

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Природничий факультет
Кафедра екології

СИЛАБУС

до навчальної дисципліни
«АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА»

підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань 01 Освіта/Педагогіка
спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)
за освітньою програмою Фізика, технологічна освіта та інформатика

1. Загальна інформація про курс

Назва курсу	Атомна та ядерна фізика
Мова викладання	українська
Викладачі	Оптасюк Сергій Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, Рачковський Олег Михайлович, старший викладач
Профайл викладачів	http://mvf.kpnu.edu.ua/optasiuk-serhii-vasylovych/
E-mail:	optasyuk.s@kpnu.edu.ua
Сторінка курсу в MOODLE	https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=1965
Консультації	Консультації проводяться щосереди, впродовж семестру о 16:00; групові або одноосібні

2. Анотація до курсу

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Атомна та ядерна фізика» укладена відповідно до освітньої програми (освітньо-професійної/освітньо-наукової) програми підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузь знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальність 014 Середня освіта (Фізика).

3. Мета та цілі курсу

Метою навчальної дисципліни «Атомна та ядерна фізика» є: ознайомити студентів з основними поняттями, явищами, моделями та законами, що їх описують, стосовно перебігу квантових, атомних і ядерних явищ; виробити вміння застосування теоретичних знань для аналізу і опису процесів, розрахунку або оцінки їх протікання; виробити навички практичного використання різних методів вимірювання.

4. Формат курсу

Стандартний курс (очний).

5. Результати навчання

Інтегральна компетентність: Здатність проводити навчальну, позакласну роботу з фізики та інформатики, а також виховну роботу у загальноосвітніх школах.

Фахові компетентності:

– СК 06 Здатність використовувати системні знання з фізики, педагогіки, методики навчання фізики, інформатики, історії їх виникнення та розвитку.

– СК 08 Здатність аналізувати предметні задачі, розглядати різні способи їх розв'язування.

Програмні результати:

– ПРН 03 Здатність виокремлювати компоненти професійних задач, пояснювати їх взаємозв'язки та розробляти, пропонувати різні шляхи розв'язування задачі.

По завершенню вивчення курсу студент:

ПОВИНЕН ЗНАТИ:

Основні поняття: квант світла (фотон), маса фотона, імпульс фотона, фотоелектричний ефект, тиск світла, корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, рентгенівське випромінювання, Ефект комптона, хвилі де Бройля, гармонічний осцилятор, спектральні серії випромінювання атомів водню, ядерна модель атома, дискретний енергетичний рівень атома, головне квантове число, орбітальне квантове число, орбітальне магнітне квантове число, спін, валентність, комбінаційне розсіяння світла, люмінесценція, спонтанне випромінювання, індуковане випромінювання, лазери, зв'язки структурних одиниць у кристалах, енергетичні зони, енергія Фермі, електронний газ, квазічастинки, прискорювачі заряджених частинок, методи спостереження і реєстрації мікрочастинок, заряд ядра, масове число ядра, енергія зв'язку ядер, дефект маси ядра, момент імпульсу ядра, магнітний момент ядра, ядерні сили, радіоактивність, період піврозпаду, доза опромінення, правила зміщення, радіоактивні сім'ї, α -розпад, β -розпад, γ -випромінювання, ефект Мессбауера, ядерна реакція, штучна радіоактивність, трансуровані елементи, реакції термоядерного синтезу, елементарні частинки, фундаментальні взаємодії, кваркова модель адронів.

Основні знання: експериментальні основи квантової механіки; закони фотоэффекту; природа рентгенівського випромінювання; теплове випромінювання; закони Стефана-Больцмана, Віна, формули Релея-Джинса, Планка; співвідношення невизначеностей Гейзенберга; рівняння Шредінгера і його застосування; спектральні серії випромінювання атомів водню, дослід Резерфорда; постулати Бора, принцип відповідності; квантова теорія будови атомів і молекул, принцип Паулі, закон Мозлі; квантові статистики, закон кубів Дебая; квантова теорія теплоємності твердих тіл; квантова теорія надпровідності і надплинності; експериментальні методи ядерної фізики; склад ядра, енергія зв'язку ядра, дефект маси ядра; ядерні сили; моделі атомного ядра; закон радіоактивного розпаду; правила зміщення; α -розпад, β -розпад, γ -випромінювання; теорія ядерних реакцій; реакції термоядерного синтезу; будова ядерного реактора, екологічні проблеми ядерної енергетики; сучасна теорія елементарних частинок; види фундаментальних взаємодій; закони збереження у фізиці елементарних частинок; кваркова модель адронів; внесок українських учених у розвиток квантової фізики; сучасна фізична картина світу.

ПОВИНЕН ВМІТИ:

Основні вміння: самостійно працювати за літературними джерелами; розуміти сучасну природничо-наукову картину світу; виділяти і логічно обґрунтовувати в цій картині роль, місце і значення будь-якого природного явища (бачити взаємозв'язки теорій, реалізацію принципу доповнюваності); застосовувати основи квантової теорії у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів; демонструвати досліди з квантової фізики та робити теоретичні узагальнення з них, посилаючись на практичні застосування; застосовувати отримані знання для розв'язування задач з квантової фізики; виконувати розрахунки квантових систем; знати будову фотоелементів, фотопомножувачів, спектрографів, стилometrів, квантових генераторів, лічильника Гейзера-Мюлера, радіометрів, лічильників імпульсів, дозиметрів; проводити дослідження теплового випромінювання, фотоэффекту і фотоелектронних явищ, спектрів випромінювання атомарного водню, індукованого (лазерного)

випромінювання.

6. Обсяг і ознаки курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Освітня програма, спеціальність	Фізика, технологічна освіта та інформатика; 014 Середня освіта (Фізика)	-
Рік навчання / рік викладання	третій / 2020-2021	-
Семестр вивчення	шостий	-
нормативна/вибіркова	нормативна	-
Кількість кредитів ЄКТС	7 кредити ЄКТС	-
Загальний обсяг годин	210 год.	-
Кількість годин навчальних занять	84 год.	-
Лекційні заняття	24 год.	-
Практичні заняття	24 год.	-
Семінарські заняття		-
Лабораторні заняття	36 год.	-
Самостійна та індивідуальна робота	126 год.	-
Форма підсумкового контролю	Екзамен	-

7. Пререквізити курсу

Вступ до спеціальності, Математичний аналіз, вступ до спеціальності, механіка, молекулярна фізика, електрика та магнетизм, оптика;

8. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Вивчення навчальної дисципліни «Атомна та ядерна фізика» потребує використання лабораторного обладнання.

9. Політики курсу

Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Пропущені заняття. Очікується, що студентом буде відпрацьоване кожне пропущене (з поважних чи неповажних причин) заняття у час, відведений для перевірки результатів самостійної роботи студентів, визначений викладачем.

Поведінка в аудиторії. Очікується, що всі студенти дотримуватимуться правил поведінки в аудиторії.

Письмові роботи. Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (дві модульних контрольних роботи).

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Література. Уся література, яку студенти не можуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Додаткові бали. Очікується, що всі студенти мають право на отримання додаткових балів за активність на заняттях.

Консультації. Якщо у студентів виникають питання, то вони можуть звернутись із ними до викладача. Викладач призначає консультації, які потрібні для роз'яснення незрозумілих питань, для відпрацювання пропущених занять, для перевірки виконання самостійних завдань. Також студенти можуть звернутись на кафедру за літературою, за методичними рекомендаціями та іншими навчальними матеріалами.

10.Схема курсу

Тема	Лекції	Практичні	Лабораторні	Індивіду	Самостійн	ІНДЗ
	Години					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 (Квантова і атомна фізика)						
Квантові властивості електромагнітного випромінювання. Предмет, методи і завдання квантової фізики. Короткий історичний огляд розвитку квантової механіки. Фотоелектричний ефект. Дослідження О.Г. Столетова. Квантова теорія фотоелектричного ефекту. Фотоелементи та їх застосування. Світло як потік фотонів. Фотонна теорія світла. Енергія та імпульс фотонів. Досліди С.І. Вавилова. Тиск світла. Досліди П.М. Лебедева. Ефект Комптона. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла.	2	2	6	2	2	-
Теплове випромінювання. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Релея-Джинса. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка. Оптична пірометрія.	2	2	6	2	4	-
Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок. Дифракція електронів. Хвилі де Бройля. Досліди Девісона і Джермера. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Основні уявлення квантової механіки. Хвильова функція та її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції у квантовій механіці. Найпростіші задачі квантової механіки: частинка у нескінченно глибокій одновимірній потенціальній ямі, квантування енергії лінійного гармонічного осцилятора; проходження частинки крізь потенціальний бар'єр (тунельний ефект).	2	2	6	2	6	2
Будова атомів і молекул. Спектральні серії випромінювання атомів. Досліди Резерфорда. Постулати Бора. Принцип відповідності. Дослід Франка і Герца. Квантування енергії, моменту імпульсу і проекції моменту імпульсу. Досліди Штерна і Герлаха. Спін і магнітний момент електрона. Квантові числа електрона в	6	6	6	2	6	2

<p>атомі.</p> <p>Принцип Паулі. Електронні шари складних атомів. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва.</p> <p>Рентгенівське випромінювання. Дослідження І.П. Пулюя. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання та їх спектри. Закон Мозлі. Застосування рентгенівських променів.</p> <p>Поняття про хімічний зв'язок і валентність. Будова молекул. Молекулярні спектри. Комбінаційне розсіяння світла. Люмінесценція. Правило Стокса.</p> <p>Спонтанне та індуковане випромінювання. Квантові генератори (лазери) та їх застосування.</p>						
<p>Квантові явища в твердих тілах. Утворення енергетичних зон у кристалах. Поняття про зонну теорію провідності провідників, напівпровідників і діелектриків.</p> <p>Поняття про квантові статистики. Застосування статистики Фермі-Дірака до електронів у металах. Квантова теорія теплоємності. Теплопровідність діелектричних кристалів. Фонони.</p> <p>Квантові явища при низьких температурах. Надпровідність. Надплинність.</p>	2	2	2	2	6	2
Модуль 2 (ядерна фізика)						
<p>Фізика атомного ядра. Експериментальні методи ядерної фізики. Прискорювачі заряджених частинок. Склад ядра. Заряд і масове число ядра. Енергія зв'язку ядер. Дефект мас. Момент кількості руху і магнітний момент ядра. Ядерні сили. Моделі атомного ядра.</p> <p>Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення і радіоактивні сім'ї. гамма-випромінювання.</p> <p>Ядерні реакції. Особливості ядерних реакцій під дією α – частинок, протонів, нейтронів, дейтронів і γ – квантів. Штучна радіоактивність. Трансуранові елементи.</p> <p>Поділ важких ядер. Ланцюгова реакція поділу ядер. Ядерні реактори на теплових та швидких нейтронах. Застосування радіоактивних ізотопів. Ядерна енергетика. Реакції термоядерного синтезу, умови їх здійснення. Керований термоядерний синтез.</p>	4	4	10			
<p>Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії. Загальні відомості</p>	4	4			8	

про елементарні частинки. Класифікація елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії. Лептони і адрони. Мезони і баріони. Поняття про кварки. Кваркова модель адронів. Закони збереження у мікросвіті.						
Сучасна фізична картина світу. Роль українських учених у розвитку фізики. Сучасна фізична картина світу. Внесок українських учених у розвиток фізики. Досягнення і проблеми сучасної фізики.	2	2			8	

Рекомендовані джерела:

Основна

1. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. - К.: Вища школа, 1991, - 463 С.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн.2. Оптика. Фізика атома і атомного ядра. –К.: Либідь. 2001, –424 с.
3. Загальна фізика. Збірник задач /за ред. І.Т. Горбачука, К.: Вища школа, 1993.
4. Сборник задач по общему курсу физики //под ред. Цедрика М.С. М.: Просвещение, 1989.
5. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. М.: Высшая школа, 1985.
6. Фізичний практикум /Дущенко В.П., Бережний П.В., Барановський В.М., Горбачук І.Т., Шут М.І. Ч. II. К.: 1984.

Додаткова:

7. Корсунский В.И. Оптика и атомная физика, М.: Высшая школа, 1978, - 348 с.
8. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики, ч. 2, Електрика, оптика і атомна фізика 1969, К.: Вища школа, - 384 с.
9. Корсак К.В. Якісні і графічні задачі з основ електродинаміки, оптики й атомної фізики. К.: Освіта, 1992, - 127 с.
10. Губанова А.О., Криськов Ц.А. Лабораторні роботи з курсу загальної фізики. Квантова і атомна фізика, Кам-Под., 1998,

- 24 с.

11. Система оцінювання та вимоги

Розподіл балів

Поточний і модульний контроль (60 балів)				Екзамен	100 балів
Змістовий модуль 1 (40 балів)		Змістовий модуль 2 (40 балів)		40	
Поточний контроль	МКР	Поточний контроль	МКР		

18 балів	12 балів	18 балів	12 балів		
----------	----------	----------	----------	--	--

Максимальна кількість балів, яку можна отримати на лабораторному занятті – **12 балів** (за умови виконання всіх різновидів роботи, передбачених планами заняття).

Модульна контрольна робота складається з завдань різного ступеня складності. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за модульну контрольну роботу становить по **12 балів**. Модульна контрольна робота виконується у письмовій формі. До її написання допускаються всі студенти. Позитивну оцінку за МКР не рекомендується покращувати. Невиконання МКР оцінюється 0 балів.

Студенти, які за результатами виконання МКР отримали рейтинговий бал менший 60 % від максимальної кількості балів, виділених на цей вид роботи, а також ті, що не з'явилися для її виконання або не виконали її завдань, вважаються такими, що мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, ліквідація якої є обов'язковою.

Оцінювання навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Таблиці відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Рейтингова оцінка з кредитного модуля	Оцінка за шкалою ECTS	Рекомендовані системою ECTS статистичні значення (у %)	Екзаменаційна оцінка за національною шкалою	Національна залікова оцінка
90-100	A (відмінно)	10	відмінно	зараховано
82-89	B (дуже добре)	25	добре	
75-81	C (добре)	30		
67-74	D (задовільно)	25	задовільно	
60-66	E (достатньо)	10		

35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)		незадовільно	не зараховано
-------	---	--	--------------	------------------

Якщо студент не відпрацював пропущені навчальні заняття, не виправив оцінки 0, 1, 2, 3, отримані на навчальних заняттях; не виконав або виконав МКР, завдання самостійної та індивідуальної роботи менше ніж на 60% від максимальної кількості балів, виділених на ці види робіт, він вважається таким, що має академічну заборгованість за результатами поточного контролю.

Студенти, які не мають академічної заборгованості за результатами поточного контролю, отримують оцінки за результатами підсумкового контролю у формі заліку з кредитного модуля.

Студенти, які мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, отримують за результатами підсумкового контролю у формі заліку оцінку F за шкалою ECTS та „не зараховано”/„незадовільно” за національною шкалою.

Студенти, які мають академічну заборгованість за результатами підсумкового контролю у формі заліку, зобов'язані ліквідувати її в терміни, визначені графіком ліквідації академічної заборгованості.

До індивідуального навчального плану студента результати підсумкового контролю у формі заліку заносяться за умови, якщо студент не має академічної заборгованості за результатами поточного контролю та його рейтингова оцінка є більшою або рівною 60 балів.

Іспит (40 балів) Білет містить 3 (три) теоретичних завдання. Кожне питання важить 13 балів максимально і 1 бал на заохочення. Максимально можна отримати 40 балів, мінімально – 24 бали (60% від 40 балів).