

Дополнительные главы квантовой механики

- 1. Лектор (ы)**
Штернин Пётр
- 2. Ассистент (ы)**
Минин Михаил
- 3. Язык обучения**
русский
- 4. Зачётные единицы (кредиты) и форма оценивание (экзамен, зачёт, зачёт с оценкой)**
экзамен
- 5. Образовательная программа (ы) и семестр изучения**
6 семестр
- 6. Пререквизиты (курсы и темы, навыки и умения, как необходимое условие для изучения дисциплины – уточните базовые или продвинутое курсы, присутствуют ли в программах ФТФ, так как под разными названиями курсов может быть различное содержание)**

Базовый уровень основных математических курсов (Линейная алгебра, Математический анализ, Математическая физика, ТФКП)
Общая физика (базовый), теоретическая механика, классическая электродинамика.
Квантовая механика-1.

7. Краткая аннотация:

Продолжение курса нерелятивистской квантовой механики. Подробно рассмотрены такие разделы как квантовая теория углового момента, структура атомных спектров, метод вторичного квантования, взаимодействие квантовомеханических систем с излучением. Опционально курс может включать элементы релятивистской квантовой механики, являющиеся заделом для курса квантовой электродинамики/квантовой теории поля.

8. Содержание курса

№ раздела	Название раздела	Основные темы раздела, разделенные на лекции, практики, лабораторные	Формат занятия	Предполагаемая дата (если известно)
1	Квантовая теория углового момента и спина.	Симметрия по отношению к вращениям и оператор		

		<p> полного углового момента. Общий формализм момента количества движения. Сложение моментов, коэффициенты Клебша-Гордана. Спин, оператор спина. Волновая функция частиц со спином. Частицы со спином $1/2$, спиноры, спиновые матрицы Паули. Заряженная частица со спином в магнитном поле. Уравнение Паули. Движение свободного электрона в постоянном магнитном поле. Уровни Ландау. Преобразование в.ф. углового момента при вращении системы координат. D-функции Вигнера. Квантование вращения твёрдого тела. D-функции как вращательные волновые функции жесткого ротатора. Неприводимые сферические тензорные операторы. Теорема Вигнера-Эккарта. </p>		
2	Системы тождественных частиц. Сложный атом	<p> Неразличимость одинаковых частиц в квантовой механике. Фермионы и бозоны. Обменное взаимодействие в системе двух электронов. Возбуждённые состояния атома гелия. Обменное расщепление энергии конфигураций. Сложный атом. LS-связь. Правила Гунда. Тонкое расщепление. Эффект Зеемана в атоме водорода и в сложном атоме </p>		

		Сверхтонкая структура атомных уровней. Статистическая модель атома. Приближение Томаса-Ферми.		
3	Метод вторичного квантования	Система тождественных частиц в представлении вторичного квантования. Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Представления в методе вторичного квантования. Операторы в представлении вторичного квантования. Вторичноквантованное уравнение Шредингера. Картина Гейзенберга.		
		Уравнение Харти-Фока. Квантование колебаний кристаллической решетки. Фононы.		
4	Взаимодействие электромагнитного поля с веществом.	Квантование электромагнитного поля, фотоны. Излучение и поглощения фотонов атомными электронами. Спонтанное и вынужденное излучение. Прямые и обратные переходы. Электрическое дипольное приближение. Правила отбора. Угловое распределение и поляризация электрического дипольного излучения		
		Спиновая поляризационная матрица плотности. Мультиполи состояний. Запрещенные переходы (магнитодипольные и электрические квадрупольные). Двухквантовые процессы. Рассеяние фотона атомом. Резонансная флуоресценция.		
5	Элементы релятивистской квантовой механики (не обязательно)	Уравнение Клейна-Гордона. Проблемы одночастичного описания. Решение уравнения Клейна-Гордона для плоских волн. Частицы и античастицы. Релятивистское уравнение для частиц со спином 1/2. Уравнение Дирака. Закон сохранения вероятности в уравнении Дирака. Решение уравнения Дирака для плоских волн. Электроны и		

		позитроны. Квантовые состояния с фиксированной спиральностью.		
		Нерелятивистский предел уравнения Дирака. Симметричная форма уравнения Дирака. Квантовое описание безмассовых нейтрино.		

9. Литература (обязательная и рекомендованная – обязательно добавить минимум 2 ссылки на электронный источник доступный в ИТМО, а также на онлайн курс, если используется)

Основная

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория) — 2001. — 808 с. — ISBN 5-9221-0057-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2380>. — Загл. с экрана.
2. Мессиа, А. Квантовая Механика. Т.1. / А. Мессиа — М.: Наука, 1978.
3. Мессиа, А. Квантовая Механика. Т.2. / А. Мессиа — М.: Наука, 1979.
4. Галицкий, В. М. Задачи по квантовой механике: в 2 ч.: уч. пособие / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. — М.: Едиториал УРСС, 2001.
5. Sakurai, J.J. Modern Quantum Mechanics. Second Edition. / J. J. Sakurai, J. Napolitano, editor. — Boston: Addison-Wesley, 2011. — URL.: <https://www.cambridge.org/ru/academic/subjects/physics/quantum-physics-quantum-information-and-quantum-computation/modern-quantum-mechanics-2nd-edition>
6. Зар., Р. Теория углового момента. — М.: Мир, 1993.
7. Берестецкий, В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский, Л.П. Квантовая электродинамика, Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002.

Рекомендованная

8. Давыдов, А. С. Квантовая механика: учеб. пособие для вузов / А. С. Давыдов. — СПб.: БХВ, 2011
9. Флюгге, З. Задачи по квантовой механике. Т.1 и 2. / З. Флюгге — М.: Наука, 1974.
10. Шифф, Л. Квантовая механика / Л. Шифф — М.: ИИЛ, 1959.
11. Zelevinsky, V. Quantum Physics. Vols. 1 and 2. / V. Zelevinsky — Weinheim: Wiley-VCH, 2011.
12. Shankar, R. Principles of Quantum Mechanics / R. Shankar — New York: Plenum Press, 1994.
13. Варшалович, Д., Херсонский В., Орленко Е., Москалёв, А. Квантовая теория углового момента и её приложения. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017.
14. Блум, К. Теория матрицы плотности и её приложения. — М.: Мир, 1983.
15. Собельман, И.И. Введение в теорию атомных спектров. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 1963.

10. Оценка успеваемости по курсу и примеры заданий

Выберете типы заданий из перечня ниже или заполните свои в таблицу с указанием веса задания в баллах и возможными комментариями. Таблицу нужно заполнить всю (комментарии по желанию или если есть важные детали), а в сроках выполнения указать приблизительные ожидаемые даты или учебные недели.

Форма контроля	Тип задания	Вес %	Минимальный порог выполнения для получения аттестации (оценка 3 или зачёт) %	Срок и выполнения	Комментарии
Текущий контроль	Домашние задания	15	10	1-15 недель	После каждого занятия кроме последних двух студентам необходимо выполнить и сдать домашнее задание в течение двух недель.
	Индивидуальные задания	15	15	16 недель	Индивидуальное расчётное задание для каждого студента. Необходимо выполнить до итоговой аттестации.
	Индивидуальная работа (задачи)	15	10	16 или 15 недель	Индивидуальная работа (задачи)
Промежуточная аттестация (Mid-term)	Индивидуальная работа (задачи)	15	10	10 недель	Индивидуальная контрольная работа

Допуск к аттестации (если есть)	По текущему контролю				
Аттестация (экзамен/зачёт)	Устный экзамен	40	20	18 недель	Билет из двух вопросов. В случае спорных ситуаций выдаётся задача.
Σ		100	65		