

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение высших учебных заведений
Республики Беларусь по педагогическому образованию

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

 А.И. Жук

01.12.2008

Регистрационный № ТД - А.104 / тип.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Типовая учебная программа для высших учебных заведений по специальностям:

1-02 05 02 Физика;

1 -02 05 04 Физика. Дополнительная специальность

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения высших учебных
заведений Республики Беларусь по
педагогическому образованию

 П.Д. Кухарчик

29.05.08

СОГЛАСОВАНО

Первый проректор Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»

 И.В. Казакова

01.12.2008

Начальник Управления высшего и
среднего специального образования

 Ю.И. Миксюк

Эксперт-нормоконтролер

 Н.Н. Машерова

10.11.2008

Минск 2008

Составители:

О.М.Бояркин, профессор кафедры экспериментальной и теоретической физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико - математических наук, профессор;

Г.Г.Бояркина, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико - математических наук, доцент;

В.В .Кисель, доцент кафедры общей физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико - математических наук, доцент;

О.А.Новицкий, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико - математических наук, доцент

Рецензенты:

Кафедра теоретической физики Белорусского государственного университета;
Л.М,Томильчик, главный научный сотрудник лаборатории теоретической физики Института физики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико - математических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси

Рекомендована к утверждению в качестве типовой:

Кафедрой экспериментальной и теоретической физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени МаксимаТанка» (протокол № 7 от 15 апреля 2008 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол №4 от 15 мая 2008 г.);

Научно-методическим советом по физико-математическому образованию и технологии учебно-методического объединения высших учебных заведений Республики Беларусь по педагогическому образованию (протокол № 2 от 16 мая 2008 г.)

Ответственный за выпуск: О.М.Бояркин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования для специальностей: 1-02 05 02 «Физика»; 1-02 05 04 «Физика. Дополнительная специальность». Рекомендуется начинать изучение теоретической физики после приобретения студентами достаточной физико-математической подготовки.

Дисциплина "Теоретическая физика" играет решающую роль в завершении формирования целостных представлений о современной физической картине мира. Содержание этого раздела физики составляет формулировка общих законов природы, объяснение конкретных явлений на основе этих законов и предсказание новых явлений. Цель дисциплины - познакомить студентов с фундаментальными принципами и законами современной физики и добиться понимания студентами общей структуры физической науки и структуры конкретных физических теорий. Задача состоит в том, чтобы научить студентов пользоваться фундаментальными принципами и законами для анализа конкретных физических процессов и явлений. Изучение теоретической физики должно сопровождаться физическими примерами, объясняющими общетеоретические положения. С необходимой точностью следует рассмотреть вопросы, связанные с теми или иными предположениями и ограничениями в теории, с постановкой задачи и интерпретацией результатов, с выяснением области применимости разработанных методов и с возможными обобщениями теории.

Типовой учебной программой предусматривается следующая последовательность изучения разделов курса теоретической физики: теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика и физика элементарных частиц, статистическая физика и термодинамика. При чтении теоретической физики необходимо акцентировать внимание студентов на методах построения теоретических моделей для физических систем и неразрывной связи теории с экспериментом.

В разделе "**Теоретическая механика**" необходимо уделять особое внимание тем понятиям и идеям, которые являются фундаментом для всей теоретической физики (лагранжев и гамильтонов формализмы, законы сохранения и их связь с симметрией пространства-времени, теория рассеяния).

Изучение раздела "Теоретическая механика" должно дать возможность студенту, оставаясь в рамках классической физики, освоить математические методы, используемые в современной квантовой теории.

Математическая подготовка, необходимая для успешного усвоения этого раздела "Теоретической физики" не выходит за пределы программы дисциплины "Математический анализ".

Раздел "**Электродинамика**" включает темы - «Специальная теория относительности» (СТО), «Теория электромагнитного поля в вакууме» и «Электромагнитные волны в вакууме и в веществе». В первой теме излагаются основы СТО и приводится релятивистская формулировка основных уравнений механики и электродинамики. Во второй теме основное внимание уделяется

теории электромагнитного поля в вакууме. Рассматривается теория стационарных и свободных полей, теория излучения электромагнитных волн. В третьей теме излагается электродинамика сплошных сред.

Основная цель раздела **"Квантовая механика и физика элементарных частиц"** состоит в том, чтобы дать студентам глубокое понимание физики микромира.

Для овладения математическим аппаратом нерелятивистской квантовой механики, студенты должны научиться получать точные и приближенные решения уравнения Шредингера. Изложение приближенных методов вычислений следует сопровождать конкретными примерами и сравнением теоретических и экспериментальных результатов. В разделе, связанном с физикой элементарных частиц, необходимо основное внимание уделить принципам построения теорий, объединяющих сильные электромагнитные и слабые взаимодействия. Знание современной техники эксперимента позволит студенту иметь ясное представление о границах применимости существующей теории микромира. На примере эволюции Вселенной, студент должен усвоить связь между физикой микромира и физикой макрокосмоса.

Фундаментом успешного овладения математическим аппаратом квантовой теории являются дисциплины "Математический анализ" и "Методы математической физики".

Программа по разделу **"Статистическая физика и термодинамика"** составлена на основании структурно-логического подхода к определению места изучаемого раздела в системе дисциплин теоретической физики с учетом межпредметных связей и выявлением вопросов, наиболее важных и необходимых для понимания механизмов разнообразных макропроцессов.

Раздел статистической физики и термодинамики ставит своей задачей ознакомить студентов с основами знаний термодинамических и статистических закономерностей макроскопических систем. Изучив основные методы статистической физики, студент должен уметь на этой основе проводить необходимые расчеты термодинамических характеристик систем и давать им физическую интерпретацию.

Органическое объединение статистического и термодинамического подходов в каждой части раздела позволяет достичь большей ясности и глубины в понимании излагаемого материала.

Данная программа является основным документом, который определяет объем и содержание дисциплины «Теоретическая физика» для студентов, обучающихся по специальностям 1-02 05 02 «Физика», 1-02 05 04 «Физика. Дополнительная специальность». На ее основе в каждом учебном заведении соответствующими кафедрами разрабатываются учебные программы с учетом индивидуальных особенностей вуза и кафедры. Кафедры имеют право перераспределять часы по темам дисциплины, изменять порядок изучения программного материала. Отдельные вопросы программы по решению кафедр

могут быть вынесены для самостоятельного изучения студентами или рассмотрены только на практических или семинарских занятиях.

Всего часов по программе 800 из них аудиторных 356, лекций 264, практических 92.

Профессиональные компетенции

Выпускник должен:

знать:

- основы классической механики: ньютонову, лагранжеву, гамильтонову формулировки уравнений движения системы взаимодействующих частиц, метод Гамильтона-Якоби, вариационные принципы, законы сохранения, закономерности поведения частиц с нерелятивистскими скоростями в простейших физических полях, задачу двух тел и теорию рассеяния частиц, основы теории колебаний, динамику твердых тел и динамику частиц в неинерциальных системах отсчета;
- основы специальной теории относительности и электродинамики: постулаты специальной теории относительности, преобразования Лоренца и их следствия, основы релятивистской динамики, электродинамику вакуума: уравнения Максвелла, потенциалы электромагнитного поля, калибровочную инвариантность, энергию и импульс электромагнитного поля, электромагнитные волны, излучение, четырехмерную формулировку уравнений Максвелла, преобразования Лоренца для электромагнитного поля; основы электродинамики сплошных сред: уравнения Максвелла электромагнитного поля в веществе, потенциалы электромагнитного поля в однородном изотропном веществе, электромагнитные волны в однородном изотропном веществе и проводящих средах;
- основы квантовой механики и теории элементарных частиц: понятие состояний в квантовой механике и характер их описания, математический аппарат квантовой механики, уравнение Шредингера, законы сохранения, линейный гармонический осциллятор, теорию водородоподобного атома, приближенные методы квантовой механики, упругое рассеяние частиц, основы релятивистской квантовой механики, уравнение Клейна-Фока-Гордона, уравнение Дирака, основы теории тождественных частиц, принцип локальной калибровочной инвариантности и основы построения квантовой электродинамики и теории электрослабых взаимодействий, кварковую структуру мезонов и барионов, основы современной теории эволюции Вселенной;
- основы термодинамики и статистической физики: основные законы и методы термодинамики, квазистатические и нестатические процессы, условия равновесия и устойчивости, фазовые переходы, основные представления статистической механики, распределения Гиббса, теорию идеальных систем, Бозе- и Ферми- газов, теорию флуктуации, броуновское движение и случайные процессы;

уметь:

- составлять уравнения Лагранжа и Гамильтона для простейших консервативных систем;

- решать задачу двух тел;
- использовать законы сохранения при решении задач механики;
- производить канонические преобразования;
- решать уравнения Максвелла для различных частных случаев;
- применять преобразования Лоренца;
- использовать математический аппарат квантовой теории;
- получать точные и приближенные решения уравнения Шредингера;
- излагать принципы построения современных теорий, объединяющих фундаментальные взаимодействия различных видов;
- на основе статистических методов рассчитывать термодинамические характеристики макросистем;
- решать задачи на основе метода термодинамических потенциалов;
- находить флуктуационные пределы чувствительности измерительных приборов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Количество часов		
	Всего	Лекции	Практические занятия
1. Теоретическая механика	70	52	18
1.1. Введение. Предмет и задачи теоретической механики.	2	2	
1.2. Уравнения Лагранжа	16	12	4
1.3. Законы сохранения	12	10	2
1.4. Динамика системы взаимодействующих частиц	12	8	4
1.5. Малые колебания	14	10	4
1.6. Динамика твердого тела	6	4	2
1.7. Канонические уравнения	8	6	2
2. Электродинамика	72	48	24
2.1. Специальная теория относительности	18	12	6
2.2. Теория электромагнитного поля в вакууме	38	26	12
2.3. Электромагнитные волны в вакууме и веществе	16	10	6
3. Квантовая механика и физика элементарных частиц	126	94	32
3.1. Введение. Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым представлениям.	2	2	
3.2. Математический аппарат нерелятивистской квантовой механики	14	8	6
3.3. Точно решаемые задачи нерелятивистской квантовой механики	16	12	4
3.4. Приближенные методы квантовой теории	26	18	8
3.5. Упругое рассеяние частиц	8	4	4
3.6. Релятивистская теория частиц со спином 0 и 1/2	16	12	4
3.7. Основы теории многих частиц	6	6	

3.8 Физика элементарных частиц	38	32	6
4. Статистическая физика и термодинамика	88	70	18
4.1 Введение. Основные принципы классической и квантовой статистики	2	2	
4.2 Статистическое распределение для системы в термостате	18	14	4
4.3 Статистическая и феноменологическая термодинамика	18	12	6
4.4 Системы взаимодействующих частиц	20	18	2
4.5 Системы с переменным числом частиц	12	10	2
4.6 Квантовые статистики Ферми и Бозе	12	8	4
4.7 Флуктуации и броуновское движение. Кинетические уравнения	6	6	
Итого:	356	264	92

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Теоретическая механика

1.1. Введение. Предмет и задачи теоретической механики.

Инвариантность физических явлений относительно инерциальных систем отсчета. Преобразования Галилея.

1.2. Уравнения Лагранжа

Обобщенные координаты и обобщенные импульсы. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа для системы частиц.

1.3. Законы сохранения

Закон сохранения энергии и импульса системы. Центр инерции. Закон сохранения момента импульса. Связь законов сохранения со свойствами симметрии пространства и времени. Теорема Нетер.

1.4. Динамика системы взаимодействующих частиц

Уравнения движения. Одномерное движение. Задача о движении двух тел. Движение в центральном поле. Задача Кеплера. Упругие столкновения частиц. Рассеяние частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

1.5. Малые колебания

Свободные и вынужденные одномерные колебания. Линейные колебания консервативных систем со многими степенями свободы. Затухающие колебания. Вынужденные колебания и диссипативные силы. Параметрический резонанс. Ангармонические колебания.

1.6. Динамика твердого тела

Независимые координаты твердого тела. Углы Эйлера. Тензор инерции, момент инерции, момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера.

1.7. Канонические уравнения

Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Канонические преобразования. Скобки Пуассона. Уравнения Гамильтона-Якоби. Адиабатические инварианты.

2. Электродинамика

2.1. Специальная теория относительности

Экспериментальные основы СТО. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Основные кинематические следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, относительность промежутков времени и пространственных длин, релятивистский закон сложения скоростей и ускорений. Интервал между событиями, его инвариантность, классификация интервалов.

Собственное время. Четырехмерная формулировка преобразований Лоренца. Четырехмерные скаляры, векторы и тензоры. Четырехмерные импульс, скорость и ускорение. Релятивистская энергия и релятивистский 3-мерный импульс, связь между ними. Масса частицы как релятивистский инвариант. Кинетическая энергия и энергия покоя частицы. Масса системы частиц. Законы сохранения энергии и импульса в реакциях распада и рассеяния частиц. Энергия ядерной реакции. Порог эндотермической ядерной реакции. Математическая формулировка принципа относительности: релятивистски-инвариантная форма записи физических законов. Релятивистски-инвариантное обобщение законов Ньютона. Сила Минковского. Границы применимости механики Ньютона. Простейшие задачи релятивистской динамики частиц.

2.2. Теория электромагнитного поля в вакууме

Электромагнитное поле. Принцип суперпозиции. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Потенциалы электромагнитного поля в вакууме. Калибровочная инвариантность. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Условие Лоренца. Четырехмерный ток и четырехмерный потенциал. Четырехмерная форма записи закона сохранения заряда, условия Лоренца и уравнений для потенциалов. Законы преобразования для потенциалов. Тензор электромагнитного поля. Законы преобразования электрического и магнитного полей. Четырехмерная формулировка уравнений Максвелла. Инварианты электромагнитного поля. Эффект Доплера. Функция Лагранжа для частицы в электромагнитном поле. Законы сохранения энергии в системе частица-поле. Плотность энергии и плотность потока энергии. Теорема Пойнтинга-Умова. Закон сохранения импульса в системе частица-поле. Импульс электромагнитного поля. Электростатические уравнения Максвелла. Закон Кулона. Потенциал системы зарядов на больших расстояниях. Дипольный и квадрупольный момент системы зарядов. Энергия электростатического поля. Собственная энергия и энергия взаимодействия зарядов. Энергия системы зарядов во внешнем поле. Магнитостатические уравнения Максвелла. Закон Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал системы токов на больших расстояниях. Магнитный момент системы токов. Энергия системы токов. Коэффициенты взаимо- и самоиндукции.

2.3. Электромагнитные волны в вакууме и веществе

Волновые уравнения для электрического и магнитного полей в вакууме. Плоские и сферические электромагнитные волны и их свойства. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Дипольное излучение. Излучение точечного заряда при его ускоренном движении в вакууме. Микрополя E и B . Усреднение зарядов и токов. Свободные и связанные заряды. Поляризованность и ее связь со средней плотностью связанных зарядов. Токи проводимости, намагниченности и поляризации. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в веществе. Поля D и H . Материальные уравнения. Граничные условия. Потенциалы переменного электромагнитного поля в однородной среде. Уравнения для потенциалов. Граничные условия для потенциалов. Плоские электромагнитные волны в однородных диэлектриках и их

основные свойства. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе диэлектриков. Формулы Френеля. Электромагнитные волны в проводящей среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

3. Квантовая механика и физика элементарных частиц

3.1. Введение. Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым представлениям

Корпускулярно - волновой дуализм. Волновая функция и ее вероятностная интерпретация. Стандартные требования к волновой функции.

3.2. Математический аппарат нерелятивистской квантовой механики

Линейные и эрмитовские операторы. Собственные значения и собственные функции операторов. Нормировка собственных функций линейных эрмитовских операторов в случае дискретного и непрерывного спектров собственных значений. Аксиомы квантовой механики. Понятие измерения в квантовой механике. Условие одновременной и точной измеримости физических величин. Физический смысл волновой функции в L-представлении. Понятие о полном наборе наблюдаемых. Средние значения физических величин. Соотношения неопределенностей для физических величин, операторы которых не коммутируют. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Нестационарное и стационарное уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение непрерывности в нерелятивистской квантовой механике. Производная от оператора по времени. Квантовые скобки Пуассона. Законы сохранения физических величин в квантовой механике. Принцип соответствия. Теоремы Эренфеста.

3.3. Точно решаемые задачи нерелятивистской квантовой механики

Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Одномерный линейный гармонический осциллятор. Водородоподобный атом. Разделение переменных в уравнении Шредингера. Радиальная часть волновой функции. Квантование энергии. Вырождение. Угловая часть волновой функции.

3.4. Приближенные методы квантовой теории

Квазиклассическое приближение. Правило квантования Бора - Зоммерфельда. Туннельный эффект. Теория альфа - распада. Теория возмущений, не зависящих от времени в отсутствие и при наличии вырождения. Эффект Зеемана. Линейный эффект Штарка. Нестационарная теория возмущений. Спонтанные переходы. Метод коэффициентов Эйнштейна.

3.5. Упругое рассеяние частиц

Дифференциальное и поперечное сечения рассеяния. Первое борновское приближение. Формула Резерфорда.

3.6. Релятивистская теория частиц со спином 0 и 1/2

Уравнение Клейна-Гордона-Фока - релятивистское уравнение для частиц с нулевым спином. Уравнение непрерывности для частиц со спином 0. Решение уравнения Клейна-Гордона-Фока для свободной частицы, отрицательные энергии. Лагранжев формализм в теории Клейна-Гордона-Фока. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Уравнение непрерывности в теории Дирака. Релятивистская инвариантность уравнения Дирака. Решение уравнения Дирака для свободных частиц. Спин электрона. Позитрон. Лагранжев формализм

в теории Дирака. Переход от уравнения Дирака к уравнению Паули. Нерелятивистская теория спина. Атом водорода в теории Дирака.

3.7. Основы теории многих частиц

Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Волновые функции для системы фермионов и бозонов. Принцип Паули. Обменное взаимодействие. Атом гелия. Периодическая система элементов Менделеева.

3.8. Физика элементарных частиц

Сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия. Теория великого объединения. Пути построения единой теории поля (суперсимметрия, многомерные теории, суперструны). Атомарная теория вещества. Ядерная модель атома. Протон-нейтронная модель ядра. Оболочечная и капельная модели ядер. Классификация элементарных частиц. Внутренние квантовые числа (барионный и лептонный заряды, странность, очарование, красота). Гипотеза кварков. Кварковая структура адронов. Перенормируемые теории. Построение квантовой электродинамики на основе принципа локальной калибровочной инвариантности. Операторы рождения и уничтожения, их коммутационные соотношения. Вторичное квантование свободного электромагнитного и электрон-позитронного полей. Спонтанное нарушение симметрии относительно локальных калибровочных преобразований группы $U(1)$ для заряженного скалярного поля. Механизм Хиггса. Модель электрослабых взаимодействий Вайнберга-Салама-Глэшоу. Спонтанное нарушение симметрии. Калибровочные бозоны и физический бозон Хиггса. Квантовая хромодинамика. Глюоны. Асимптотическая свобода и конфайнмент. Стандартная модель сильных и электрослабых взаимодействий. Фундаментальные частицы в стандартной модели. Лептонные и адронные коллайдеры. Нейтринные телескопы. Модели эволюции Вселенной.

4. Статистическая физика и термодинамика

4.1. Введение. Основные принципы классической и квантовой статистики

Динамический и статистический методы в физике. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика. Фазовое пространство. Функция распределения. Понятие статистического ансамбля. Эргодическая гипотеза. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение в классической и квантовой статистике. Статистическое определение энтропии, ее вероятностный характер.

4.2. Статистическое распределение для системы в термостате

Каноническое распределение Гиббса в квантовой статистике и в квазиклассическом приближении. Статистическая температура. Статистическая сумма (интеграл). Применение канонического распределения к одноатомному газу: вывод распределения Максвелла-Больцмана. Классическая и квантовая теория теплоемкости двухатомных и многоатомных газов. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

4.3. Статистическая и феноменологическая термодинамика

Внутренняя энергия макроскопической системы. Первое начало термодинамики. Микрофизический смысл теплоты и работы. Изменение энергии системы при произвольном квазистатистическом процессе. Термодинамическое определение энтропии. Основное термодинамическое тождество. Закон возрастания энтропии

в замкнутой системе. Обратимые и необратимые процессы, статистический характер необратимости. Второе начало термодинамики. Основное термодинамическое неравенство. Теоремы Карно. Метод циклов и метод термодинамических потенциалов в феноменологической термодинамике. Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла. Максимальная работа, производимая термодинамической системой. Выражение термодинамических потенциалов через статистическую сумму. Термодинамические коэффициенты и преобразование термодинамических величин с помощью функциональных детерминантов. Термическое и калорическое уравнения состояния. Теория эффекта Джоуля-Томсона. Получение сверхнизких температур. Третье начало термодинамики. Термодинамические свойства вещества вблизи абсолютного нуля.

4.4. Системы взаимодействующих частиц

Потенциальная энергия взаимодействия между молекулами неидеальных газов. Потенциал Леннарда-Джонса. Расчет конфигурационного интеграла, вывод уравнения Ван-дер-Ваальса. Вириальные коэффициенты. Упругие волны в трехмерном кристалле. Фононная теория теплоемкости кристаллической решетки (по Эйнштейну и Дебаю). Уравнение состояния твердого тела.

4.5. Системы с переменным числом частиц

Химический потенциал. Термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц. Большое каноническое распределение Гиббса. Большая статистическая сумма, Ω потенциал. Общие условия термодинамической устойчивости равновесного состояния. Условия равновесия двух фаз вещества. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Равновесие трех фаз. Диаграммы фазового равновесия. Фазовая диаграмма He^4 . Критические индексы. Критические явления. Соотношения между критическими индексами. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Теория Ландау фазовых переходов 2 рода: параметр порядка, нарушение симметрии, условия осуществления, значения критических индексов.

4.6. Квантовые статистики Ферми и Бозе

Принцип неразличимости тождественных микрочастиц. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Условия перехода к классической статистике, критерий вырождения. Свободные электроны в металлах как вырожденный Ферми-газ. Внутренняя энергия и теплоемкость электронного газа в металлах. Термодинамические свойства Бозе-газа. Явление Бозе-конденсации. Понятие о сверхтекучести. Равновесное излучение как фотонный газ. Законы излучения абсолютно черного тела.

4.7. Флуктуации и броуновское движение. Кинетические уравнения

Теория малых флуктуации основных термодинамических величин в однородной системе. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского. Флуктуационная граница чувствительности измерительных приборов. Кинетическое уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия. Приближение системы к термодинамическому равновесию.

Литература

Основная

1. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Механика. М., Физматлит, 2004.
2. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т.1, М., Наука, 1971.
3. Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике. М., УРСС, 2001.
4. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. М., Высшая школа, 1984.
5. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. Т. 1, М., Наука, 1969.
6. Айзерман М. А. Классическая механика. М., Наука, 2005.
7. Угаров В.А., Специальная теория относительности, М. УРСС, 2005.
8. Мултановский В.В., Василевский А.С., Курс теоретической физики. Классическая электродинамика, М., ДРОФО НЕТ, 2006.
9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М., Теория поля, М. Физматлит, 2004.
10. Тамм И.Е. , Основы теории электричества. М. Физматлит, 2003.
11. Савельев И.В, Основы теоретической физики,Т.1, М., 1975.
12. Туняк У.М., Асновы электрадынамікі, Мінск, БДПУ, 2007.
13. Баяркін А.М., Гронскі В.К., Зборнік задач па тэарэтычнай фізіцы, Мінск, БДПУ, 2003.
14. Давыдов А.С. Квантовая механика, М., Физматгиз, 1973.
15. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А., Курс теоретической физики, том 1, 2. М., Наука, 1971.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Квантовая механика, М., Физматлит, 2004.
17. Борисоглебский Л.А., Квантовая механика, Минск, БГУ, 1981.
18. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б., Квантовая электродинамика, М., Физматлит, 2005.
19. Бояркин О.М., Физика элементарных частиц, Минск, БГПУ, 2005.
20. Бояркин О.М., Введение в физику элементарных частиц, Москва, КомКнига, 2006.
21. Райдер Л., Квантовая теория поля, М., Мир, 1987.
22. Богуш А.А., Введение в калибровочную полевую теорию электрослабых взаимодействий, Мю, УРСС, 2003.
23. Бояркин О.М. Физика массивных нейтрино, М. Комкнига, 2006.
24. Окунь Л.Б., Элементарное введение в физику элементарных частиц, М., Физматлит, 2006.
25. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики, М., Физматлит, Т.5. 2002.
26. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика, М., Физматлит, 2003.

27. Садовский М.В. Лекции по статистической физике. Институт Электрофизики УрО РАН, 2000.
28. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, М., Наука, 1978.
29. Серова Ф.Г., Янкина А.А. Сборник задач по теоретической физике: Квантовая механика, статистическая физика. М., Мир, 1979.
30. Варикаш В.М. и др., Сборник задач по статистической физике, Минск, 1979.

Дополнительная

1. Голдстейн Г. Классическая механика. М., Наука, 1975.
2. Мултановский В.В. Курс теоретической физики. М., Наука, 1980.
3. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М., Издательство МГУ, 1978.
4. Баринова М.Ф., Голубева В.В. Задачи по классической механике. М., Высшая школа, 1980.
5. Алексеев А. И. Сборник задач по классической электродинамике, М, Наука, 1977.
6. Батыгин В.В., Топтыгин И. П., Сборник задач по электродинамике, Ижевск, РХД, 1970.
7. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И., Задачи по квантовой механике, М., Наука, 1981.
8. Блохинцев Д.И., Основы квантовой механики, М., Наука, 1983.
9. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В., Квантовые поля, М., Наука, 1980.
10. Вайнберг С, Квантовая теория поля (в двух томах) , М, Физматлит, 2003.
11. Woarkein O.M., Introduction to physics of elementary particles, Nova Science, New York, 2007.
12. Клапдор - Клайнротхаус Г.В., Цюбер К., Астрофизика элементарных частиц, М., Редакция журнала «Успехи физических наук», 2000.
13. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика. М., Наука, 1986.
14. Фейнман Р. Статистическая механика М. Мир. 1975.
15. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М. Наука. 1970.
16. Ансельм А. И., Основы статистической физики и термодинамики, М., Наука, 1973.
17. Задачи по термодинамике и статистической физике. Под редакцией П. Ландсберга. М. Мир, 1974
18. Василевский А.С, Мултановский В.В., Статистическая физика и термодинамика, М., Наука, 1985.
19. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика: Теория равновесных систем, Том 1,2. МГУ, 2003.