

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзаринов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Теоретическая физика Б1.Б.11

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кочелаев Б.И. , Ларионов А.Л. , Хамзин А.А.

Рецензент(ы):

Малкин Б.З.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Кочелаев Б.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Boris.Kochelaev@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Ларионов А.Л. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Alexander.Larionov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Хамзин А.А. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Ajrat.Hamzin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теоретическая физика" являются

- изучение основных понятий, законов, задач электродинамики и специальной теории относительности и моделей, используемых для решения задач электродинамики;
- изучение физических основ и математического аппарата квантовой теории нерелятивистского и квазирелятивистского движения частицы во внешнем поле, теории квантовых переходов, основ теории атома и химической связи, основ квантовой электродинамики;
- изучение основных методов, законов и моделей статистической физики и термодинамики, распределений равновесной статистической физики, основ теории флуктуаций, элементов теории фазовых переходов, элементов неравновесной термодинамики.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 5, 6, 7 семестры.

Дисциплина "Электродинамика" входит в базовую часть профессионального цикла (Б.3). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, электричество и магнетизм, колебания и волны, оптика, теоретическая механика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина "Квантовая теория"

входит в базовую часть профессионального цикла (Б.3). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, классическая механика, электродинамика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина "Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика" (Б.3.Б.11) входит в базовую часть профессионального цикла Б3.

Требования к входным знаниям - знание основ аналитической механики, квантовой механики, теории вероятностей, элементов молекулярной физики.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: все разделы физики макроскопических систем.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные	

компетенции)

готовность и способность использовать фундаментальные
законы природы и основные законы естественнонаучных

дисциплин в профессиональной деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность и готовность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

законы микроскопической и макроскопической электродинамики и сферы их применения, положения специальной теории относительности и релятивистской электродинамики.

Знать: основы квантово-механического описания состояний физических систем и математического аппарата квантовой теории;

понимать методы термодинамики и статистической физики.

2. должен уметь:

Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями теоретической механики; формулировать и доказывать основные результаты теоретической механики, записывать основные уравнения движения простых механических систем,

обладать теоретическими знаниями об основах термодинамики и статистической физики

Уметь использовать полученные знания для постановки задач по теории электромагнитных полей.

Уметь: формулировать и доказывать основные результаты квантовой теории

3. должен владеть:

Владеть навыками решения задач микроскопической и макроскопической электродинамики.

Владеть навыками решения простейших задач о нахождении энергетического спектра и волновых функций квантовых систем и вычисления вероятностей их переходов в другие состояния под влиянием возмущений,

приобрести навыки вычисления (в простых задачах) макроскопических характеристик системы.

Демонстрировать способность к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) 324 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; зачет в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред	5	1-18	54	0	0	домашнее задание устный опрос
2.	Тема 2. Квантовая теория	6	1-17	54	0	0	домашнее задание устный опрос
3.	Тема 3. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика.	7	1-18	54	0	0	устный опрос домашнее задание
·	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			162	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред

лекционное занятие (54 часа(ов)):

Основные законы и уравнения микроскопической электродинамики. Микроскопическая электростатика. Микроскопическая магнитостатика. Излучение электромагнитных волн. Рассеяние электромагнитных волн. Основы специальной теории относительности. Релятивистская электродинамика. Основные законы и уравнения макроскопической электродинамики. Макроскопическая электростатика. Макроскопическая магнитостатика. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках и проводниках.

Тема 2. Квантовая теория

лекционное занятие (54 часа(ов)):

Основные понятия квантовой теории. Изменение состояний во времени. Теория представлений. Одномерное движение. Движение частицы в поле центральных сил. Теория возмущений. Вариационный метод. Квазиклассическое приближение. Спин; сложение моментов. Системы одинаковых частиц. Многоэлектронные атомы и молекулы. Введение в квантовую электродинамику. Основы релятивистской квантовой теории.

Тема 3. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика.

лекционное занятие (54 часа(ов)):

Основные принципы статистической физики. Общие методы статистической механики. Термодинамические величины и термодинамические соотношения. Идеальные газы. Классический идеальный газ. Квантовый идеальный газ. Неидеальные газы. Равновесие фаз и фазовые переходы. Теория флуктуаций.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред	5	1-18	подготовка домашнего задания	27	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	27	устный опрос
2.	Тема 2. Квантовая теория	6	1-17	подготовка домашнего задания	27	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	27	устный опрос
3.	Тема 3. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика.	7	1-18	подготовка домашнего задания	27	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	27	устный опрос
	Итого				162	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Виды учебной работы: лекции, контрольные работы, самостоятельная работа студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред

домашнее задание , примерные вопросы:

Домашние задания формируются на основе задачника [1] из списка основной литературы. Примеры решаемых задач: 1) Бесконечный цилиндр радиуса R заряжен по объему с плотностью $A \cdot r^n$, где A - постоянная, r - расстояние до оси цилиндра. Найти потенциал и напряженность электрического поля во всем пространстве, а также электростатическую энергию, локализованную внутри фрагмента цилиндра длины h . В ответе константу A выразить через заряд единицы длины цилиндра. 2) Шар радиуса R заряжен по объему с плотностью $A \cdot r^n$, где A - постоянная, r - расстояние до центра шара. Найти потенциал и напряженность электрического поля во всем пространстве, а также электростатическую энергию. В ответе константу A выразить через заряд шара q . 3) Заряд распределён сферически-симметрично во всём объёме (плотность - заданная функция расстояния r). Выразить электростатический потенциал и напряжённость электрического поля в виде однократных интегралов по r . 4) Однородный диэлектрический шар радиуса R равномерно заряжен по объему, полный заряд его равен q , проницаемость шара известна. Проницаемость окружающей среды равна ϵ_r , где ϵ_r - постоянная, r - расстояние до центра шара. Найти напряженность электрического поля во всем пространстве и распределение связанных зарядов в системе. 5) Точечный заряд q находится в однородном диэлектрике с заданной проницаемостью на расстоянии a от плоской границы бесконечно протяжённого проводника. Найти потенциал и напряжённость электрического поля в диэлектрике, распределение индуцированных зарядов на границе диэлектрика и проводника, силу, действующую на заряд q . 6) Найти энергию взаимодействия двух диполей и силу, действующую на один из них со стороны другого. 7) Найти магнитное поле, магнитную индукцию и векторный потенциал прямолинейного бесконечного тока J , текущего в среде с заданной магнитной проницаемостью. 8) В проводящей среде распространяется плоская монохроматическая волна. Вычислить средний поток энергии через поверхность куба, рёбра которого параллельны направлению распространения волны. Показать, что этот поток равен средней мощности потерь на джоулево тепло. 9) Выразить импульс p релятивистской частицы через её кинетическую энергию.

устный опрос, примерные вопросы:

Уравнения Максвелла-Лоренца и уравнение непрерывности. Микроскопическая электростатика и магнитостатика. Макроскопическая электродинамика. Быстропеременные электромагнитные поля. Специальная теория относительности.

Тема 2. Квантовая теория

домашнее задание, примерные вопросы:

Домашние задания формируются на основе книг [5-7] из списка основной литературы. Примеры решаемых задач: 1. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой ω в основном состоянии. 2. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой ω в первом возбужденном состоянии. 3. Найти энергию состояний с нулевым моментом импульса для частицы с массой m , если потенциальная энергия частицы равна нулю внутри сферы с радиусом a и бесконечно большая вне этой сферы. 4. Найти вероятность пребывания электрона в классически запрещенной области (т.е. в области, в которой его полная энергия меньше потенциальной энергии) в основном состоянии атома водорода. 5. Найти уровни энергии и волновые функции частицы с моментом импульса $l=1$, если гамильтониан частицы равен $H = b \cdot l_z^2 + b^* (l_x^2 - l_y^2)$, где a и b - постоянные. 6. Найти среднее значение потенциальной энергии электрона в атоме водорода в основном состоянии. 7. Найти коэффициент отражения частицы с массой m от потенциальной ямы (потенциальная энергия частицы при движении вдоль оси x равна нулю везде, кроме области $0 < x < a$, где она равна $-U$, $U > 0$).

устный опрос, примерные вопросы:

Основные понятия квантовой теории. Теория представлений. Эволюция квантовых состояний во времени. Уравнение Шредингера. Одномерное движение. Гармонический осциллятор. Движение в центрально-симметричном поле. Атом водорода. Теория возмущений. Эффект Штарка для атома водорода. Соотношение неопределенности для энергии и времени. Теория рассеяния. Вариационный метод. Основы квантовой электродинамики. Основы релятивистской механики.

Тема 3. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика.

домашнее задание, примерные вопросы:

Домашние задания формируются на основе книги [8] из списка основной литературы. Примеры решаемых задач: 1. Найти фазовую траекторию а) свободной материальной частицы; б) частицы, свободно падающей с высоты h . Как изменится траектория при учете сопротивления движению со стороны среды (а)? при учете неупругости соударения частицы с поверхностью Земли (б)? 2. Для частицы с массой m , двигающейся в кубе с ребром L , испытывая упругие соударения на стенках, найти число квантовомеханических состояний с энергиями, меньшими E , и сравнить его с соответствующим объемом фазового пространства. Показать, что последний является адиабатическим инвариантом, т.е., не меняется при медленном расширении или сжатии куба. 3. Найти распределение вероятностей для кинетической энергии молекулы идеального газа. Вычислить среднее и наиболее вероятное значения кинетической энергии. 4. Найти число молекул идеального газа, сталкивающихся в единицу времени с единицей поверхности стенки, скорость которых в направлении нормали к стенке превышает v_0 . 5. Найти уравнение состояния идеального газа в классическом приближении с учетом первых поправок на начало вырождения. 6. Энергия электронов в металле равна $\epsilon = (p_x^2 + p_y^2)/2m_1 + p_z^2/2m_2$. Найти энергию Ферми. Вычислить $\langle v^2 \rangle$ при $T = 0$. 7. Найти температурную зависимость давления насыщенного пара над твердым телом (пар рассматривать как идеальный газ, теплоемкости газа и твердого тела постоянные). Энергия связи молекул в твердом теле равна ϵ_0 . 8. Найти критические показатели для газа Ван-дер-Ваальса.

устный опрос , примерные вопросы:

Основы статистического метода исследования макроскопических систем. Основные распределения статистической механики равновесных систем. Энтропия. температура, флуктуации. Второе начало термодинамики. Большое каноническое распределение. Функции распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Обратимые и необратимые процессы. Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов. Цикл Карно. Третий закон термодинамики. Адиабатические процессы. Идеальные газы. Теория Дебая. Неидеальные системы. Уравнение состояния реального газа. Равновесие фаз. Фазовые переходы. Фазовые диаграммы. Теория Ландау фазовых переходов второго рода. Теория флуктуаций. Гауссово распределение вероятности малых флуктуаций. Рассеяние света. Формула Рэлея. Элементы термодинамики необратимых процессов. Элементы физической кинетики. Кинетическое уравнение Больцмана. Случайные марковские процессы.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примеры задач для контрольных работ по разделу "Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред"

- 1) Вычислить напряжённости электрического поля точечного диполя с дипольным моментом p . Найти силовые линии.
- 2) Найти потенциал электростатического поля линейного квадрупольного (заряды $q, -2q, q$ расположены на оси z на расстоянии b друг от друга) с точностью до квадрупольных слагаемых включительно.
- 3) Найти векторный потенциал и магнитное поле, создаваемые двумя прямолинейными параллельными токами одинаковой величины J , текущими в противоположных направлениях. Расстояние между токами $2a$. Магнитная проницаемость среды задана.
- 4) Определить напряжённость магнитного поля плоскости, по которой прямолинейно течёт ток, равномерно распределённый по поверхности с поверхностной плотностью i . Затем определить напряжённость магнитного поля, созданного двумя параллельными плоскостями, по которым прямолинейно текут токи с одинаковыми поверхностными плотностями i , рассмотрев два случая: (а) токи текут в противоположных направлениях; (б) токи направлены одинаково.
- 5) Частица с массой m обладает энергией E . Найти скорость v частицы. Рассмотреть, в частности, нерелятивистский и ультрарелятивистский пределы.

6) Частица, движущаяся со скоростью v , распадается на два одинаковых гамма-кванта.

Определить угол разлета гамма-квантов.

7) Частица с энергией E и массой покоя m налетает на покоящуюся частицу такой же массы. Найти скорость центра инерции системы этих двух частиц относительно лабораторной системы отсчета.

Примеры задач для контрольных работ по разделу "Квантовая теория"

1. Показать, что собственные функции эрмитова оператора ортогональны, если принадлежат разным собственным значениям.

2. Показать, что если два эрмитова оператора A , B удовлетворяют соотношению $AB=BA$, то они имеют общую систему собственных функций.

3. Найти собственные функции и собственные значения оператора импульса для случая конечного объема системы. Нормировка для случая бесконечного объема.

4. Оператор производной по времени для произвольной физической величины.

5. Найти оператор скорости для свободного релятивистского электрона.

6. Найти оператор ускорения для линейного гармонического осциллятора

7. Найти оператор скорости электрона в атоме водорода.

8. Показать, какие интегралы движения являются следствием однородности и изотропности пространства.

9. Волновая функция частицы с массой M равна $C \exp(-r/p)$. Найти среднее значение кинетической энергии частицы.

10. Потенциальная энергия частицы с массой m равна $V(x)=a|x|$. Оценить энергию основного состояния, используя соотношение неопределенности.

11. Гамильтониан частицы в электромагнитном поле с потенциалами $A(r,t)$, $\phi(r,t)$ равен $H=(p-eA/c)^2/2m+e\phi$. Найти оператор ускорения частицы.

Примеры задач для контрольных работ по разделу "Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика. "

1. Найти энтропию системы N линейных осцилляторов с частотой ω , температуру как функцию энергии, а также энергию, энтропию и химический потенциал как функцию температуры. Нарисовать соответствующие графики.

2. Молекулы идеального газа адсорбируются поверхностью, имеющей N поглощающих центров. Используя большое каноническое распределение, найти коэффициент адсорбции α (отношение среднего числа адсорбированных молекул к N), если энергия молекулы при адсорбции уменьшается на величину ϵ . Найти зависимость α от давления газа p (ХП идеального газа $m = T \ln p/p_0$).

3. Доказать, что пересечение двух квазистатистических адиабат невозможно, так как это приводит к нарушению принципа Томсона.

4. Найти работу, производимую над идеальным газом, и количество тепла, получаемое им, когда газ совершает круговой процесс, состоящий из а) двух изохорных и двух изобарных процессов, б) двух изохор и двух изотерм, в) двух изотерм и двух адиабат, г) двух изобар и двух изотерм, д) двух изобар и двух адиабат.

5. Вычислить большую статсумму для идеального газа в классическом режиме. Найти большой термодинамический потенциал, энтропию, среднее число частиц и давление газа. Показать, что дисперсия числа частиц удовлетворяет распределению Пуассона.

6. Вычислить плотность состояний $D(\epsilon)$ в случае одно- и двумерного движений свободной частицы массы m .

7. Найти поправки первого порядка к термодинамическим функциям E , S , G , F и теплоемкостям C_V , C_p разреженного реального газа по сравнению с соответствующими величинами идеального газа.

Вопросы к зачету "Электродинамика и основы электродинамики сплошных сред "

1. Уравнения Максвелла в какой форме - дифференциальной или интегральной - являются более общими и в каком смысле?

2. Физический смысл уравнения непрерывности.

3. Плотность энергии электромагнитного поля в вакууме и сплошной среде.
4. Плотность потока электромагнитной энергии и плотность импульса электромагнитного поля.
5. Энергия электрического диполя в электрическом поле и магнитного момента в магнитном поле.
6. Постулаты Эйнштейна.
7. Определение релятивистского инварианта.
8. Релятивистские инварианты электромагнитного поля.
9. Физический смысл напряженностей электрического и магнитного полей в микроскопической электродинамике.
10. Физический смысл векторов поляризации и намагниченности.
11. Физический смысл напряженностей и индукций электрического и магнитного полей в макроскопической электродинамике.
12. Физическая причина затухания электромагнитных волн в проводниках.
13. Что такое релятивистский интервал?
14. Законы Ома и Джоуля-Ленца для однородного изотропного проводника в дифференциальной форме.
15. Томсоновское и рэлеевское рассеяние электромагнитных волн.
16. Что такое резонансная флуоресценция?
17. Что такое однородное и неоднородное уширение спектральных линий?
18. Что такое естественная ширина спектральных линий и устраняема ли она?
19. Чем отличаются сильномагнитные вещества (ферромагнетики и антиферромагнетики) от слабомагнитных (диамагнетики и парамагнетики) веществ?
20. Каков физический смысл температуры Кюри?
21. Какова причина справедливости закона Кюри и для диэлектрической восприимчивости полярных диэлектриков, и для магнитной восприимчивости парамагнетиков?
22. Закон Кюри-Вейсса для магнитной восприимчивости.
23. В чем заключается эффект Мейсснера?
23. Принцип причинности и запаздывающие потенциалы.
24. Вектор дипольного момента и тензор квадрупольного момента системы непрерывно и дискретно распределенных в пространстве зарядов.
25. Вектор магнитного момента объемного тока и системы движущихся точечных зарядов.
26. Что такое орбитальное гиромагнитное отношение, чему оно равно?
27. Какова в общем случае поляризация монохроматических плоских электромагнитных волн в диэлектриках? Что такое круговая, линейная, правая, левая поляризация?
28. Уравнения Максвелла в четырёхмерной форме.
29. Что утверждает теорема Ирншоу?
30. Почему поверхность проводника является эквипотенциальной?

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ "Квантовая теория"

1. Свойства операторов физических величин
2. Собственные функции и собственные значения операторов
3. Собственные функции коммутирующих операторов.
4. Матричное представление операторов
5. Соотношения неопределенностей Гейзенберга
6. Теория представлений
7. Волновое уравнение Шредингера
8. Плотность потока вероятности.
9. Операторы скоростей изменения физических величин
10. Стационарные состояния

11. Условия существования интегралов движения
12. Представление Гейзенберга.
13. Движение частицы в прямоугольной яме.
14. Туннельный эффект
15. Линейный гармонический осциллятор
16. Движение в поле центральных сил: разделение переменных
17. Собственные функции и собственные значения операторов момента I_z , I^2
18. Дискретный энергетический спектр атома водорода
19. Теория стационарных возмущений для невырожденных уровней энергии.
20. Теория стационарных возмущений для вырожденного уровня энергии
21. Теория нестационарных возмущений
22. Квантовые переходы в непрерывном спектре
23. Теория рассеяния. Метод Борна.
24. Квазиклассическая волновая функция
25. Условия квантования Бора-Зоммерфельда
26. Волновые функции системы тождественных частиц
27. Теория самосогласованного поля в атомах
28. Молекула водорода. Понятие о химической связи.
29. Вторичное квантование. Бозоны
30. Вторичное квантование. Фермионы
31. Линейный гармонический осциллятор в представлении вторичного квантования
32. Нормальные координаты электромагнитного поля
33. Квантование электромагнитного поля, фотоны.
34. Поглощение и излучение фотонов атомом.
35. Уравнение Клейна-Фока-Гордона
36. Свободное движение бозона с нулевым спином
37. Уравнение Дирака
38. Решение уравнения Дирака для свободного электрона
39. Момент количества движения релятивистского электрона.
40. Уравнение Паули. Магнитный момент электрона
41. Спин-орбитальное взаимодействие
42. Нейтрино

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ "Термодинамика и статистическая физика"

1. Макроскопические системы, макроскопические состояния, микроскопические состояния, статистический вес макроскопического состояния, статистическая гипотеза.
2. Фазовое пространство, фазовая траектория. Функция статистического распределения. Статистические ансамбли.
3. Уравнение Лиувилля, теорема Лиувилля.
4. Статистический оператор, матрица плотности, свойства матрицы плотности.
5. Уравнение Лиувилля-Неймана.
6. Микроканоническое распределение.
7. Эргодическая гипотеза. Квазиэргодические системы.
8. Спиновая система.
9. Система одинаковых осцилляторов.
10. Связь между числом квантовых состояний и объемом в фазовом пространстве.
11. Термодинамические контакты систем.
12. Распределение (конфигурация) полной энергии по подсистемам, вероятность распределения.

13. Энтропия и температура. Свойства энтропии.
14. Энтропия и температура спиновой системы. Отрицательные температуры.
15. Химический потенциал.
16. Большое каноническое распределение. Большая статсумма.
17. Каноническое распределение. Статсумма.
18. Классическая форма канонического и большого канонического распределений.
19. Эквивалентность равновесных ансамблей
20. Функция распределения Ферми-Дирака.
21. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.
22. Энтропия по Больцману.
23. Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) процессы.
24. Давление и его связь с энтропией.
25. Обобщенные силы, соответствующие внешним параметрам системы.
26. Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов.
27. Теплота. Функции процесса и функции состояния.
28. Первый закон термодинамики.
29. Термодинамические системы во внешних электрических и магнитных полях.
30. Цикл Карно, теоремы Карно.
31. Тепловая машина. Коэффициент полезного действия машины.
32. Неравенство Клаузиуса.
33. Второй закон термодинамики; принцип Клаузиуса, принцип Кельвина.
34. Третий закон термодинамики, теорема Нернста-Планка.
35. Теплоемкость системы.
36. Энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса, большой потенциал.
37. Экстенсивные (аддитивные) и интенсивные физические величины.
38. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
39. Связь свободной энергии со статсуммой.
40. Соотношения взаимности Максвелла.
41. Коэффициент теплового расширения, изотермическая сжимаемость, адиабатическая сжимаемость.
42. Некоторые свойства якобианов и их приложение в термодинамике.
43. Связь между C_p и C_v .
44. Условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом.
45. Принцип максимальной работы.
46. Термодинамические неравенства.
47. Адиабатические процессы. Использование их для получения низких температур.
48. Метод адиабатического размагничивания парамагнетиков.
49. Следствия третьего закона термодинамики.
50. Частицы в ящике. Внутренняя структура частиц.
51. Химический потенциал, внутренняя энергия, уравнение состояния классического идеального газа.
52. Свободная энергия, энтропия, теплоемкость, статсумма идеального газа.
53. Квантовый объем, его физический смысл.
54. Теплоемкость двухатомного идеального газа.
55. Смесь идеальных газов.
56. Идеальный газ в силовом поле. Барометрическая формула.
57. Распределение Максвелла по скоростям в идеальном газе.

58. Различные формы распределения Максвелла-Больцмана.
59. Плотность распределения одночастичных состояний по энергиям.
60. Вырожденный идеальный Ферми-газ. Температура Ферми.
61. Теплоемкость вырожденного Ферми-газа.
62. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация.
63. Формула Планка для распределения интенсивности излучения по частотам.
64. Энергия излучения, давление излучения, теплоемкость излучения.
65. Излучение из полости. Закон Стефана-Больцмана.
66. Колебания кристаллической решетки. Модель Дебая. Температура Дебая.
67. Теплоемкость решетки при низких и высоких температурах.
68. Разреженные газы. Модельные потенциалы взаимодействия частиц. Приближение парных взаимодействий.
69. Вириальное разложение уравнения состояния.
70. Уравнение Ван дер Ваальса.
71. Равновесные частичные функции распределения. Цепочка уравнений для равновесных функций распределения. Суперпозиционное приближение.
72. Уравнение состояния (давление) реального газа.
73. Теория Дебая-Хюккеля для равновесной разреженной плазмы. Радиус Дебая-Хюккеля.
74. Условия сосуществования фаз. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
75. Критическая точка. Тройная точка. Фазовые диаграммы.
76. Правило фаз Гиббса.
77. Ферромагнетизм в приближении молекулярного поля Вейсса.
78. Условия химического равновесия. Закон действующих масс.
79. Термическая ионизация водорода.
80. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций.
81. Гауссово распределение вероятности малых флуктуаций.
82. Флуктуации системы, помещенной в термостат.
83. Корреляция флуктуаций во времени. Теорема Винера-Хинчина.
84. Принцип симметрии кинетических коэффициентов (соотношения Онзагера).
85. Потоки и обобщенные силы. Теорема Онзагера.
86. Термомеханический эффект.
87. Кинетическое уравнение в приближении времени релаксации. Электронный газ в постоянном электрическом поле.
88. Кинетическое уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия.
89. Теория броуновского движения. Уравнение Ланжевена. Приближение "белого шума".
90. Диффузия броуновских частиц. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии.
91. Основное кинетическое уравнение (уравнение баланса). H - теорема Больцмана.

7.1. Основная литература:

1. Батыгин В.В., Топтыгин. И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. СПб. Лань. 2010. - 480 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/544>
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М. Физматлит. 2005. - 651 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2234>
3. Васильев А.Н. Классическая электродинамика. СПб. БХВ-Петербург. 2010. - 276 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=350602>

4. Каликинский И.И. Электродинамика. НИЦ Инфра-М. 2014. - 159 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=406832>

5. Кочелаев Б.И. Квантовая теория: конспект лекций / Б. И. Кочелаев; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф теорет. физики.-[2-е изд., перераб., доп. и испр.]-Казань: [Казанский университет], 2013.-222 с.

6. Соловьев О.В. Задачи по квантовой механике: волновые функции и операторы (уч.-метод. пособие). - 2013. - Казань. - КПФУ.[http://kpfu.ru/docs/F1064181181/Zadachi po kvantovoi mehanike.Volnovie_funkcii_i_operatori.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1064181181/Zadachi_po_kvantovoi_mehanike.Volnovie_funkcii_i_operatori.pdf)

7. Давыдов А.С. Квантовая механика: учебное пособие. - СПб: БХВ Петербург, 2011. - 704 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=351130>.

8. Аминов, Л.К. Термодинамика и статистическая физика: конспекты лекций и задачи : для студентов физического факультета / Л.К. Аминов; Казан. гос. ун-т, Физ. фак.-Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008.-179 с.

9. Ландау, Л.Д. Статистическая физика: Учеб.пособие для студ.ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского.-М.: Физматлит, Б.г..-(Теоретическая физика;Т.5). Ч.1.-5-е изд.,стереотип.-2005.-616 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2230/>

10. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд. Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/view/book/692/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. СПб. Лань. 2008. - 320 с. <http://e.lanbook.com/view/book/100>

2. Лифшиц Е. М. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах Т. 9: Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский .- Издание 4-е, исправленное .- Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .- 496 с.

3. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории, М.: Физматлит. 2007. - 254 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2209/>

7.3. Интернет-ресурсы:

Новая электронная библиотека - <http://www.newlibrary.ru>

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>

сайт кафедры теоретической физики - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5721

ЭБС КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретическая физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, презентер, экран, колонки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Кочелаев Б.И. _____

Ларионов А.Л. _____

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Малкин Б.З. _____

"__" _____ 201__ г.