

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Навчально-науковий фізико-технологічний інститут
Кафедра теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського

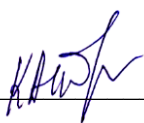
СИЛАБУС
Вибіркового освітнього компонента
КВАНТОВА МЕХАНІКА
підготовки бакалавра
спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітньо-професійної програми
Прикладна фізика та наноматеріали

Силабус вибіркового освітнього компонента «Квантова механіка» підготовки бакалавра, галузі знань – 10 Природничі науки, спеціальності – 105 Прикладна фізика та наноматеріали, за освітньою-професійною програмою – «Прикладна фізика та наноматеріали».

Розробник: Шигорін Павло Павлович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:

 Кевшин А.Г.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В. Свідзинського
протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри



доц. Сахнюк В.Є.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	10 Природничі науки, 105 Прикладна фізика та наноматеріали, Прикладна фізика та наноматеріали, перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	Вибіркова
Кількість годин/кредитів 150/5		Рік навчання <u>3</u>
		Семестр <u>5</u>
		Лекції <u>24</u> год
		Практичні <u>30</u> год
		Самостійна робота <u>88</u> год.
		Консультації <u>8</u> год.
		Форма контролю: <u>залік</u>
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові	Шигорін Павло Павлович
Науковий ступінь	доцент
Вчене звання	кандидат фізико-математичних наук
Посада	доцент
e-mail	Shygorin.Pavlo@vnu.edu.ua
Дні занять (посилання на електронний розклад)	http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi

III. Опис освітнього компонента

Мета і завдання освітнього компонента

Квантова механіка є основою розуміння процесів у мікросвіті. Метою даного курсу є формування у студентів уявлень про фізичні принципи, що лежать в основі квантової механіки, розповісти їм про основні методи та підходи теорії, навчити застосовувати квантову механіку до розгляду конкретних атомно-молекулярних систем, як ізольованих, так і взаємодіючих один з одним та з випромінюванням. Основними завданнями курсу є засвоєння здобувачами освіти основних понять та законів квантової механіки, вивчення математичного апарату квантової механіки, набуття навичок роботи з рівнянням Шредінгера, застосування студентами законів квантової механіки до опису атомів і молекул та квантової оптики, а також розвиток навичок використання квантових алгоритмів для обробки інформації.

Даний курс створює фундаментальний базис для успішного вивчення низки дисциплін освітньої програми «Прикладна фізика та наноматеріали».

Програмні результати навчання та компетентності

За результатами курсу студенти **будуть компетентними** у таких питаннях: основні положення квантової механіки; концепція хвильової функції; хвильовий метод Шредінгера у квантовій механіці; рух квантової частинки у потенціальних полях; тунелювання квантових частинок через бар'єр; квантова теорія атома гідрогену; модель Кроніга-Пені; зонна модель у теорії твердого тіла; основи квантової інформації.

За результатами курсу студенти **будуть вміти**: розраховувати хвильову функцію та енергетичний спектр частинки в потенціальній ямі, гармонійного осцилятора, електрона в атомі гідрогену; розраховувати коефіцієнт проходження та відбиття частинки яка налітає на потенціальний бар'єр; розраховувати енергетичні зони в моделі Кроніга-Пені; будувати хвильову функцію багаточастинкової системи, описувати сплутані EPR-стани, користуватися нерівностями Белла.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали вибіркоковий курс «Квантова механіка» забезпечує набуття наступних компетентностей:

інтегральної компетентності та загальних компетентностей ЗК1 та ЗК2, а також спеціальних (фахових) компетентностей: СК-1 та СК-6. Програмні результати навчання P01, P02 та P04.

Загальні:

ЗК-1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні:

СК-1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів.

СК-6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

Програмні результати навчання:

P01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

P02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

P04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

Перелік тем, завдань та термінів виконання

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. робота	Конс.	Форма контролю /Бали	Терміни виконання
Змістовий модуль 1. Основні принципи та математичний апарат квантової механіки.							
Найпростіші задачі квантової механіки.							
Тема 1. Опис стану в квантовій механіці. Хвильова функція.	11	2	2	7	-	P3/5	Згідно розкладу
Тема 2. Математичний апарат квантової механіки.	15	2	4	8	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 3. Рівняння Шредінгера.	11	2	2	7	-	P3/5	Згідно розкладу

Тема 4. Рух квантової частинки в потенціальних ямах різної геометрії. Модель Кроніга-Пені.	15	2	4	8	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 5. Енергетичний спектр та хвильові функції гармонійного осцилятора.	12	2	2	7	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 6. Проходження частинок крізь потенціальний бар'єр.	12	2	2	7	1	P3/5	Згідно розкладу
Разом за модулем 1	76	12	16	44	4	30	
Змістовий модуль 2. Рух квантової частинки в центрально-симетричному полі. Наближені методи у квантовій механіці							
Тема 7. Момент кількості руху. Спін.	11	2	2	7	-	P3/5	Згідно розкладу
Тема 8. Хвильові функції та енергетичний спектр електрона в атомі гідрогену.	15	2	4	8	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 9. Теорія збурень у квантовій механіці	12	2	2	7	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 10. Квантова механіка систем багатьох частинок	13	2	2	8	1	P3/5	Згідно розкладу
Тема 11. Сплутані EPR-стани	11	2	2	7	-	P3/5	Згідно розкладу
Тема 12. Квантова криптографія	12	2	2	7	1	P3/5	Згідно розкладу
Разом за модулем 2	74	12	14	44	4	30	
Види підсумкових робіт						бали	
Контрольна робота №1						20	10-ий н/т
Контрольна робота №2						20	17-ий н/т
Всього годин/Балів	150	24	30	88	8	100	

Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.	7
2	Різні представлення квантових станів. Бра- і кет-вектори.	8
3	Рівняння Еренфеста.	7
4	Рух квантової частинки в періодичному потенціалі. Теорема Блоха.	8
5	Метод операторів породження та знищення в теорії гармонійного осцилятора.	7
6	Холодна емісія електронів з металу.	7
7	Ядерний квадрупольний резонанс.	7
8	Електронні терми атомів.	8
9	Варіаційний принцип у квантовій механіці.	7
10	Хімічний зв'язок.	8
11	Квантова телепортація	7
12	Нерівності Белла	7
	Разом	88

IV. Політика оцінювання

Відвідування практичних занять та відсутність на них не оцінюється. Однак, рекомендується студентам відвідувати практичні заняття, оскільки на них докладно обговорюється теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для успішного завершення курсу. Система оцінювання даного курсу орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання ним завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Бали поточного контролю за кожну тему визначаються оцінкою за виконане домашнє завдання. Максимальною кількістю балів оцінюється робота виконана правильно із докладними поясненнями, вчасно і самостійно. Робота вважається виконаною вчасно, якщо викладач отримав її рукопис або електронний варіант не пізніше 24:00 останньої доби перед початком наступного практичного заняття. Роботи одержані із запізненням оцінюються зі штрафом з розрахунку -20% балів за одну добу.

Роботи, які містять ознаки плагіату оцінюються нульовим балом.

Під час написання домашніх практичних занять, підсумкових робіт та інших видів навчальної діяльності студент повинен дотримуватися правил академічної доброчесності. Правила академічної доброчесності описані у статті 42 Закону України Про Освіту (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18#Text>) та у Кодексі академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (https://ra.vnu.edu.ua/akademichna_dobrochesnist/kodeks_akademichnoi_dobrochesnosti/).

Студент має право оскаржити результати оцінювання його діяльності шляхом написання листа на ім'я директора ННФТ інституту, у якому аргументовано вказано з яким значенням оцінки його діяльності він не погоджується.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 22 червня 2022 року студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Рейтингова оцінка з навчальної дисципліни визначається як сума у балах поточної оцінки.

V. Поточний контроль

У процесі вивчення дисципліни використовуються такі методи оцінювання навчальної роботи студента:

- розв'язування домашніх завдань (60 балів);
- контрольні роботи (2*20=40 балів).

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з курсу визначається як сума балів за домашні роботи та контрольні роботи.

Перелік питань на залік

1. Опис стану в квантовій механіці. Хвильова функція.
2. Математичний апарат квантової механіки. Оператори. Власні функції та власні значення.
3. Рівняння Шредінгера. Рівняння неперервності для густини імовірності.
4. Рух квантової частинки в нескінченно глибокій потенціальній ямі.
5. Рух квантової частинки в періодичному потенціалі. Модель Кроніга-Пені. Енергетичні зони.
6. Енергетичний спектр та хвильові функції гармонійного осцилятора.
7. Проходження частинок крізь потенціальний бар'єр.
8. Момент імпульсу частинки. Власні значення моменту.

9. Спін частинки. Власні функції та власні значення оператора спіну.
10. Радіальне рівняння Шредінгера. Властивості розв'язків.
11. Енергетичний спектр та хвильові функції атома гідрогену.
12. Стаціонарна теорія збурень.
13. Варіаційний принцип у квантовій механіці.
14. Нестационарна теорія збурень. Імовірності квантових переходів.
15. Квантова механіка систем багатьох частинок. Принцип тотожності частинок.
16. якісна теорія атома гелію.
17. Хімічний зв'язок.
18. Ван дер Ваальсівська взаємодія.
19. Сплутані EPR-стани.
20. Принципи квантової телепортації.
21. Квантова криптографія.
22. Нерівності Белла.

VI. Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75-81	
67-74	
60-66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Федорченко А. М. Теоретична фізика: Підручник: У 2 т. Київ: Вища школа, 1992. 535 с.
2. Свідзинський А. В. Математичні методи теоретичної фізики. Луцьк: РВВ “Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2001.
3. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник / І. О. Вакарчук. — [4-те вид., доп.] — Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. — 872 с. : 78 іл.
4. Юхновський І. Р. Основи квантової механіки : [навч. посібник] / І. Р. Юхновський. — [2-ге вид., перероб. і доп.] — К. : Либідь, 2002. — 392 с.
5. Halliday David, Robert Resnick, Jearl Walker. Fundamentals of physics. John Wiley & Sons, Inc., 2011. 1330 p.
6. Онлайн курси з фізики та інженерії Массачусетського технологічного інституту у вільному доступі
https://ocw.mit.edu/search/?d=Physics&s=department_course_numbers.sort_coursenum.