

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.3.В.26 «ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 3

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование**

Профили: **Математика и Физика**

Квалификация (степень) выпускника: **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

1. Цели изучения дисциплины

Курс «Практикум по решению задач теоретической физики» является важной частью цикла курсов теоретической физики программы подготовки бакалавриата и представляет собой существенный элемент профессионального физического образования.

Целью курса «Практикум по решению задач теоретической физики» является:

- дополнение и углубление уже имеющихся у обучающихся знаний об отдельных разделах классической и квантовой механики, электродинамики, термодинамики и статистической физики, полученных в ходе предшествующего обучения в ВУЗе;
- выяснение физического смысла законов и понятий, дальнейшее развитие у обучающихся навыков физического мышления, умения решать конкретные задачи, используя имеющиеся теоретические знания;
- расширение фундаментальной базы физических знаний, дающей основу для дальнейшего более глубокого и детализированного изучения всех разделов теоретической физики;
- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию физики в общеобразовательных учреждениях, средних специальных и высших учебных заведениях;
- вооружение магистранта конкретными знаниями, дополняющими уже полученную в курсах магистерской программы информацию и позволяющими впоследствии использовать их для дальнейшей специализации.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы

Курс «Практикум по решению задач теоретической физики» относится к *Профессиональному циклу* дисциплин и входит в состав его *Вариативной части*.

Областью профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина «Практикум по решению задач теоретической физики», является образование и научная деятельность. Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности в научной и педагогической деятельности учащихся:

- освоение методов и форм научной работы в избранной области с использованием современных компьютерных технологий;
- использование полученных в «Практикуме по решению задач теоретической физики» навыков и умений в научной деятельности;
- применение освоенных методик при решении научно-исследовательских задач по теме учебной программы;
- работа с библиотечными, поисковыми компьютерными системами, со специальными пакетами программ, используемыми в профессиональной деятельности студента;
- обучение, при необходимости, школьников или студентов с использованием конкретных знаний из области общей и теоретической физики, привитие им навыков физического мышления; тренировка умения ставить и решать конкретные задачи.

Для освоения дисциплины «Практикум по решению задач теоретической физики» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курсов цикла Теоретической физики в процессе предшествующего обучения в ВУЗе.

Различные разделы курса, изучаемые в течение семестра, служат основой или дополнением для последующих (либо читаемых параллельно) курсов *Общенаучного цикла* учебной программы:

- Классическая механика
- Методы математической физики,
- Классическая электродинамика

а также *Профессионального цикла*:

- Методы квантовой механики
- Космология и других дисциплин.

3. Требования к уровню освоения программы

Процесс изучения дисциплины «Практикум по решению задач теоретической физики» направлен на формирование у студентов следующих компетенций, требуемых ФГОС ВПО по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»: ОК-1, ОК-4, ОК-6, ОК-8, ОК-9, ОПК-3.

В результате освоения материала курса обучающийся должен:

- знать фундаментальные принципы и основные модели изучаемых в курсе дисциплин, физическое содержание основных законов, знать современные компьютерные технологии, применяемые при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче физической информации;
- уметь применять теоретический материал к решению задач, используя формализм классической и квантовой механики, электродинамики и статистической физики, уметь профессионально оформлять и представлять результаты физических исследований;
- владеть общими и специальными навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала, владеть современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

4. Общая трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

5. Содержание учебной дисциплины Таблица 1.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (час)
	Всего 108	6
Аудиторные занятия	32	32
Лекции		
Практические занятия	32	32
Семинары		
Лабораторные работы		
Другие виды аудиторных работ (занятия в интерактивной форме – 40% от ауд. часов)	8	8
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	76	76
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Расчетно-графические работы		
Формы текущего контроля		
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет

5.1. Разделы учебной дисциплины Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Аудиторные часы			Сам. работа (час)	
		Всего	лекция	практи- ческие	интеракт. формы обучения (не менее 30%)	

1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	2		2		5
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	2		2	1	6
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	2		2		5
4	Движение заряда в электромагнитном поле	2		2		6
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики. Работа с электронными библиотечными системами	2		2		6
6	Уравнение Шредингера	2		2		5
7	Оператор углового момента	4		4		5
8	Атомные и молекулярные системы	1		1	1	5
9	Работа с поисковыми системами, с архивами препринтов. Оформление научных статей	2		2	1	6
10	Динамические основы статистической физики	2		2	1	6
11	Статистическая теория газов	4		4	1	5
12	Квантовые функции распределения	4		4	1	5
13	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	2		2	1	6
14	Термодинамика неравновесных процессов	1		1	1	5
	Итого	32 час, /0,9зач. ед.		32 час	8 час, 25%	76 час.

5.2. Содержание разделов дисциплины Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	Функция Лагранжа. Принцип Гамильтона. Уравнения Эйлера-Лагранжа. Обобщённые координаты и импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Момент импульса. Сферические координаты. Квадрат углового момента в сферических координатах. Сохранение момента импульса в центральном поле. Классическая задача Кеплера. Интегралы движения.
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при пространственных и временных трансляциях, вращениях, галилеевских сдвигах, отражениях и временной инверсии. Бесконечно малые преобразования координат и импульсов при трансляциях, вращениях. Структура матриц вращения. Понятие о генераторах вращения вокруг данной оси. Генераторы вращений вокруг координатных осей и их коммутаторы.
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения электродинамики в четырехмерной форме. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля. Вывод

		уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия
4	Движение заряда в электромагнитном поле	Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения. Энергия и импульс частицы. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики. Работа с электронными библиотечными системами	Векторное пространство. Линейные операторы. Классы операторов. Самосопряженные, унитарные, проекционные операторы. Матричная форма представления линейных операторов. Коммутаторы. Собственные векторы и собственные значения операторов. Дискретные и непрерывные наблюдаемые. Свойства и представления дельта-функции Дирака
6	Уравнение Шредингера	Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик, потенциальный барьер. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Волновые функции одномерного гармонического осциллятора
7	Оператор углового момента	Оператор орбитального углового момента. 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_- . Сферические координаты и сферические гармоники.
8	Атомные и молекулярные системы	Атом водорода и водородоподобные ионы. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Расчёт первых радиальных волновых функции атома водорода. Вариационный метод Ритца. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Метод Томаса-Ферми. Теория молекул в адиабатическом приближении
9	Динамические основы статистической физики	Статистический ансамбль. Эволюция физических величин. Механические интегралы движения. Тензор напряжений. Энтропия. Квазиравновесное состояние
10	Статистическая теория газов	Одноатомный и двухатомный идеальные газы. Ферми- и бозе-газы элементарных частиц. Низкие температуры. Равновесное излучение
11	Квантовые функции распределения	Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсация
12	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	Первое, второе, третье начала термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Термодинамическая устойчивость
13	Термодинамика неравновесных процессов	Закон сохранения массы, импульса, энергии. Уравнение баланса энтропии

5.3. Лабораторный практикум не предусмотрен учебным планом.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

6.1. Основная литература:

1. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 томах /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- Т. I: Механика. -2012 (ЭБС КнигаФонд)
2. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 томах /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- Т. II. Теория поля. -2012 (ЭБС КнигаФонд)
3. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 томах /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- Т. III: Квантовая механика. -2011 (ЭБС КнигаФонд)

4. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 томах /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- Т. V. Ч. I: Статистическая физика. -2010 (ЭБС КнигаФонд)
5. Мултановский, В. В. Курс теоретической физики. Классическая механика: учебное пособие для вузов: [в 4 кн.]/В. В. Мултановский.-2-е изд., перераб.-М.:Дрофа, 2008
6. Васильев, А.Н. Классическая электродинамик. Краткий курс лекций./А.Н. Васильев – изд. БХВ- Петербург, 2010
7. Давыдов, А.С. Квантовая механика: учебная литература для вузов /А.С Давыдов. – изд. БХВ- Петербург, 2011
8. Ермаков, Алексей Иванович. Квантовая механика и квантовая химия /А. И. Ермаков.- М.:Юрайт, 2010

6.2. Дополнительная литература:

1. Савельев, Игорь Владимирович. Основы теоретической физики: в 2 т./И. В. Савельев.- СПб. [и др.]:Лань.- Т. 1:Механика. Электродинамика.-2005
2. Савельев, Игорь Владимирович. Основы теоретической физики: в 2 т./И. В. Савельев.- СПб. [и др.]:Лань.- Т. 2: Квантовая механика.-2005
3. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики: в 5 кн./И. В. Савельев.-М.:Астрель [и др.]. Кн. 3:Молекулярная физика и термодинамика.-2003
4. Бредов, Михаил Михайлович. Классическая электродинамика /М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин.-СПб.:Лань,2003
5. Ансельм, Андрей Иванович. Основы статистической физики и термодинамики /А. И. Ансельм.-СПб.: Лань,2007
6. Азоркина О. Д. Статистическая физика и термодинамика. Часть 1. Термодинамика. /О. Д. Азоркина. Томск: Изд-во ТГПУ, 2011
7. Азоркина О. Д. Статистическая физика и термодинамика. Часть 2. Статистическая физика /О. Д. Азоркина. Томск: Изд-во ТГПУ, 2012
8. Векилов Ю.Х. Курс теоретической физики в задачах и упражнениях /Ю.Х.,Векилов Ю.М., Кузьмин, С.И.,Мухин, Я.М., Муковский /М. Изд-во: МИСиС, 2007 (ЭБС КнигаФонд)
9. Бороненко, Т. С. Задачи по классической механике /Т. С. Бороненко, И. Л. Бухбиндер, В. В. Кругликов; МО РФ, ТГПУ.-Томск:Издательство ТГПУ, 2003
10. Зайцев В.Ф. Справочник по линейным уравнениям математической физики /В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (ЭБС КнигаФонд).
11. Зайцев В.Ф. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям /В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (ЭБС КнигаФонд).

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	Знакомство с пакетом прикладных программ Wolfram Mathematica – 8.0, построение графиков на фазовой плоскости (фазовых портретов)	Компьютеры (в количестве пять) к.261 (КТФ), 1 корпус, и МФУ к.261. На компьютерах установлено лицензионное программное обеспечение
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики. Работа с электронными библиотечными системами	Интернет-источники № 1-3 п. 6.3 программы: http://libserv.tspu.edu.ru/ , http://www.knigafund.ru/ , http://e.lanbook.com/	Компьютеры к. 261 (КТФ), 1 корпус. На всех компьютерах имеется выход в интернет
9	Работа с поисковыми системами, с архивами препринтов. Оформление научных статей	Интернет-источники № 4-6 п. 6.3 программы: http://arxiv.org/ , http://publish.aps.org/ , http://inspirehep.net/help/easy-search , программы, обеспечивающие работу LaTeX-2 ϵ	

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

7.1. Методические рекомендации для преподавателей

Курс «Практикум по решению задач теоретической физики» ввиду специфики дисциплины ориентирован, прежде всего, на традиционные образовательные технологии (практическое занятие: решение задач по предложенному алгоритму, а также самостоятельный поиск решения проблемы, проведение расчётов и доказательств, требующих поиска алгоритма), а во вторую очередь, на знакомство с пакетами прикладных программ и поисковиками, см. Таблицу 4 в п. 6.4.

Больше половины времени курса «Практикум по решению задач теоретической физики» отводится самостоятельной работе студентов – 76 из 108 часов. В разделе 5.1 приведено распределение времени самостоятельной работы по темам. Формы контроля этой работы преподавателем предложены в разделе 8.6 данной Программы.

Преподаватель обязательно должен давать домашние задания, по возможности индивидуальные, на каждом практическом занятии и проверять на следующем. При систематическом невыполнении текущих заданий обучающийся получает дополнительную нагрузку на зачете и экзамене в виде задач и вопросов по незачтённым разделам. Об этом следует проинформировать студентов на первых лекциях.

Также в течение семестра преподавателям рекомендуется регулярно проверять усвоение студентами теоретического учебного материала. Опросы по пройденному материалу целесообразно проводить через каждые 4 часа практических занятий в начале новой темы.

Ответы студентов оцениваются по пятибалльной системе, заносятся в журнал и используются как дополнительная информация при оценивании знаний учащихся на зачете и экзамене и при аттестации в середине семестра.

По возможности, помимо текущего контроля, в конце курса, перед зачетом (экзаменом) желательно провести более длительную (от 20 до 45 минут) проверочную работу, включающую не только вопросы, но и задачи. Для простоты можно ограничиться одним вариантом заданий. Для текущего контроля и внеаудиторной работы магистрантов можно использовать контрольные вопросы и задания, приведённые в пп. 8.2 и 8.3 раздела 8 данной Программы «Формы текущего контроля».

В начале курса преподаватель должен огласить список рекомендованной для изучения литературы. При этом следует предупредить учащихся, что некоторые вопросы и задачи, входящие в зачетные (экзаменационные) вопросы, будут разбираться ими самостоятельно.

Учитывая достаточно высокий уровень самостоятельности студентов, на последних занятиях, после усвоения ими базовой части курса, можно предложить им представить доклады-лекции по последним темам практикума – статистической физике и термодинамике. Такие задания развивают ответственность студентов, тренируют их умение изложить материал в доступной форме и ответить на возникающие вопросы.

Формой отчётности по данному курсу является зачет. Перечень вопросов к зачетам и экзамену дан в том же разделе 8 «Формы текущего контроля», п. 8.4. Можно предлагать на экзамене и задачи, уже решённые студентами в ходе прохождения курса, для проверки прочности усвоения знаний.

7.2 Методические рекомендации для учащихся

Необходимой базой для прочного усвоения материала курса «Практикум по решению задач теоретической физики», длящегося один семестр, является основательное изучение студентами предметов цикла Теоретической физики в процессе предшествующего обучения в ВУЗе и читаемых параллельно (или прочитанных ранее) курсов ученой программы «Классическая механика» «Методы математической физики» «Классическая электродинамика», «Методы квантовой механики» и других дисциплин цикла Теоретической физики.

В данном курсе немалая роль отводится самостоятельной работе – 76 из 108 часов. Поэтому для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, обучающимся рекомендуется использовать студенческие конспекты лекций по соответствующим предметам цикла Теоретической физики, а также рекомендуемую учебную литературу (раздел 6 данной программы «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»).

Данная литература, как основная, так и дополнительная, имеется в библиотеке ТГПУ в достаточном количестве экземпляров. При изучении отдельных вопросов и подготовке тем, предложенных к самостоятельному изучению, студенты могут использовать также предложенные и найденные самостоятельно Интернет-ресурсы.

При изучении теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, магистранты 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 промежуточной аттестации.

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

Для усвоения студентами материала преподаватель проводит промежуточные опросы, результаты которых учитываются на промежуточной аттестации. Готовясь к ним, учащиеся должны регулярно изучать материал по теме.

Кроме того, от учащегося требуется умение проводить расчёты по изучаемому материалу, следовательно, он должен решать в аудитории предлагаемые задачи и обязательно выполнять однотипные задачи, предложенные для внеаудиторной работы.

Для проверки своих знаний и тренировки можно использовать задания и вопросы для самостоятельной работы, приведённые в п. 8.2 и 8.3 данной Программы.

Наконец, нужно сказать, что от студента требуется более ясное понимание курса и умение самостоятельно разобраться в отдельных темах курса, чем от студента, поэтому на последних занятиях предусмотрены доклады реферативного типа и их обсуждение. В данном случае, отвечая на вопросы товарищей, докладчик может проверить, насколько хорошо он разобрался в вопросе. А в другой раз он сам может выяснить детали темы, задавая вопросы другому докладчику. Этим достигается ясное понимание основных вопросов и умение самостоятельно проводить требуемые вычисления.

8. Формы текущего контроля

8.1. Тематика рефератов не предусмотрены учебным планом.

8.2. Контрольные задания и задания для самостоятельной работы

1. Записать в сферических координатах функцию Лагранжа для частицы в центральном поле.
2. Записать соответствующие уравнения Лагранжа-Эйлера.
3. Записать в сферических координатах гамильтониан и три набора уравнений Гамильтона для частицы в центральном поле.
4. Вычислить скобки Пуассона для компонент углового момента.
5. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
6. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.
7. Записать связь между 4-тензором электромагнитного поля и 3-векторами напряженности.
8. Произвести двойную свертку тензора $F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$
9. Записать решение уравнения Шредингера для свободной частицы
10. Какой из операторов: $Af=af$ или $Bf=f^2$ является линейным?
11. Какой из операторов: $id^2/dx^2+d/dx$ или $d^2/dx^2-id/dx$ является эрмитовым?
12. Найти собственное значение оператора $d^2/dx^2-id/dx$, если собственная функция есть $f=\exp(ikx)$
13. Рассчитать нормирующий множитель волновой функции $A \exp(-3/2 r)$ электрона в центральном поле
14. Вычислить коммутаторы компонент оператора импульса с компонентами оператора момента импульса. Результат записать одной формулой.
15. Получить в сферических координатах соотношение, связывающее квадрат оператора импульса с квадратом оператора момента импульса.
16. Вычислить коммутаторы различных компонент оператора момента импульса.
17. Определить фазовую траекторию для частицы массой m , движущейся по инерции со скоростью v
18. Определить фазовую траекторию для линейного осциллятора с малым трением
19. Показать, что каноническое распределение Гиббса для систем с очень большим числом частиц переходит в микроканоническое
20. Подсчитать число частиц идеального газа, скорости которых заключены в интервале $0 < v < v_0$
21. Пользуясь распределением Максвелла, вычислить среднюю скорость относительного движения молекул газа
22. Определить среднее значение потенциальной энергии одной молекулы в равновесном столбе газа высотой H . Газ находится при температуре T в однородном поле силы тяжести с ускорением g .
23. Записать системы уравнений для расчета внутренней энергии, энтропии и химического потенциала
24. Вывести термическое уравнение состояния многоатомного идеального газа

8.3. Контрольные вопросы и вопросы для самопроверки

1 раздел

1. В чем состоит принцип Гамильтона?
2. Какая классическая характеристика сохраняется в случае, если гамильтониан частицы не зависит от угла вращения в некоторой плоскости?
3. Как изменяется импульс при пространственных трансляциях?
4. Коммутируют ли между собой вращения вокруг одной и той же оси?
5. Как называются наблюдаемые, которые инвариантны относительно вращений?
6. Как определяется псевдовектор? Псевдоскаляр?
7. Записать классический гамильтониан одномерного гармонического осциллятора.

8. Дать определение четырехмерной скорости и ускорения.
9. Компоненты 4 мерного потенциала поля.
10. Дать определение тензора электромагнитного поля.
11. Как определяется дуальный тензор электромагнитного поля?
12. Может ли существовать переменное во времени магнитное поле без электрического?
13. Может ли однородное электрическое (или магнитное) поле быть переменным во времени?
14. Инварианты электромагнитного поля.

2 раздел

1. В чем состоит физический смысл волновой функции?
2. Понятие оператора
3. Как понимается степень оператора?
4. Как действует на волновую функцию оператор инверсии?
5. Что такое «одномерный потенциальный ящик»?
6. Записать классический и квантовый гамильтониан в задаче с центральным полем.
7. Записать классический гамильтониан одномерного гармонического осциллятора.
8. Записать оператор Гамильтона одномерного гармонического осциллятора в терминах повышающих и понижающих операторов a и a^+ .
9. Являются ли операторы a и a^+ эрмитовыми?
10. Какова энергия основного состояния одномерного гармонического осциллятора?
11. Как выглядит оператор орбитального углового момента?
12. Как выглядит гамильтониан атома водорода?
13. Сохраняется ли орбитальный угловой момент для произвольной частицы?
14. Что такое «детерминант Слэтера»?

3 раздел

1. Дать определение матрицы плотности.
2. Дать определение фазового пространства
3. В чем различие чистых и смешанных квантовых состояний?
4. В чем состоит принципиальное отличие между квантовой и классической функциями распределения по координатам и импульсам частиц?
5. Как определяются средние значения физических величин с помощью статистического оператора?
6. Чем отличаются распределения Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака от микроканонического и канонического распределений?
7. Каково качественное различие между распределениями Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака?
8. При каких условиях распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака практически совпадают?
9. В каком случае электронный газ является вырожденным?
10. Раскрыть физический смысл энергии Ферми для электронного газа.
11. При каких условиях идеальные ферми-газ и бозе-газ ведут себя как классические газы?
12. Какие процессы в макроскопической системе ответственны за ее переход в состояние термодинамического равновесия?
13. Дать определение ансамбля Гиббса?
14. Какими процессами определяется производство энтропии?

8.4. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет)

1 раздел

1. Функция Лагранжа классической механики. Принцип Гамильтона. Уравнения Эйлера-Лагранжа.
2. Обобщённые координаты и импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона.
3. Классический момент импульса. Сферические координаты. Сохранение момента импульса в центральном поле.
4. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при трансляциях (пространственных и временных).
5. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при вращениях. Матрица вращения вокруг оси OZ .
6. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при галилеевских сдвигах, отражениях и временной инверсии.
7. Классические бесконечно малые преобразования симметрии. Преобразования координат и импульсов при трансляциях (пространственных и временных).
8. Классические бесконечно малые преобразования симметрии. Преобразования координат и импульсов при вращениях. Матрица бесконечно малых вращений вокруг оси OZ .
9. Структура матриц вращения. Понятие о генераторах вращения вокруг данной оси.
10. Генераторы вращений вокруг координатных осей и их коммутаторы.
11. Скобки Пуассона. Фундаментальные скобки Пуассона.
12. Связь между законами сохранения и симметриями классической системы.
13. 4-мерные тензоры и действия с ними.
14. Потенциалы электромагнитного поля.
15. Напряженности электрического и магнитного полей.
16. Уравнения электродинамики в четырехмерной форме.
17. Тензор электромагнитного поля.
18. Инварианты электромагнитного поля
19. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля.
20. Функция Лагранжа для электромагнитного поля.
21. Вывод уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия
22. Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения.
23. Энергия и импульс заряженной частицы в электромагнитном поле.
24. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле

2 раздел

1. Волновая функция, ее физический смысл. Уравнение Шредингера
2. Линейные операторы. Классы операторов. Коммутаторы
3. Собственные векторы и собственные значения операторов. Матричные элементы операторов
4. Непрерывные наблюдаемые. Свойства и представления дельта-функции Дирака
5. Одномерные задачи квантовой механики. Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик
6. Одномерные задачи квантовой механики. Одномерный потенциальный барьер
7. Квантовый гармонический осциллятор. Повышающие и понижающие операторы, оператор чисел заполнения
8. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Повышающие и понижающие операторы a и a^+ . Основное состояние. Оператор чисел заполнения.
9. Матричные элементы a и a^+ . Волновые функции одномерного гармонического осциллятора
10. Сферически симметричный потенциал. Сферическая симметрия. Оператор орбитального углового момента как дифференциальный оператор
11. Алгебра коммутаторов углового момента
12. Собственные состояния операторов J^2 и J_z
13. Операторы J_+ и J_- и их матричные элементы
14. Энергетический спектр для трёхмерной частицы в сферически симметричном поле

15. Сложение угловых моментов
16. Сферические координаты и сферические гармоники.
17. Радиальные волновые функции частицы в центральном поле
18. Радиальные волновые функции свободной частицы
19. Атом водорода. Симметрии. Энергетический спектр
20. Радиальные волновые функции атома водорода
21. Методы расчета атомных систем
22. Вариационный метод Ритца
23. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока
24. Метод Томаса-Ферми

3 раздел

1. Понятие ансамбля. Функция распределения и статистический оператор.
2. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли Гиббса.
3. Эволюция физических величин.
4. Механические интегралы движения.
5. Тензор напряжений.
6. Квазиравновесное состояние
7. Одноатомный и двухатомный идеальные газы.
8. Ферми-газ элементарных частиц.
9. Уравнение состояния идеального бозе-газа.
10. Вырожденный бозе-газ.
11. Равновесное излучение
12. Квантовое распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми.
13. Квантовая функция распределения Бозе-Эйнштейна.
14. Конденсация Бозе-Эйнштейна
15. Дифференциальная форма первого начала термодинамики.
16. Второе начало термодинамики.
17. Третье начало термодинамики.
18. Термодинамические потенциалы и их экстремальные свойства.
19. Внутренняя энергия и энтальпия.
20. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса.
21. Термодинамическая устойчивость
22. Термодинамика неравновесных процессов
23. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов
24. Уравнение баланса энтропии

8.5. Темы для написания курсовых работ не предусмотрены учебным планом.

8.6. Формы контроля самостоятельной работы Таблица 5

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Средства текущего контроля
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	Проверка домашних работ. Проверка умения пользоваться пакетом прикладных программ «Математика» по предоставленным студентами графикам (фазовым портретам)
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	Проверка домашних работ. Выполнение учебных заданий в ходе занятий. Устный опрос
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	
4	Движение заряда в электромагнитном поле	
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики. Работа с	Проверка домашних работ. Выполнение учебных расчётов. Устный опрос. Проверка

	электронными библиотечными системами	умения работать с библиотечными Интернет-источниками
6	Уравнение Шредингера	Проверка домашних работ. Проведение доказательств и вычислений в ходе занятий. Устный опрос
7	Оператор углового момента	
8	Атомные и молекулярные системы	
9	Работа с поисковыми системами, с архивами препринтов. Оформление научных статей	Проверка умения работать с выбранными Интернет-источниками по предоставленным студентами результатам
10	Динамические основы статистической физики	Проверка домашних работ. Решение задач. Устный опрос
11	Статистическая теория газов	
12	Квантовые функции распределения	Контрольная работа
13	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	Проверка домашних работ. Представление докладов
14	Термодинамика неравновесных процессов	Представление докладов


Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:
доцентом, кандидатом физ.-мат. наук

 О.Д. Азоркина

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики ТГПУ, протокол № 7 от «31» августа 2015 г.,

Заведующий кафедрой теоретической физики

 И. Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 1 от «31» августа 2015 г.,

Председатель УМК физико-математического факультета

 З. А. Скрипко