



Атомна фізика (ПО-8)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів, 180 годин. Лекційні - 36 годин, практичні - 36 годин, лабораторні - 54 години, СРС - 54 годин.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, ДКР,МКР
Розклад занять	Roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Кривенко-Еметов Ярослав Дмитрович</i> , https://apd.ipt.kpi.ua/infusions/blog/blog.php?author=19 krivemet@ukr.net Практичні: <i>Кривенко-Еметов Ярослав Дмитрович</i> atomphys2020@ukr.net Лабораторні: <i>Кривенко-Еметов Ярослав Дмитрович</i> atomphys2020@ukr.net
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Атомна фізика» належить до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки і забезпечує підготовку студентів в галузі загальних знань з питань фізики мікросвіту. На дисципліні «Атомна фізика» базуються інші курси, що пов'язані з розрахунками енергоефективності фізико-технічних систем різного класу.

Основною метою навчальної дисципліни «Атомна фізика» є формування у студентів системи знань з загальних знань з питань фізики мікросвіту, знайомство з основними уявленнями квантової теорії, вивченні властивостей атомів, знайомство з загальними уявленнями про будову речовини на квантовому рівні, розвиток у студентів умінь самостійно розв'язувати не складні задачі, пов'язані з основами квантової механіки, атомною фізикою та фізикою твердого тіла.

Силабус навчальної дисципліни «Атомна фізика» розроблений на основі принципу конструктивного вирівнювання (constructive alignment), що дозволяє передбачити необхідні навчальні завдання та активності, які потрібні студентам для досягнення очікуваних результатів навчання, а потім спроектувати навчальний досвід таким чином, щоб максимально збільшити можливості студентів досягти бажаних результатів.

Силабус побудований таким чином, що для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. Фінальним є екзамен, для здачі якого студенти використовують теоретичні знання та застосовують практичні навички, отримані під час виконання всіх видів завдань (практичних занять та лабораторних завдань) та активної участі на лекційних заняттях (виконання поточних завдань та активностей). Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності з яким студенти мають працювати над практичними тематичними завданнями, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання.

Навчання під час практичних занять здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Під час практичних занять застосовуються:

стратегії активного і колективного навчання;

особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share), метод мозкового штурму, дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати тощо);

метод проблемно-орієнтованого навчання.

Для більш ефективного розуміння структури навчальної дисципліни та засвоєння матеріалу дистанційно використовується сервіси «Електронний кампус», Zoom та e-mail спілкування, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

Під час очного навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та семінарських занять).

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Атомна фізика» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Атомна фізика» студенти зможуть:

1. практично здійснювати вибір ефективних методів отримання та перетворення різних видів енергії в залежності від конкретних умов;
2. проводити виміри та розрахунки основних теплотехнічних показників, які пов'язані з профілем інженерної діяльності;
3. проводити теплотехнічну оцінку ефективності технологій, обладнання на основі використання термодинамічних методів аналізу;
4. визначити основні теплотехнічні показники термодинамічного аналізу та використовувати їх для підвищення ефективності технологій та обладнання.
5. ЗК 1 - застосовувати знання у практичних ситуаціях.
6. ЗК 2 - знати та розуміти предметної області та розуміння професійної діяльності.
7. ЗК 6 - проводити досліджень на відповідному рівні.

8. ПРН 2 - застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
9. ПРН 4 - застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій
10. ФК 2 - здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
11. ФК 3 - здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

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

Необхідні навички: Курс «Атомна фізика» ґрунтується на курсах: „Фізика” (зокрема, «Термодинаміка і молекулярна фізика»), „Хімія”, „Вища математика”, „Математичний аналіз”, „Програмування”.

Курс “Атомна фізика” дає перше знайомство з основами квантової фізики. Крім того, цей курс дає базові знання до таких дисциплін, як “Квантова механіка”, “Фізика твердого тіла”, “Ядерна фізика”, “Статистична фізика” та ін.

3. Зміст навчальної дисципліни

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Загальні принципи квантової механіки					
Тема 1.1. Вступі поняття Випромінювання абсолютно чорного тіла.	8.5	4	4	0.5	3

Тема 1.2. Рівняння Шрьодінгера	13.5	6	6	0.5	8
Разом за розділом 1	22	10	10	1	11
Розділ 2. Фізика окремого атому					
Тема 2.1. Атом водню	12	4	4	3	1

Тема 2.2. Багатоелектронні атоми	24	6	4	13	1
Тема 2.3. Переходи в атомах	22	6	6	10	5
Разом за розділом 2	58	16	14	26	7
Розділ 3. Багатоатомні системи					
Тема 3.1. Молекули	23	4	4	14	1
Тема 3.2. Фізика твердого тіла	26	6	6	13	4
Разом за розділом 3	49	10	10	27	7
Домашня контрольна робота	21	-	2	-	19
Екзамен(МКР)	30				10
Всього годин	180	36	36	54	54

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. О.П.Кобушкін, Атомна фізика, підручник, 2018. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26381>
2. А.У.Білий, Атомна фізика. Київ, «Вища школа». 1973.
3. Я.Д. Кривенко-Еметов, Задачі з атомної фізики (електронне видання) КПІ 2022.
4. Г.Є. Монастирський та Я.Д. Кривенко-Еметов, Вказівки до лабораторних робіт (електронне видання) КПІ 2012.

Допоміжна

1. 1. Э.В.Шпольский, Атомная физика, М.: «Наука», 1989.
2. Ч.Киттель, Введение в физику твердого тела, М.: «Наука», 1978.
3. А.Н.Матвеев, Атомная физика, М.: «Высшая школа», 1989
4. И.Е.Иродов, Задачи по квантовой физике, М. «Лаборатория базовых знаний», 2006.
5. О.С.Давидов, Квантова механіка, Київ, «Академперіодика», 2012.

Інформаційні ресурси:

1. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26381>
2. http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/davydov_qm.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
36	36	54	54
кожний тиждень	кожний тиждень	2 рази на тиждень	

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1.	Вступні поняття. Випромінювання абсолютно чорного тіла.
2.	Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Дослід Комптона. Хвилі де Бройля. Хвилі де Бройля. Амплітуда ймовірності або хвильова функція. Її нормування та фізичний зміст.
3.	Рівняння Шрьодінгера. Стаціонарні розв'язки рівняння Шрьодінгера.
4.	Наближені методи розв'язку рівняння Шрьодінгера.
5.	Атом водню. Енергетичні рівні та хвильові функції електрона в атомі водню. водню.
6.	Атоми з багатьма електронами. Електронні оболонки в атомах.

7.	Атоми з багатьма електронами. Атоми лужних металів.
8.	Рентгенівські промені. Рентгенівські промені випромінювання.
9.	Атом у магнітному полі. Магнітний момент атома. Ефект Зеемана.
10.	Властивості молекул. Молекулярні спектри.
11.	Властивості молекул. Квантова теорія хімічних зв'язків.
12.	Фоони у кристалах. Кристалева ґратка. Фоони.
13.	Фоони у кристалах. Тепловий розподіл фоонів. потенціалі.
14.	Електрони у кристалах. Електрон у періодичному полі.
15.	Електрони у кристалах. Модель вільних електронів. Енергія Фермі.
16.	Електропровідність та теплопровідність твердих тіл.
17.	Метали, напівпровідники та діелектрики з точки зору зонної структури.
18.	Магнітна сприйнятливості електронного газу

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять:

сприяти засвоєнню лекційного курсу; розвиток вміння проводити самостійний аналіз квантових явищ; вміння ставити та розв'язувати типові задачі з атомної фізики.

№ з/п	Назва теми заняття
1.	Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Дифракція електронів.
2.	Ефект Комптона. Принцип невизначеностей.
3.	Тунельний ефект. Прямокутна потенційна яма.
4.	Гармонійний осцилятор.
5.	Постулати та принцип відповідності Бора. Спектри воднеподібних атомів.
6.	Періодична система елементів.
7.	Магнітний момент у зовнішньому магнітному полі.
8.	Складання моментів імпульсу.
9.	Спін фотона та правила відбору.
10.	Атом у магнітному полі.
11.	Коливні та обертальні спектри молекул.

12.	Кристали та структура ґраток.
13.	Фоони. Фоонна теплоємність твердих тіл.
14.	Енергетичний спектр електронів у кристалах.
15.	Теплоємність металів.
16.	Електроопір металів.
17.	Зонна структура спектру електронів у кристалах.
18.	Метали, напівпровідники та ізолятори з точки зору зонної структури.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

затвердження курсу та навчання в проведенні найпростіших експериментальних досліджень.

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Спектри атомарного та молекулярного водню.
2	Дослід Франка-Герца.

3.	Дослідження <i>pn</i> -переходу.
4.	Температурна залежність опору металів та напівпровідників.

Контрольна робота

Проводиться одна контрольна робота по всіх 3 розділах курсу(МКР).

6. Самостійна робота студента

На самостійну роботу передбачено 54 год. Самостійна робота передбачає підготовку до практичних та лабораторних занять, розв'язок задач(на практичних, та зі списку наданого викладачем), підготовка та написання контрольної роботи, домашньої контрольної роботи(ДКР) та підготовку до екзамену.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Бал
Активність на лекційних заняттях.	5 балів
Активність на практичних заняттях.	5 балів
Лабораторні заняття	20 балів
Порушення термінів виконання завдань	-5 балів
Призове місце у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	До 10 балів

Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання поточного завдання, практичних задач та тематичних завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО) Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами ¹.

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ²	8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови атестації: поточний рейтинг ³	≥ 10 балів	≥ 20 балів

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Семестровий контроль (екзамен)

Питання, що виносяться на екзамен, складаються із 2-х теоретичних питань, за кожне з яких дається максимум 20 балів.

Критерії оцінювання:

- максимальна кількість балів – 95% інформації, повна правильна відповідь, там де треба наведено малюнки, позначення, є письмовий коментар щодо базових понять та наведені основні формули, що повністю розкривають зміст питання.
- 75% балів – питання розкрито з незначними помилками, не всі умови попереднього пункту виконано.
- 60% балів – питання розкрито з суттєвими помилками
- списані відповіді, незнання обов'язкових формул та співвідношень що розкривають зміст питання.

Остаточна оцінка є сумою рейтингових балів отриманих за поточний контроль та балів, отриманих на екзамени після співбесіди зі студентом.

№	Контрольний захід	Бал	Кількість	Всього
---	-------------------	-----	-----------	--------

1	МКР	10	1	10
2	Розрахункова робота(ДКР)	20	1	20
3	Активність на заняттях(конспект, реферат)	10		10
4	Лабораторні заняття	..5	4	20
	Екзамен	40		40
	Всього			100

Протягом семестру студент отримує бали за такі види роботи:

Робота на практичних заняттях лекційних заняттях для студентів синхронного навчання:

1) максимальна кількість балів за активність на всіх практичних та лекційних заняттях(включаючи конспект лекцій) дорівнює 10 балів;

2) самостійна робота студентів синхронного навчання - 20 балів(максимальна кількість балів за ДКР дорівнює 20 балів);

3) Максимальна кількість балів за виконані лабораторні роботи -20 балів;

4) Максимальна кількість балів за МКР -10 балів.

Максимальний рейтинг за семестр складає 60 балів.

Максимальний бал за екзамен складає 40 балів.

Максимальний сумарний рейтинг складає 100 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів для студентів синхронного та асинхронного навчання протягом семестру складає:

$$R_c = 10 + 20 + 20 + 10 + 40 = 100 \text{ балів}$$

P.S. У зв'язку з військовим станом студент може виникнути ситуація, коли студент отримає оцінку згідно зі своїм рейтингом(звичайно, за відповідним наказом керівництва ФТІ).

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

¹ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

² Там само.

³ Там само.

74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Співбесіда й перескладання

На останньому за розкладом занятті викладач може проводити семестрову атестацію у вигляді співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрової атестації, а також з тими, хто бажає підвищити свою позитивну оцінку.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 балів ($RD < 30$), зобов'язані проходити перескладання. Студенти, які протягом семестру отримали більш ніж 60 балів, можуть пройти перескладання метою підвищення оцінки. Студент отримує оцінку за результатами перескладання.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Атомна фізика» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, крім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англomовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: к.ф.-м.н. кафедри ПФ Кривенко-Еметов Ярослав Дмитрович

Ухвалено кафедрою прикладної фізики (протокол № 6 від 15.06.2023)

Затверджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 29.06.2023)