

ПРОГРАМА КУРСУ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ
для студентів 3 курсу радіофізичного факультету
2016/2017 навчальний рік, 6 семестр

Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ. РІВНЯННЯ ШРЕДІНГЕРА

1. Фізичні основи квантової механіки. Явища, які потребують квантово-механічного опису.
2. Хвильові властивості частинок. Гіпотеза Де-Бройля. Корпускулярно-хвильовий дуалізм.
3. Хвильова функція. Статистична трактовка хвильової функції.
4. Хвильова функція. Принцип суперпозиції. Розклад хвильової функції по плоским хвилям.
5. Хвильові пакети. Співвідношення невизначеності. Принцип причинності в квантовій механіці.
6. Хвильове рівняння. Вектор густини потоку ймовірності.
7. Частинка в одновимірній прямокутній нескінченно глибокій потенціальній ямі. Осциляційна теорема.
8. Частинка в тривимірній прямокутній потенціальній ямі нескінченної глибини.
9. Лінійний осцилятор. Рішення рівняння Шредінгера в координатному вигляді.
10. Відбиття та проходження через потенціальний бар'єр. Прямокутна сходинка та прямокутний бар'єр.
11. Відбиття та проходження через потенціальний бар'єр. Прямокутний бар'єр.

Розділ 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ

12. Лінійні оператори. Власні значення і власні функції ермітових операторів. Ортогональність і нормировка власних функцій ермітових операторів.
13. Квантомеханічні величини і оператори.
14. Хвильова функція та вірогідність результатів вимірювань. Теорія представлень.
15. Оператори і власні функції операторів координати та імпульсу в координатному та імпульсному зображенні
12. Середні значення фізичних величин. Комутація операторів. Повний набір фізичних величин.
13. Оператор Гамільтона. Стаціонарні стани.
14. Рівняння Шредінгера в імпульсному представленні. Рішення рівняння Шредінгера для δ -ями в імпульсному представленні.
15. Комутація операторів. Дужки Пуассона в квантовій механіці. Нерівності Гейзенберга.
16. Момент імпульсу. Власні функції та власні значення оператора моменту та квадрату моменту.
17. Диференціювання операторів за часовою змінною. Інтеграли руху. Закон збереження парності. Повний набір фізичних величин.
18. Гейзенбергівське зображення операторів фізичних величин.
19. Співвідношення невизначеності для енергії і часу.

Розділ 3. ЧАСТИНКА У ЗОВНІШНЬОМУ ПОЛІ

24. Задача двох тіл в квантовій механіці.
25. Рух в центральному полі. Розділ змінних в рівнянні Шредінгера.
26. Вільний рух частинки з заданим моментом імпульсу. Сферичні хвилі.
27. Рух в кулоновому полі. Випадкове виродження.

28. Рух частинки в полі одновимірного періодичного потенціалу («гребінка» Дірака)
29. Когерентні стани гармонічного осцилятора.
30. Електрон у магнітному полі. Рівні та стани Ландау.

Розділ 4. НАБЛИЖЕНІ МЕТОДИ У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ

31. Теорія збурень. Стаціонарна теорія збурень для неприроджених рівнів.
32. Теорія збурень. Стаціонарна теорія збурень для вироджених рівнів. Секулярне рівняння.
33. Теорія нестаціонарних збурень. Квантові переходи.
34. Квазікласичне наближення. Граничний перехід до класичної механіки. Рішення рівняння Шредінгера у квазікласичному наближенні.
35. Рух частинки в потенціальній ямі у квазікласичному наближенні. Правила квантування Бора-Зоммерфельда.
36. Проходження через потенціальний бар'єр в квазікласичному наближенні. Квазікласичний коефіцієнт прозорості бар'єру. Тунельний ефект. Теорія α -розпаду.

Розділ 5. СПІН. ТОТОЖНІ ЧАСТИНКИ. АТОМИ І МОЛЕКУЛИ. КВАНТОВА ТЕОРІЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕОРІЯ РОЗСІЯННЯ

37. Спін елементарних частинок. Оператори спина. Власні функції та власні значення операторів спина $1/2$.
38. Принцип тотожності однакових частинок. Хвильові функції системи бозонів та ферміонів. Принцип Паулі.
39. Молекула водню. Обмінна взаємодія.
40. Атом в магнітному полі. Зображення чисел заповнення.
41. Атомні терми. Атом гелію.
42. Ефекти Зеемана, Пашена-Бака, Штарка.
43. Квантова теорія випромінювання.
44. Квантування електромагнітного поля.
45. Взаємодія електрона з випромінюванням.
46. Поглинання та випромінювання світла атомами.
47. Мультипольні переходи. Правила відбору.
48. Розсіяння світла атомами. Теорія природної ширини спектральної лінії.
49. Теорія розсіяння. Амплітуда і переріз розсіяння. Формула Борна.
50. Розсіяння в кулоновому полі. Формула Резерфорда.

Базова література

1. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т. 2. - М.: Физматгиз, 1971. - 936 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика.-М.: Наука, 1989.-768 с.
3. Елютин П.В., Кривченков В.Д. Квантовая механика. - М.: Наука, 1976. – 336с.
4. J.-L. Basdevant, J. Dalibard. Quantum Mechanics. – Springer-Verlag, Berlin, 2002. – 512 p.
5. Галицкий Е.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. - М.:Наука, 1981. – 648с.
6. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. – М.:Высшая школа, 1984. – 319с.

Допоміжна література

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. - М.: Наука, 1973. - 704 с.
2. Мессия А. Квантовая механика. В 2-х т. – М.: Наука, 1979. – Т.1. – 478с, Т.2. – 583с.

3. Бете Г. Квантовая механика. - М.: Мир, 1965. - 333 с.
4. Фейнман Р., Хиббс А. Квантовая механика и интегралы по траекториям. - М.: Мир, 1968. - 382 с.
5. Вакарчук І.О. Квантова механіка: Підручник. – Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 1998. – 616с.
6. Ульянов В.В. Задачи по квантовой механике и квантовой статистике. - Харьков: Вища школа, 1980. - 216 с.
7. Ульянов В.В. Методы квантовой кинетики. - Харьков: Вища школа, 1987. - 144 с.
8. Гольдман И.И., Кривченков В.Д. Сборник задач по квантовой механике. – М.: Гос.изд-во технико-теоретической литературы, 1957. – 275с.
9. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. В 2-х т.- М.: Мир, 1974. – Т. 1. - 341с., Т. 2. -315с.

Інформаційні ресурси

1. Учебні матеріали на сайті кафедри теоретичної фізики

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html

2. Відеолекції та відкриті освітні матеріали МФТІ

<http://lectoriy.mipt.ru/course/viewall/>

3. Курс лекцій з квантової механіки (англійською мовою) проф. Дж.Бінні, Оксфордський університет:

http://rss.oucs.ox.ac.uk/oxitems/generatersstwo2.php?channel_name=mpls/quantum_mechanics-video або <http://mediapub.it.ox.ac.uk/feeds/129115/video.xml> (Обидва посилання відкриває

Internet Explorer)

Відкриті матеріали Массачусетського технологічного інституту

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-04-quantum-physics-i-spring-2013/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-05-quantum-physics-ii-fall-2013/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-06-quantum-physics-iii-spring-2005/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-321-quantum-theory-i-fall-2002/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-322-quantum-theory-ii-spring-2003/>