presentation of the answer, but there were individual inaccuracies (errors) in the content and form of the answer, vague formulations of regularities etc. The student's answer should be based on independent thinking.

A "satisfactory" grade is awarded to a student who has demonstrated knowledge of the main curriculum material to the extent necessary for further study and practical work in a profession that copes with the implementation of practical tasks provided for by the program.

A student deserves a "satisfactory" grade for incomplete mastery of the program material.

The grade "unsatisfactory" is given when the student has scattered, unsystematic knowledge, does not know how to distinguish the main and secondary, makes mistakes in defining concepts, distorts their meaning, presents the material chaotically and uncertainly, cannot use knowledge in solving practical tasks.

Based on the results of the current control, a final semester grade is issued.

Structuring the course by types of work and assessing learning outcomes for full-time students in the semester according to weighing coefficients

<i>Auditory work:</i> lectures, laboratory classes, control measures		Independent, individual work	Semester control
Laboratory work	Tests	Homeworks	exam
0,2	0,2	0,2	0,4

The final semester grade according to the national scale and the ECTS scale is set in an automated mode after entering all grades into the electronic journal. At the same time, according to the national scale, "credited" is indicated, and according to the ECTS scale, the letter designation of the grade corresponding to the number of points scored by the student.

Correspondence of the national and ECTS grading scales

<i>ECTS grade</i>	<i>Institutional score scale</i>	<i>Institutional grade</i>	<i>Assessment criteria</i>
A	4,75-5,00	5	Excellent – deep and complete mastery of educational material and demonstrating relevant skills and abilities.

B	4,25-4,74	4		Good – complete knowledge of the material with a few minor errors.
C	3,75-4,24	4		Good – correct answer in general with two to three significant errors.
D	3,25-3,74	3		Satisfactory – incomplete mastery of the program material but sufficient for practical activities in the professional field.
E	3.00-3,24	3		Satisfactory – incomplete mastery of the program material that meets the minimum assessment criteria.
FX	2,00-2,99	2	Failed	Unsatisfactory – unsystematic knowledge and inability to continue studies without additional knowledge of the course.
F	0,00-1,99	2		Unsatisfactory – serious further work is needed and the course is to be retaken.

8. QUESTIONS FOR STUDENTS' SELF-CONTROL

1. Introduction, subject of physics. Achievements of physics, achievements and connection with other sciences.
2. Kinematics of translational motion of a material point. Path and movement. Speed and acceleration.
3. Curvilinear movement. Tangential and normal acceleration. Full acceleration.
4. Kinematics of rotary motion. Angle of rotation, angular velocity and angular acceleration.
5. Dynamics of translational movement. Laws of translational motion dynamics, mass, force, momentum.
6. The law of conservation of momentum of a closed system.
7. Forces of friction, elasticity, gravity, weight.
8. Energy, work, power. Kinetic energy. Potential energy. Law of conservation of energy.
9. Absolutely elastic and absolutely inelastic impact.
10. Moment of strength. Moment of inertia. The main equation of the dynamics of rotational motion.
11. Kinetic energy of a rotating body.
12. Moment of momentum. The law of conservation of momentum.
13. Experimental laws of ideal gases. Isoprocesses.
14. Mendeleev-Clapeyron equation.
15. The basic equation of the molecular kinetic theory.
16. Barometric formula.
17. Average length of free run.
18. Transfer phenomena.
19. Internal energy of an ideal gas.
20. The 1st law of thermodynamics.
21. Work of a gas when the volume changes. Application of the 1st law of thermodynamics to isoprocesses.
22. Heat capacity. Mayer's equation.
23. Adiabatic process. Poisson's equation.
24. Cycles. Work with circular processes. K.k.d.
25. Real gases.
28. Electric charge. Law of conservation of electric charge.
29. Coulomb's law. electric field strength. The principle of superposition.
30. Flow of the electrostatic field intensity vector. The Ostrogradsky-Gauss theorem.
- C1. Using the Ostrogradsky-Gauss theorem
32. Work on charge movement in an electric field.
33. Potential and potential difference.
34. Relationship between power and energy characteristics of an electric field.
35. Electrical capacity. Capacitance of a flat capacitor.
36. Connecting capacitors. 37. Electric field energy.
38. Electric current. Its characteristics, conditions of existence. emf
39. Ohm's and Joule-Lenz's laws in integral and differential forms.
40. Series and parallel connection of conductors.
41. Kirchhoff's laws.
42. Magnetic field, magnetic induction. Biot-Savard-Laplace law.
43. Application of Biot-Savard-Laplace law to direct and circular current.

44. The law of full current (circulation of the magnetic induction vector) and its application for calculating the field of a solenoid and a toroid.
45. Ampere's law. Lorentz force. Movement of charged particles in a magnetic field.
46. Hall effect.
47. Magnetic flux.
48. Work on moving a conductor and circuit with a current in a magnetic field.
49. Electromagnetic induction. Faraday's law.
50. The phenomenon of self-induction. Inductance.
51. Magnetic field energy.
52. Magnetic field in matter.
53. Magnets.
54. Harmonic oscillations and their characteristics. Differential equation of harmonic oscillations.
55. Mechanical harmonic oscillations.
56. Spring, physical and mathematical pendulum.
57. Electric oscillating circuit.
58. Energy of harmonic oscillations.
59. Addition of harmonic oscillations of the same direction.
60. Addition of mutually perpendicular oscillations.
61. Attenuating oscillations.
62. Forced fluctuations.
63. Wave processes. Longitudinal and transverse waves.
64. The traveling wave equation. Wave length and wave number.
65. Phase velocity, group velocity, wave energy.
66. Interference of waves, coherence.
67. Formation of a standing wave. Standing wave equation and its analysis.
68. Electromagnetic waves.
67. Laws of geometric optics. Full internal reflection.
68. Interference of light. Coherence. Calculation of the interference pattern from 2 coherent sources.
69. Interference in thin films.
70. Huygens-Fresnel principle. Fresnel zone method.
71. Diffraction on a round hole.
72. Fraunhofer diffraction on one slit. Diffraction grating.
73. Natural and polarized light. Brewster's Law, Malus' Law.
74. Double refraction.
75. Thermal radiation. Its characteristics. completely black body. Kirchhoff's law.
76. Stefan-Boltzmann law. Wien's laws.
77. Planck's law. Energy distribution in the spectrum of an absolutely black body.
78. Photo effect. Einstein's equation for the external photoeffect.
79. Mass and momentum of a photon. Light pressure.
80. Models of the atom. Rutherford's experiments.
81. Bohr's postulates.
82. Bohr's theory for the hydrogen atom.
83. Serial regularities in the spectrum of hydrogen radiation.
84. Louis de Broglie's hypothesis and formula. Heisenberg uncertainty ratio.
85. Wave function. Schrödinger's equation.
86. Application of the Schrödinger equation for a particle in a "potential well".
87. Energy zones.
88. Conductors and dielectrics from the point of view of the band theory of solids.
89. Intrinsic and impurity conductivity of semiconductors.
90. Contact of n-type and p-type conductors.
91. Diode.
92. Charge, size and mass of an atomic nucleus. Core structure. Mass defect and nuclear binding energy.
93. Radioactivity. Law of radioactive decay.
94. Nuclear reactions.
95. Elementary particles and

9. TEACHING AND LEARNING MATERIALS

The educational process in the discipline "Physics" is fully and in sufficient quantity provided with the necessary educational and methodical literature.

10. RECOMMENDED LITERATURE

Main

1. Serway, Raymond A., and John W. Jewett. Physics for scientists and engineers. Cengage learning, 2018.
2. Serway, Raymond A., and John W. Jewett. Physics for Scientists and Engineers, Volume 2. Cengage Learning, 2021.
3. Young, Hugh D., Roger A. Freedman, and Albert Lewis Ford. University physics with modern physics. New York: Pearson, 2014.
4. Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. Fundamentals of physics. John Wiley & Sons, 2013.
5. The Feynman Lectures on Physics New Millennium Edition.
<https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>

Auxiliary

6. Walker, Jearl D. Fundamentals of physics extended. Wiley, 2010.
7. David J. Griffiths. Instructor's Solution Manual Introduction to Electrodynamics Fourth Edition. 2014
8. David J. Griffiths And Darrell F. Schroeter. Introduction to Quantum Mechanics. Third edition. Reed College, Oregon. 2018
9. Nolan, P. J. (2014). Fundamentals of modern physics
10. Likharev K. Essential Graduate Physics. Part CM: Classical Mechanics. 2023
11. Likharev K. Essential Graduate Physics. Part EM: Classical Electrodynamics. 2013
12. Likharev K. Essential Graduate Physics. Part QM: Quantum Mechanics. 2013
13. Shankar, Ramamurti. Fundamentals of physics I: mechanics, relativity, and thermodynamics. Yale University Press, 2019.
14. Cutnell, John D., and Kenneth W. Johnson. Physics. John Wiley & Sons, 2009.
15. Paul A. Tipler, Ralph A. Lewellyn. Modern Physics. Fifth Edition. W. H. Freeman and Company • New York. 2008

11. INFORMATION RESOURCES

1. MOODLE Learning Platform. Access to the resource: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. University Electronic Library. Access to the resource: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php
3. University Repository. Access to the resource: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.