

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического
факультета



Е.Г. Пьяных, к.п.н, доцент

«26» мая 2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МЕТОДЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы
Курс «Методы квантовой механики» относится к вариативной части обязательной программы учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика и является дисциплиной по выбору.

Областью профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Методы квантовой механики», является образование и научная деятельность. Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности в педагогической и научной деятельности обучающихся:

- обучение школьников или студентов с использованием конкретных знаний из области общей и теоретической физики;
- привитие им навыков физического мышления;
- тренировка умения школьников или студентов ставить и решать конкретные задачи;
- участие в формировании научного мировоззрения учащихся путем обогащения его современными представлениями о структуре материи;
- использование полученных в курсе изучения «Методов квантовой механики» навыков и умений в научной деятельности.

Для освоения дисциплины «Методы квантовой механики» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курсов, читаемых в 1 семестре: Теория групп, Классическая механика, Современная электродинамика, Специальный физический практикум и Методы математической физики, а также читаемых параллельно во втором семестре: Классическая теория поля. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения курсов: Квантовая теория поля, Теория твердого тела, Квантовая теория излучения, Общая теория относительности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Процесс изучения дисциплины «Методы квантовой механики» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

- ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-5: способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности.

В результате освоения материала курса обучающийся должен:

- знать границы применимости классической механики и её связь с квантовой теорией, физическое содержание фундаментальных принципов квантовой механики, основные уравнения и основные модели квантовой механики, свойства уравнения Шредингера, свойства оператора углового момента, иметь представление о методах теории групп, применяемых для изучения симметрий квантовых состояний;
- уметь показать преемственность ключевых тем классической и квантовой механики, связь симметрий с законами сохранения; уметь применять теоретический материал к решению задач, используя математический аппарат квантовой механики, применять уравнение Шредингера для исследования состояний частицы в сферически симметричном поле, квантового гармонического осциллятора, электрона в атоме водорода;
- владеть навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала, в особенности на применении уравнения Шредингера (основного уравнения квантовой механики) к изучаемым системам, владеть общетеоретической культурой, необходимой современному преподавателю и научному работнику.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

1. Предпосылки и принципы квантовой механики. Понятие состояния. Принцип суперпозиции. Эксперимент с двумя щелями. Эксперимент Штерна-Герлаха. Волновая функция, ее физический смысл. Уравнение Шредингера.
2. Математический аппарат квантовой механики. Векторное пространство. Линейные операторы. Классы операторов. Коммутаторы. Собственные векторы и собственные значения операторов. Матричные элементы операторов. Наблюдаемые. Полные наборы наблюдаемых. Примеры Гильбертовых пространств: конечномерное пространство, пространство функций. Непрерывные наблюдаемые. Свойства и представления дельта-функции Дирака.
3. Уравнение Шредингера для простейших одномерных задач. Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик, потенциальный барьер. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Повышающие и понижающие операторы a и a^+ , оператор чисел заполнения. Волновые функции одномерного гармонического осциллятора.
4. Теория оператора углового момента. Сложение моментов. Оператор орбитального углового момента как дифференциальный оператор. Алгебра коммутаторов углового момента. Собственные состояния операторов J^2 и J_z . Операторы J_+ и J_- и их матричные элементы. Алгебра операторов J_+ и J_- .
5. Сферически симметричный потенциал. Энергетический спектр для трёхмерной частицы в сферически симметричном потенциале. Сферические координаты и сферические гармоники. Атом водорода и водородоподобные ионы. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Расчёт первых радиальных волновых функции атома водорода.
6. Системы тождественных частиц. Принцип тождественности. Фермионы и бозоны. Система из двух фермионов. Обменное взаимодействие. Антисимметризация волновой функции. Одночастичные волновые функции. Детерминант Слэтера.
7. Методы расчета атомных и молекулярных систем. Теория возмущений. Вариационный метод Ритца. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Метод Томаса-Ферми.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения

Объем в зачетных единицах 5

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)
		2 семестр
Лекции	32	32
Лабораторные работы		
Практические занятия / Семинары	22	22
Самостоятельная работа	99	99
Курсовая работа		
Другие виды занятий		
Формы текущего контроля		собеседование, контрольная

		работа
Формы промежуточной аттестации	27	экзамен
Итого часов	180	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	
1	Предпосылки и принципы квантовой механики	18	4			14
2	Математический аппарат квантовой механики	25	6	4		15
3	Уравнение Шредингера для простейших одномерных задач	24	6	4		14
4	Теория оператора углового момента. Сложение моментов	22	4	4		14
5	Сферически симметричный потенциал	21	4	3		14
6	Системы тождественных частиц	21	4	3		14
7	Методы расчета атомных и молекулярных систем	22	4	4		14
	Итого	153	32	22		99

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

1. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия /А.И. Ермаков.– М.: Юрайт, 2010.– 555 с.
2. Давыдов, А.С. Квантовая механика /А.С. Давыдов. – Изд. БХВ- Петербург, 2011.– 703 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.– 799 с. (ЭБС «КнигаФонд»)
2. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. 5. Статистическая физика. Ч.1 /Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 615 с. (ЭБС «КнигаФонд»)
3. Бороненко, Т.С. Задачи по классической механике/ Т.С. Бороненко, И.Л. Бухбиндер, В.В. Кругликов; МО РФ, ТГПУ.– Томск:Изд-во ТГПУ, 2003.– 150 с.
4. Азоркина, О.Д. Квантовая физика: сборник задач. Учебное пособие для вузов: для бакалавров /О.Д. Азоркина.– Томск: Изд-во ТГПУ, 2013.– 43 с.

5. Полянин, А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/ А.Д. Полянин.– М.: ФИЗМАТЛИТ.– 2011.– 429 с. (ЭБС «КнигаФонд»)

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины полезно при необходимости использовать Интернет-ресурсы:

1. <http://libserv.tspu.edu.ru/> – Научная библиотека Томского государственного педагогического университета
2. <http://www.knigafund.ru/> – электронная библиотечная система «КнигаФонд»
3. <http://e.lanbook.com/> – электронная библиотечная система «Лань»
4. <http://arxiv.org/> – open access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)
5. <http://publish.aps.org/> – Journals of the American Physical Society (APS)
6. <http://inspirehep.net/help/easy-search> – the High Energy Physics information system (информационная система физики высоких энергий)
7. <http://www.elementy.ru/> – сайт «Элементы большой науки»
8. <http://www.dxdy.ru/> – научный форум
9. <http://www.math-net.ru/> – общероссийский математический сайт
10. <http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники

5.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Программы, позволяющие смотреть видеоматериал по тематике дисциплины.

6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Системы тождественных частиц	Интернет-источники: http://libserv.tspu.edu.ru/ , http://www.knigafund.ru/ , http://e.lanbook.com/	Компьютеры (в количестве пять) к.261 (КТФ), 1 корпус, и МФУ к.261. На компьютерах установлено лицензионное программное обеспечение
2	Методы расчета атомных и молекулярных систем	Доклады магистрантов «Вариационный метод Ритца. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Метод Томаса-Ферми»	Мультимедийный проектор

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, обучающимся рекомендуется использовать конспекты лекций, а также рекомендуемую учебную литературу. При изучении отдельных вопросов и подготовке тем, предложенных к самостоятельному изучению, обучающиеся могут использовать также предложенные и найденные самостоятельно Интернет-ресурсы.

При изучении теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, обучающиеся могут работать совместно, разбив материал на части для индивидуального сбора информации, а затем обмениваясь найденными сведениями. Следует приступать к работе сразу же после получения задания, иначе на неё не остаётся времени в период подготовки к экзамену.

Задания, полученные на лекциях, подобные уже разобранным задачам, являются обязательными и должны выполняться по ходу курса для закрепления пройденного. Невыполнение заданий учитывается при сдаче обучающимся экзамена: он получает дополнительные задачи того же типа, что были вынесены на самостоятельную работу. Большое количество дополнительных заданий затрудняет сдачу экзамена.

Для усвоения обучающимися материала преподаватель проводит промежуточные опросы, результаты которых учитываются на экзамене. Готовясь к ним, обучающиеся должны регулярно изучать лекционный материал. Игнорирование промежуточных опросов приводит к неудовлетворительному баллу «контрольной точки» и трудностям в понимании текущих лекций.

От обучающегося требуется умение проводить расчёты по изучаемому материалу, он должен решать вместе с преподавателем на лекции предлагаемые задачи и обязательно выполнять однотипные задачи, предложенные для внеаудиторной работы, поскольку вопросы билетов по данному курсу включают задачи.

На последних занятиях предусмотрены доклады обучающихся реферативного типа и их обсуждение.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 03.04.02 Физика

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена доцентом кафедры теоретической физики, кандидатом физ.-мат. наук Е.Н. Кирилловой.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № 5 от « 25 » мая 2016г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер
профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016г.

Председатель учебно-методической комиссии
физико-математического факультета



З.А. Скрипко
профессор, д.п.н.