

Квантовая механика. РФФ 2015/2016 учебный год
Вопросы к экзамену.

Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА

1. Физические основы квантовой механики. Явления, требующие квантово-механического описания.
2. Волновые свойства частиц. Гипотеза Де-Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.
3. Волновая функция. Статистическая трактовка волновой функции.
4. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Разложение волновой функции по плоским волнам.
5. Волновые пакеты. Соотношение неопределенностей. Принцип причинности в квантовой механике.
6. Волновое уравнение Шредингера (УШ). Плотность потока вероятности.
7. Частица в одномерной прямоугольной бесконечно глубокой потенциальной яме. Осцилляционная теорема.
8. Частица в трехмерной прямоугольной потенциальной яме бесконечной глубины.
9. Линейный осциллятор. Решение УШ в координатном представлении.
10. Отражение и прохождение через потенциальный барьер. Прямоугольная ступенька.
11. Отражение и прохождение через потенциальный барьер. Прямоугольный барьер.

Раздел 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

12. Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения эрмитовых операторов. Ортогональность и нормировка собственных функций эрмитовых операторов.
13. Квантовомеханические величины и операторы.
14. Волновая функция и вероятность результатов измерений. Теория представлений.
15. Операторы и собственные функции координаты и импульса в координатном и в импульсном представлении.
16. Средние значения физических величин. Коммутация операторов. Полный набор физических величин.
17. Оператор Гамильтона. Стационарные состояния.
18. Уравнение Шредингера в импульсном представлении. Решение УШ в импульсном представлении для одномерной δ -ямы.
19. Коммутация операторов. Скобки Пуассона в квантовой механике. Неравенства Гейзенберга.
20. Момент импульса. Собственные функции и собственные значения оператора момента и квадрата момента.
21. Дифференцирование операторов по времени. Интегралы движения. Закон сохранения четности. Полный набор физических величин.
22. Гейзенберговское представление операторов физических величин.
23. Соотношение неопределенности для времени и энергии.

Раздел 3. ЧАСТИЦА ВО ВНЕШНЕМ ПОЛЕ

24. Задача двух тел в квантовой механике.
25. Движение в центрально-симметричном поле. Разделение переменных в УШ.
26. Свободное движение частицы с заданным моментом импульса. Сферические волны.
27. Движение в кулоновом поле. Случайное вырождение.
28. Движение частицы в поле одномерного периодического потенциала («гребенка» Дирака).
29. Когерентные состояния гармонического осциллятора.

30. Электрон в магнитном поле уровня Ландау.

Раздел 4. ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

31. Теория возмущений. Стационарная теория возмущений для невырожденных уровней.

32. Теория возмущений. Стационарная теория возмущений для вырожденных уровней. Секулярное уравнение.

33. Теория нестационарных возмущений. Квантовые переходы.

34. Квазиклассическое приближение. Предельный переход к классической механике. Решение уравнения Шредингера в квазиклассическом приближении.

35. Движение частицы в потенциальной яме в квазиклассическом приближении. Правила квантования Бора-Зоммерфельда.

36. Прохождение через потенциальный барьер в квазиклассическом приближении. Квазиклассический коэффициент прозрачности барьера. Туннельный эффект. Теория α -распада.

Раздел 5. СПИН. ТОЖДЕСТВЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ. АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ. ТЕОРИЯ РАССЕЯНИЯ

37. Спин элементарных частиц. Оператор спина. Собственные функции и собственные значения оператора спина $\frac{1}{2}$.

38. Принцип тождественности частиц. Волновые функции систем бозонов и фермионов. Принцип Паули.

39. Молекула водорода. Обменное взаимодействие.

40. Атом в магнитном поле.

41. Представление чисел заполнения.

42. Атомные термы. Атом гелия.

43. Эффекты Зеемана, Пашена-Бака, Штарка.

44. Квантовая теория излучения.

45. Квантование электромагнитного поля.

46. Взаимодействие электрона с излучением.

47. Поглощение и излучение света атомами.

48. Дипольные переходы в атомных системах. Правила отбора.

49. Рассеяние света атомами. Теория естественной ширины спектральной линии.

50. Теория рассеяния. Амплитуда и поперечное сечение рассеяния. Формула Борна.

51. Рассеяние в кулоновом поле. Формула Резерфорда.

Базовая литература

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.

Дополнительная литература

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.

Информационные ресурсы

1. Учебные материалы на сайте кафедры теоретической физики

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. Видеолекции и открытые образовательные материалы МФТИ

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

3. Курс лекций по квантовой механике (на английском языке) проф. Дж.Бинни, Оксфордский университет:

[http://rss.oucs.ox.ac.uk/oxitems/generatersstwo2.php?channel_name=mpls/quantum_mechanics-](http://rss.oucs.ox.ac.uk/oxitems/generatersstwo2.php?channel_name=mpls/quantum_mechanics-video)

[video](http://mediapub.it.ox.ac.uk/feeds/129115/video.xml) или <http://mediapub.it.ox.ac.uk/feeds/129115/video.xml> (Обе ссылки открывает Internet Explorer)

Открытые материалы Массачусетского технологического института

<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/>