

Министерство образования Российской Федерации

Одобрена президиумом
Координационного совета по физике

Заместитель председателя

В.И.Трухин

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
образовательных программ и
стандартов высшего и среднего
профессионального образования

Г.К.Шестаков

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА

Для направлений:

550000 Технические науки

540500 Технологическое образование

Программа составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по соответствующим направлениям

© Министерство образования Российской Федерации

© ГНИИ ИТТ "Информика" (Интернет публикация)

Москва 2000

Пояснительная записка

Данная программа по дисциплине "Физика" предназначена для подготовки бакалавров по указанным направлениям. Это накладывает на её цели и содержание требования, обусловленные спецификой Государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки бакалавров, содействовать получению фундаментального образования, способствующего дальнейшему развитию личности. При изучении дисциплины не следует делать излишний акцент на будущей профессионализации выпускника. Необходимо дать панораму наиболее универсальных методов, законов и моделей современной физики, продемонстрировать специфику рационального метода познания окружающего мира, сосредоточить усилия на формировании у студентов общего физического мировоззрения и развитии физического мышления.

В отличие от традиционных курсов дисциплина "Физика" в бакалавриате должна представлять собой целостный и фундаментальный курс, единый в своих частях и демонстрирующий роль физики как основы всего современного естествознания. Необходимо преодолеть распространенное расчленение физики на классическую и современную и дать изложение всей дисциплины с точки зрения логики физики как науки. При этом следует иметь в виду, что физика как наука и физика как учебная дисциплина отнюдь не тождественные понятия.

Данная программа рассчитана в полном объеме на 550 часов аудиторных занятий продолжительностью четыре семестра; общая трудоемкость при этом составляет 800 часов. Если курс физики в вузе начинается с I семестра, то целесообразно чтение пропедевтического курса математики, в объеме и по содержанию достаточного для изучения начальной части курса физики.

В соответствии с Требованиями (федеральный компонент) к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра и дипломированного специалиста по циклу "Общие математические и естественнонаучные дисциплины", утвержденными 21.02.2000 Минобразованием России (п. 4.6), при подготовке специалистов, обучающихся на соответствующих специальностях высшего профессионального образования, вуз (факультет) имеет право использовать данную программу, вводя отличия по глубине проработки отдельных разделов, что может повлечь за собой изменение соотношения между количеством лекций, семинаров и лабораторных занятий, изменение их характера и направленности.

В основании современной естественнонаучной картины мира лежат физические принципы и концепции. Физика составляет фундамент естествознания. Ее роль здесь трудно переоценить. С другой стороны, она является теоретической базой, без которой невозможна успешная деятельность выпускника вуза в области знаний "Технические науки".

Курс физики представляет собой единое целое. Всякого рода попытки разделить его на части, некоторые из которых изучаются на других кафедрах, не имеют под собой ни методических, ни научных, ни дидактических оснований. Они в корне противоречат идее бакалавриата. Изучение целостного курса физики совместно с другими дисциплинами цикла способствует формированию у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, освоению ими современного стиля физического мышления. Целостность курса физики является одной из фундаментальных предпосылок для воспитания образованного члена общества.

Данная программа отражает современное состояние физики и ее приложений. В ней естественным образом сочетаются макро- и микроскопические подходы. В ее разделах вскрыты внутренние логические связи. Порядок расположения материала соответствует современной структуре физики как науки и отражает мировой педагогический опыт. Программа носит комплексный характер: в ней приведен минимальный перечень рекомендуемых теоретических семинаров, лабораторных работ, практических занятий, лекционных демонстраций, учебных кинофильмов, а также примерные темы курсовых работ и занятий в дисплейном классе.

Приоритетами курса являются:

- изучение основных физических явлений; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- ознакомление с современной научной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента, умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.

На основе представленной программы в каждом вузе разрабатываются конкретные рабочие программы. Рабочая программа должна включать в себя материал всех разделов данной программы. Однако степень углубленного изучения отдельных подразделов, содержание лекций, практических занятий, самостоятельной аудиторной работы под руководством преподавателя определяется кафедрой физики с учетом числа часов, отводимых на изучение физики, специфики направления бакалавриата, опыта и особенностей кафедры.

Существенно при этом, что на изучение первых трех разделов программы должно затрачиваться не более половины времени, отводимого на курс физики в целом. Элементы профессиональной направленности будущей деятельности выпускника могут быть отражены в практических и лабораторных занятиях и в тематике курсовых работ.

Одним из принципиальных отличий программы дисциплины "Физика" для бакалавров от традиционных курсов является новый подход к организации самостоятельной работы студентов. Его основу составляет самостоятельная аудиторная работа студентов над теоретическим курсом под руководством преподавателя, осуществляемая в рамках теоретических семинаров. Учебное время, отводимое на эти занятия, должно быть сравнимо с временем для проведения практических занятий. Кроме того, в самостоятельную работу студентов входит подготовка к практическим и лабораторным занятиям, работа практикумов, защит лабораторных работ, работ в дисплейном классе, курсовых работ и рефератов, сдачи домашних заданий.

Наилучшей гарантией глубокого и прочного усвоения физики является заинтересованность студентов в приобретении знаний. Для поддержания интереса студентов к физике следует использовать богатый и разнообразный материал ее специальных приложений, лекционные демонстрации и аудиовизуальные средства. В курсе должны найти отражение основные этапы сложного исторического развития физики как научной дисциплины. Это означает, что все атрибуты процесса научного познания (анализ и синтез; абстрагирование, идеализация, обобщения и ограничения; аналогия, моделирование, формализация; историческое и логическое; индукция и дедукция) должны быть использованы преподавателями.

В отличие от традиционных курсов при составлении рабочих программ по дисциплине "Физика" для бакалавриата должны найти естественное отражение решающие события "физической хронологии", прежде всего, XX века:

1895 год - открытие рентгеновских лучей (Вильгельм Конрад Рентген),

1896 год - открытие радиоактивности (Антуан Анри Беккерель),

1897 год - открытие электрона (Джозеф Джон Томсон),

1900 год - рождение квантовой гипотезы (Макс Карл Эрнст Людвиг Планк),

1901 год - создание электронной лампы (Оуэн Уилланс Ричардсон),

1902 год - рождение фундаментальных принципов статистической физики (Джозайя Уиллард Гиббс),

1905 год - рождение гипотезы световых квантов (Альберт Эйнштейн),

1905 год - рождение специальной теории относительности (Альберт Эйнштейн, Жюль Анри Пуанкаре),

1911 год - экспериментальное доказательство существования атомных ядер (Эрнст Резерфорд),

1911 год - открытие явления сверхпроводимости (Хейке Камерлинг - Оннес),

1913 - 1917 гг. - исследование столкновений электронов с атомами (Джеймс Франк и Густав Герц),

1922 год - экспериментальное доказательство существования спина электрона (Отто Штерн, Вальтер Герлах),

1923 год - открытие эффекта Комптона (Артур Холли Комптон),

1924 год - рождение принципа исключения Паули (Вольфганг Эрнст Паули),

1925- 1927 гг.- создание квантовой теории (Вернер Гейзенберг, Макс Борн, Паскуаль Иордан, Поль Андриен Морис Дирак, Эрвин Шредингер),

1927 год - открытие явления интерференции при отражении электронов от кристаллов (Клинтон Джозеф Дэвиссон, Лестер Джермер, Джордж Паджет Томсон),

1932 год - год великих открытий: открытие изотопа водорода - дейтерия (Гаральд Клейтон Юри), открытие позитрона (Карл Дейвид Андерсон), открытие нейтрона (Джеймс Чедвик),

1934 год - открытие искусственной радиоактивности (Ирен и Фредерик Жолио-Кюри),

1938год - открытие явления сверхтекучести жидкого гелия (Петр Леонидович Капица),

1938 год - открытие деления атомных ядер (Отто Хан, Фриц Штрассман),

1942 год - создание первого уранового котла, использующего ядерную реакцию (Энрико Ферми с сотруд.),

1946 год - рождение первого компьютера (Джон фон Нейман и др.),

1947 год - создание голографии (Деннис Габор),

1948 год - открытие транзисторного эффекта, создание транзистора (Джон Бардин, Уолтер Браттейн, Уильям Брэдфорд Шокли),

1954 год - создание квантового генератора (Чарльз Харт Таунс, Александр Михайлович Прохоров, Николай Геннадьевич Басов),

1955 год - открытие антипротона (Эмилио Джини Сегре, Оуэн Чемберлен и др.),

1956 год - экспериментальное доказательство существования нейтрино (Фредерик Райнес и Клайд Лоррен Коуэн),

1956 год - открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях (Ли Цзун - Дао, Янг Чжань - нин, Ву Цзянь - сун с сотрудниками),

1957 год - создание микроскопической теории сверхпроводимости (Джон Бардин, Леон Купер, Джон Роберт Шриффер, Николай Николаевич Боголюбов),

1960 год - рождение рубинового лазера (Чарльз Таунс, Артур Шавлов, Теодор Мейман),

1957, 1965 гг. - открытие явлений туннелирования в твердых телах (Лео Эсаки, Айвар Джайевер, Брайан Джозефсон),

1964 год - открытие нарушения комбинированной пространственно-зарядовой симметрии (Вэл Логодон Фитч, Джеймс Уотсон Кронин),

1965 год - открытие реликтового фонового электромагнитного излучения (Арно Алан Пензиас, Роберт Вудрон Вильсон),

1967-1968 гг. - создание теории электрослабого взаимодействия (Стивен Вайнберг, Шелдон Глэшоу, Абдус Салам),

1969 год - рождение компьютерной рентгеновской томографии (Аллан Кармак, Годфри Хаупсфилд), 1974 год - открытие / - частицы, подтверждение зы кварков (Сэмюэл Тинг, Бертон Рихтер),

1981 год - рождение сканирующей туннельной микроскопии (Эрнст Руска, Гердт Бинниг, Генрих Рорер),

1983 год - открытие промежуточных векторных бозонов W^+ , W^- , Z^0 (Карло Руббиа, Симон ван дер Меер с сотрудниками),

1985 год - открытие квантового эффекта Холла (фон Клитцинг),

1986 - 1987 гг. - открытие высокотемпературной сверхпроводимости в керамических металлооксидах (Дж. Г. Беднорц, К.А. Мюллер, М. Такашиге и др.)

Еще одной специфической особенностью данной программы является примерный перечень курсов по выбору студента, часы на которые отведены в цикле общих естественнонаучных дисциплин. Рекомендуются следующая тематика курсов объемом 34 - 68 аудиторных часов (краткие примерные программы двух из них приводятся ниже):

1. "Достижения микро-, мега- и макрофизики последних десятилетий" или "История физики с позиций логики и методологии современной науки".

2. "Введение в нелинейную физику" или "Элементы синергетики и физики открытых диссипативных систем".

3. "Фракталы в физике и динамический хаос" или "Проблема времени и эволюционные теории в естествознании".

В рабочие программы кафедры могут также включать элективные курсы, отражающие специфику соответствующего направления бакалавриата и научные интересы кафедры.

Содержание программы

Введение

Физика как наука. Наиболее общие понятия и теории. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Математика и физика. Физика и естествознание. Философия и физика. Важнейшие этапы истории физики. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Физика как культура моделирования. Физические модели. Компьютеры в современной физике. Роль физики в образовании. Общая структура и задачи курса физики. Роль измерения в физике. Единицы измерения и системы единиц. Основные единицы СИ.

I. Физические основы механики

Предмет механики. Классическая и квантовая механика. Нерелятивистская и релятивистская классическая механика. Кинематика и динамика. Основные физические модели: частица (материальная точка), система частиц, абсолютно твердое тело, сплошная среда.

1.1. Элементы кинематики

Пространственно-временные отношения. Система отчета. Скалярные и векторные физические величины. Основные кинематические характеристики движения частиц. О смысле производной и интеграла в приложении к физическим задачам. Скорость и ускорение частицы при криволинейном движении. Движение частицы по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение. Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела.

1.2. Элементы динамики частиц

Понятие состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета. Масса. Уравнение движения. Третий закон Ньютона. Современная трактовка законов Ньютона. Границы применимости классического способа описания движения частиц.

1.3. Законы сохранения в механике

Закон сохранения импульса. Центр инерции. Закон движения центра инерции. Реактивное движение. Момент импульса. Момент силы. Закон сохранения момента импульса.

Уравнение моментов. Движение в центральном поле. Законы Кеплера. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия и энергия взаимодействия. Внутренняя энергия. Закон сохранения энергии в механике. Общефизический закон сохранения энергии. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

1.4. Принцип относительности в механике

Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инварианты преобразования. Описание движения в неинерциальных системах отчета. Силы инерции. Гравитационная масса. Эквивалентность инертной и гравитационной масс.

1.5. Элементы релятивистской динамики

Принцип относительности в релятивистской механике. Преобразование Лоренца для координат и времени и их следствия. Релятивистский импульс. Инвариантность уравнений движения относительно преобразований Лоренца. Полная энергия частицы. Четырехмерный вектор энергии-импульса частицы. Закон сохранения четырехмерного вектора энергии-импульса. Столкновения релятивистских частиц.

1.6. Элементы механики твердого тела

Уравнения движения и равновесия твердого тела. Понятие статически неопределенных систем. Кинетическая энергия твердого тела, совершающего поступательное и вращательное движения. Уравнение движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела относительно оси. Вращательный момент. Гироскоп.

1.7. Элементы механики сплошных сред

Общие свойства газов и жидкостей. Кинематическое описание движения жидкости. Векторные поля. Поток и циркуляция векторного поля. Уравнения движения и равновесия жидкости. Идеальная жидкость. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.

Вязкая жидкость. Силы внутреннего трения. Стационарное течение вязкой жидкости. Законы гидродинамического подобия. Гидродинамическая неустойчивость. Понятие о турбулентности.

Идеально упругое тело. Упругие деформации и напряжения. Закон Гука. Пластические деформации. Предел прочности.

2. Электричество и магнетизм

Предмет классической электродинамики. Электрический заряд и его дискретность. Идея близкодействия. Границы применимости классической электродинамики.

2.1. Электростатика

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Основные уравнения электростатики в вакууме. Поток и

циркуляция электростатического поля. Работа электростатического поля. Потенциал электростатического поля и его связь с напряженностью.

Идеальный проводник в электростатическом поле. Поверхностные заряды. Граничные условия на поверхности раздела "идеальный проводник вакуум". Электростатическое поле в полости идеального проводника. Электростатическая защита. Коэффициенты емкости и взаимной емкости проводников. Конденсаторы. Емкость конденсаторов.

Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия системы заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электростатического поля.

2.2. Постоянный электрический ток

Условия существования тока. Проводники и изоляторы. Разрядка конденсатора. Законы Ома и Джоуля-Ленца в локальной форме. Сторонние силы. Э.Д.С. Источники Э.Д.С. Закон Ома для замкнутой цепи и участка цепи, содержащего источник Э.Д.С. Закон сохранения энергии для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.

2.3. Магнитное поле

Сила Лоренца. Сила Ампера. Магнитная индукция. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Основные уравнения магнетостатики в вакууме. Поток и циркуляция магнитного поля. Принцип суперпозиции для магнитного поля. Магнитное поле прямолинейного проводника с током. Закон Био-Савара. Виток с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на виток с током в магнитном поле. Магнитный момент. Энергия витка с током во внешнем магнитном поле.

Магнитное поле длинного соленоида. Коэффициенты индуктивности и взаимной индуктивности. Магнитное поле и магнитный момент кругового тока. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Явления самоиндукции при замыкании и размыкании электрической цепи. Флюксметр. Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля.

2.4. Статические поля в веществе

Плоский конденсатор с диэлектриком. Энергия диполя во внешнем электростатическом поле. Поляризация диэлектрика. Поляризационные заряды. Поляризованность. Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость. Основные уравнения электростатики диэлектриков. Граничные условия на поверхности раздела "диэлектрик-диэлектрик" и "проводник-диэлектрик". Плотность энергии электростатического поля в диэлектрике.

Длинный соленоид с магнетиком. Намагничивание вещества. Молекулярные токи. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Основные уравнения магнетостатики в веществе. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. Плотность энергии постоянного магнитного поля в веществе. Магнитные цепи.

2.5. Уравнения Максвелла

Фарадеевская и Максвелловская трактовки явления электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Плотность энергии электромагнитного поля. Плотность потока энергии электромагнитного поля. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн.

2.6. Принцип относительности в электродинамике

Опыт Майкельсона. Независимость скорости света от движения источника. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца. Релятивистские преобразования зарядов, токов и электромагнитных полей. Инварианты преобразований. Относительность разделения электромагнитного поля на электрическое и магнитное поля. Эффект Доплера. Аберрация света.

2.7. Квазистационарное электромагнитное поле

Условия малости тока смещения. Токи Фуко. Квазистационарные явления в линейных проводниках. Переходные процессы в электрических цепях. Генератор переменного тока. Импеданс. Цепи переменного тока. Движение проводника в магнитном поле.

3. Физика колебаний и волн

Общие представления о колебательных и волновых процессах. Единый подход к описанию колебаний и волн различной физической природы.

3.1. Кинематика гармонических колебаний

Амплитуда, круговая частота и фаза гармонических колебаний. Сложение скалярных и векторных колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу. Векторные диаграммы. Комплексная форма представления гармонических колебаний.

3.2. Гармонический осциллятор

Движение системы вблизи устойчивого положения равновесия. Модель гармонического осциллятора. Примеры гармонических осцилляторов: маятник, груз на пружине, колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент. Энергия гармонического осциллятора. Добротность. Понятие о связанных гармонических осцилляторах. Нормальные колебания (моды).

Действие периодических толчков на гармонический осциллятор. Резонанс. Гармонический осциллятор как спектральный прибор. Физический смысл спектрального разложения. Модулированные колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания. Вынужденные колебания гармонического осциллятора под действием синусоидальной силы. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Время установления вынужденных колебаний и его связь с добротностью. Вынужденные колебания в электрических цепях. Метод комплексных амплитуд. Энергетические соотношения. Параметрический резонанс.

3.3. Ангармонические колебания

Нелинейный осциллятор. Физические системы, содержащие нелинейность. Преобразование и детектирование электрических колебаний. Автоколебания. Обратная связь. Регенерация. Условие самовозбуждения колебаний. Роль нелинейности. Фазовая плоскость генератора. Предельные циклы. Понятие о релаксационных колебаниях.

3.4. Волновые процессы

Волновое движение. Плоская стационарная волна. Плоская синусоидальная волна. Бегущие и стоячие волны. Длина волны, волновой вектор и фазовая скорость. Скалярные и векторные волны. Поляризация. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Энергетические характеристики упругих волн. Вектор Умова. Поведение звука на границе раздела двух сред. Понятие об ударных волнах. Эффект Допплера.

Плоские электромагнитные волны. Поляризация. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Излучение диполя. Диаграмма направленности. Сферические и цилиндрические волны.

3.5. Интерференция волн

Принцип суперпозиции для волн. Интерференция плоских и сферических монохроматических волн. Одномерная решетка из источников сферических или цилиндрических монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматических волн. Влияние источника на интерференцию волн. Функция когерентности. Временное и спектральное рассмотрение интерференционных явлений. Интерферометры. Понятие об интерферометрии.

3.6. Дифракция волн

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Число Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на круглом отверстии, прямой щели и на множестве параллельных щелей. Дифракционная решетка. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов. Дифракционная решетка с синусоидальной пропускаемостью. Оптическая фильтрация пространственных частот. Принцип голографии.

3.7. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

Модель среды с дисперсией. Показатель преломления. Нормальная и аномальная дисперсии. Групповая скорость. Поглощение волн. Поведение волн на границе раздела двух сред. Понятие о волноводах. Анизотропные среды. Элементы кристаллооптики. Электрооптические и магнитооптические явления. Элементы нелинейной оптики: самофокусировка света, генерация гармоник, параметрические процессы, вынужденное рассеяние. Обращение волнового фронта. Получение сверхкоротких световых импульсов.

4. Квантовая физика

Противоречия классической физики. Излучение черного тела. Фотоэлектрический эффект. Стабильность и размеры атомов. Принцип минимального воздействия в природе. Открытие постоянной Планка.

4.1. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой механики. Линейчатые спектры атомов. Правило частот Бора. Принцип соответствия. Опыт Франка и Герца. Опыт Штерна и Герлаха. Резонансы во взаимодействии нейтронов с атомными ядрами и пионов с нуклонами.

4.2. Фотоны

Энергия и импульс световых квантов. Формула Эйнштейна для фотоэлектрического эффекта. Эффект Комптона. Аннигиляция электрон-позитронной пары.

4.3. Корпускулярно-волновой дуализм

Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Микрочастица в однощелевом интерферометре. Соотношение неопределенностей. Оценка энергии основного состояния атома водорода и энергии нулевых колебаний осциллятора. Туннельный эффект. Волновые свойства микрочастиц и соотношения неопределенностей. Наборы одновременно измеримых величин.

4.4. Квантовые состояния

Задание состояния микрочастиц. Волновая функция и ее статистический смысл. Суперпозиция состояний. Амплитуды вероятностей. Описание прохождения микрочастиц через двухщелевой интерферометр. Описание дифракции нейтронов на кристалле. Вероятность в квантовой теории.

4.5. Уравнение Шредингера

Временное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Частица в одномерной и трехмерной потенциальных ямах. Прохождение частицы над и под потенциальным барьером. Гармонический осциллятор.

4.6. Атом

Частица в сферически симметричном поле. Водородоподобные атомы. Энергетические уровни. Потенциалы возбуждения и ионизации. Спектры водородоподобных атомов. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона в атоме водорода. Мезоатомы. Ширина уровней.

4.7. Многоэлектронные атомы

Спектр газообразного гелия. Орто- и парагелий. Неразличимость одинаковых частиц в квантовой механике. Опыты по рассеянию тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Обменное взаимодействие. Структура энергетических уровней в многоэлектронных атомах. Типы связей электронов в атомах. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

4.8. Молекула

Молекула водорода. Физическая природа химической связи. Ионная и ковалентная связи. Электронные, колебательные и вращательные состояния многоатомных молекул. Молекулярные спектры.

4.9. Электроны в кристаллах

Приближение сильной и слабой связи. Модель свободных электронов. Уровень Ферми. Элементы зонной теории кристаллов. Функция Блоха. Зонная структура энергетического спектра электронов. Поверхность Ферми. Число и плотность числа электронных состояний в зоне. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники. Электропроводность полупроводников. Понятие о дырочной проводимости. Собственные и примесные полупроводники. Понятие о $p - n$ переходе. Транзистор. Явление сверхпроводимости. Куперовское спаривание электронов. Туннельный контакт. Эффект Джозефсона и его применение. Захват и квантование магнитного потока. Понятие о высокотемпературной сверхпроводимости.

4.10. Элементы квантовой электроники

Теория возмущений для уравнения Шредингера. Вероятность перехода. Элементы квантовой теории излучения. Вынужденное и спонтанное излучение фотонов. Коэффициенты Эйнштейна. Тепловое равновесное излучение. Принцип работы квантового генератора. Открытый резонатор. Лазерная спектроскопия. Приложения квантовой электроники.

4.11. Атомное ядро

Строение атомного ядра. Модели ядра. Ядерные реакции. Радиоактивные превращения ядер. Реакция ядерного деления. Цепная реакция деления. Ядерный реактор. Идея бридерного реактора. Проблема источников энергии. Термоядерный синтез. Энергия звезд. Управляемый термоядерный синтез.

5. Статистическая физика и термодинамика

Динамические и статистические закономерности в физике. Термодинамический и статистический методы.

5.1. Элементы молекулярно-кинетической теории

Макроскопическое состояние. Физические величины и состояния физических систем. Макроскопические параметры как средние значения. Тепловое равновесие. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Понятие о температуре.

Явления переноса. Диффузия. Теплопроводность. Коэффициент диффузии. Коэффициент теплопроводности. Температуропроводность. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Вязкость. Коэффициенты вязкости газов и жидкостей.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в газе. Процессы ионизации и рекомбинации. Электропроводность слабоионизированных газов. Понятие о плазме. Плазменная частота. Дебаевская длина. Электропроводность плазмы.

5.2. Элементы термодинамики

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Интенсивные и экстенсивные параметры. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Химический

потенциал. Условия химического равновесия. Ионизационное равновесие. Цикл Карно. Максимальный к.п.д. тепловой машины.

Фазы и условия равновесия фаз. Термодинамика поверхности раздела двух фаз. Поверхностные энергия и натяжение. Капиллярные явления. Фазовые превращения. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

5.3. Функции распределения

Микроскопические параметры. Вероятность и флуктуации. Распределение Максвелла. Средняя кинетическая энергия частицы. Распределение Больцмана. Теплоемкость многоатомных газов. Ограниченность классической теории теплоемкости.

5.4. Элементы физической кинетики

Локальное и неполное равновесие. Релаксационные явления. Времена релаксации различных процессов приближения к тепловому равновесию. Броуновское движение. Связь диффузии с броуновским движением. Чувствительность измерительных приборов. Шумы. Понятие о принципе Онзагера. Электропроводность как вынужденная диффузия. Понятие о перекрестных эффектах.

5.5. Распределение Гиббса

Модель системы в термостате. Каноническое распределение Гиббса. Статистический смысл термодинамических потенциалов и температуры. Роль свободной энергии. Распределение Гиббса для системы с переменным числом частиц. Энтропия и вероятность. Определение энтропии равновесной системы через статистический вес макросостояния.

Статистическое описание квантовой системы. Различие между квантомеханической и статистической вероятностями. Принцип Нернста и его следствия. Квантовые идеальные газы. Функции распределения Бозе и Ферми. Формула Планка для равновесного теплового излучения.

5.6. Порядок и беспорядок в природе

Энтропия как количественная мера хаотичности. Принцип возрастания энтропии. Переход от порядка к беспорядку в состоянии теплового равновесия. Роль фазовых переходов. Ближний и дальний порядок. Параметр порядка. Координационный и ориентационный порядки. Возникновение дальнего порядка. Жидкие кристаллы. Кристаллическая решетка. Структурное упорядочение кристаллов. Понятие о магнитном порядке. Неупорядоченные макросистемы.

Макросистемы вдали от равновесия. Открытые диссипативные системы. Появление самоорганизации в открытых системах и превращение флуктуаций в макроскопические эффекты. Роль нелинейности. Понятие о бифуркациях. Идеи синергетики. Периодические химические реакции и биоритмы. Динамический хаос. Самоорганизация в живой и неживой природе.

5.7. Кристаллы в тепловом равновесии

Строение кристаллов. Экспериментальные методы исследования кристаллов. Точечные дефекты в кристаллах. Краевые и винтовые дислокации. Дислокации и пластичность. Акустические и оптические типы колебаний кристаллической решетки. Экспериментальные методы исследования колебательного спектра кристаллов. Понятие о фононах. Законы дисперсии для акустических и оптических фононов. Теплоемкость кристаллов при низких и высоких температурах. Решеточная теплопроводность. Квазиимпульс фонона. Процессы переброса. Размерный эффект в теплопроводности кристаллов. Эффект Мессбауэра и его применение.

Электропроводность металлов. Носители тока в металлах. Недостаточность классической электронной теории. Электронный ферми-газ в металле. Носители тока как квазичастицы. Электронная теплоемкость и теплопроводность.

5.8. Диэлектрики и магнетики в тепловом равновесии

Внутренняя и свободная энергия диэлектриков во внешнем электростатическом поле и условия термодинамического равновесия. Электрострикция. Электрокалорический эффект. Сегнетоэлектрики.

Магнетики. Пара-, диа-, ферро-, антиферромагнетики. Элементы теории ферромагнетизма. Точка Кюри. Доменная структура. Техническая кривая намагничивания. Внутренняя и свободная энергия магнетиков во внешнем магнитостатическом поле и условия термодинамического равновесия. Магнитострикция ферромагнетиков. Магнитный метод охлаждения.

Заключение. Современная физическая картина мира.

Иерархия структур материи. Частицы и античастицы. Физический вакуум. Стандартная модель элементарных частиц. Кварки, лептоны и кванты фундаментальных полей. Фундаментальные взаимодействия. Адроны. Ядра атомов. Атомы. Молекулы. Макроскопические состояния вещества: газы, жидкости, плазма, твердые тела. Планеты. Звезды. Вещество в экстремальных условиях: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Вещество в сверхсильных электромагнитных полях. Галактики. Горячая модель и эволюция Вселенной.

Физическая картина мира как философская категория. Корпускулярная и континуальная концепции описания природы. Вещество и поле. Смена систем понятий в физике как отражение смены типов рационального мышления.

Концепции времени. Парадигма Ньютона и эволюционная парадигма. От физики существующего к физике возникающего. Незавершенность физики и будущее естествознания.

Краткие примерные учебные программы курсов по выбору студента

А. Достижения микрофизики последних десятилетий.

Элементы релятивистской квантовой физики. Понятие о перекрестной симметрии. Критерий фундаментальности взаимодействий. Понятие о калибровочной инвариантности. Фундаментальное электромагнитное взаимодействие. Структура материи

на микроуровне. Ядра, нуклоны и "сильные" ядерные силы. Барионное число и "сильный" изоспин. Обменное взаимодействие нуклонов и нефундаментальность "сильных" ядерных сил. Электромагнитные и слабые переходы между ядерными состояниями. Нейтрино и антинейтрино. Лептонное число и "слабый" изоспин. Существенные нарушения свойств симметрии в слабых ядерных переходах. Нефундаментальность "слабых" ядерных сил. Адроны и кварки. Понятие о "цвете". Глюоны и фундаментальное сильное взаимодействие. Сходство и различие слабых и электромагнитных процессов. Промежуточные бозоны и фундаментальное электрослабое взаимодействие. Понятие о спонтанном нарушении симметрии. Стандартная модель элементарных частиц. Проблема объединения всех фундаментальных взаимодействий.

Б. Достижения мегафизики последних десятилетий.

Элементы общей теории относительности. Понятие о фундаментальном гравитационном взаимодействии. Черные дыры и гравитационные волны. Нейтронные звезды и пульсары. Квазары. Современная астрофизика. Горячая модель Вселенной. Реликтовое электромагнитное излучение. Релятивистская космология. Инфляционная модель эволюции Вселенной. Появление звезд и галактик. Синтез химических элементов. Расширение Вселенной и её будущее.

В. Достижения макрофизики последних десятилетий.

Фазовые переходы и критические явления. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. Туннелирование в твердых телах и туннельный микроскоп. Рентгеновская томография и применения магнитного резонанса. Квантовый эффект Холла. Физика тонких пленок. Неупорядоченные твердые тела. Полимеры и жидкие кристаллы. Понятие о квазикристаллах. Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез. Современная квантовая оптика. Многофотонные процессы. Лазерное излучение как неравновесный фазовый переход. Самоорганизация в открытых системах вдали от теплового равновесия: ячейки Бернара, реакция Белоусова-Жаботинского. Микроскопическая основа самоорганизации. Понятие о динамическом хаосе. Фракталы.

Д. История физики с позиций логики и методологии современной науки

Рациональный естественнонаучный метод: причины возникновения, возможности, ограничения. Специфика естественнонаучного метода и его дополнительность к художественному методу освоения действительности. Моделирование действительности: взгляд естествоведов и гуманитария. Этапы развития естественнонаучного мышления и смена типов научной рациональности. Античная наука. Демокрит, Платон, Аристотель. Типы времени и фундаментальные парадигмы естествознания.

Физическая реальность в историческом развитии. Коперник и начало формирования первого способа естественнонаучного описания природы - классической физики. Ньютон и Максвелл. Корпускулярная и континуальная традиции описания природы. Эйнштейн. Теория относительности и проблема целостности описания природы в классической физике. Планк и начало формирования второго способа описания природы - неклассической физики. Дирак и Гиббс. Чистые (квантовые) и смешанные (статистические) состояния физической системы и их роль в физической реальности. Фейнман и Боголюбов, Квантовая теория поля и проблема целостного описания природы в неклассической физике.

Физическое моделирование: материальные объекты и их состояния. Модели корпускулы (частицы) и сплошной среды (континуума). Модели чистых и смешанных состояний. Роль флуктуаций и средних значений. Классические и неклассические представления об объективности познания природы. Структурность и целостность в природе. Двойственный мир классической физики и целостный мир неклассической физики.

Недостаточность классического и неклассического подходов к описанию природы. Устойчивость современных физических теорий. Современная физическая картина мира. Истоки нового взгляда на объективность познания природы. Пригожин. Переход от физики существующего к физике возникающего. Принцип универсального эволюционизма. Потребность в универсальной теории эволюции и постнеклассическое естествознание. Проблема времени и будущее физики.

Примерная тематика теоретических семинаров

(Самостоятельная аудиторная работа студентов над теоретическим курсом под руководством преподавателя)

I. Физические основы механики

1. Кинематический способ описания движения
2. Динамические характеристики частицы и уравнение движения
3. Законы сохранения в механике
4. Преобразования Лоренца
5. Релятивистская динамика частицы
6. Вращательное движение твердого тела
7. Стационарное движение жидкости
8. Упругие деформации твердого тела

II. Электричество и магнетизм

1. Электростатика
2. Постоянный электрический ток
3. Магнитное поле
4. Статические поля в веществе
5. Уравнения Максвелла
6. Принцип относительности в электродинамике

III. Физика колебаний и волн

1. Гармонический и ангармонический осциллятор
2. Волновые процессы
3. Интерференция волн
4. Дифракция волн

IV. Квантовая физика

1. Корпускулярно-волновой дуализм
2. Квантовые состояния
3. Уравнение Шредингера
4. Атом водорода и многоэлектронные атомы
5. Молекулы и природа химической связи
6. Электроны в кристаллах
7. Элементы квантовой электроники
8. Атомное ядро и ядерные реакции

V. Статистическая физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория
2. Элементы термодинамики
3. Функции распределения
4. Элементы физической кинетики
5. Распределение Гиббса
6. Порядок и беспорядок в природе
7. Кристаллы в тепловом равновесии
8. Диэлектрики и магнетики в тепловом равновесии

Примерная тематика практических занятий

I. Физические основы механики

1. Кинематика частицы.
2. Динамика частицы.

3. Закон сохранения импульса.
4. Работа. Мощность.
5. Закон сохранения энергии.
6. Закон сохранения момента импульса.
7. Силы инерции.
8. Вращательное движение твердого тела.
9. Релятивистская динамика частицы.
10. Стационарное движение жидкости.
11. Упругие деформации твердого тела.

II. Электричество и магнетизм

1. Расчет электростатических полей.
2. Потенциальность электростатического поля.
3. Идеальный проводник в электростатическом поле.
4. Емкость проводников и конденсаторов.
5. Энергия электростатического поля.
6. Расчет электрических цепей постоянного тока.
7. Расчет постоянных магнитных полей.
8. Электромагнитная индукция и самоиндукция.
9. Энергия постоянного магнитного поля.
10. Электростатическое и магнитостатическое поля в веществе.
11. Система уравнений Максвелла. Волновое уравнение.
12. Принцип относительности в электродинамике.
13. Переходные процессы в электрических цепях.

III. Физика колебаний и волн

1. Гармонический осциллятор в механике.
2. Электрический колебательный контур.

3. Нелинейный осциллятор.
4. Система связанных гармонических осцилляторов.
5. Основные характеристики волн.
6. Упругие волны.
7. Электромагнитные волны в вакууме.
8. Излучение электромагнитных волн.
9. Интерференция волн.
10. Дифракция волн.
11. Спектральное разложение. Дифракционная решетка.
12. Электромагнитные волны в среде.
13. Электрооптические и магнитооптические явления.

IV. Квантовая физика

1. Экспериментальные основы квантовой механики: фотоэффект, опыт Франка и Герца, энергетический спектр атома водорода.
2. Основные характеристики фотонов. Эффект Комптона.
3. Гипотеза де Бройля. Опыт Дэвиссона и Джермена. Дифракция микрочастиц.
4. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния частицы.
5. Соотношение неопределенностей.
6. Туннельный эффект.
7. Гармонический осциллятор в квантовой механике.
8. Поглощение и испускание света атомами.
9. Характеристики лазерного излучения.
10. Модель свободных электронов кристалла.
11. Электропроводность полупроводников.
12. Энергетика ядерных реакций.

V. Статистическая физика и термодинамика.

1. Модель идеального газа.

2. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость.
3. Электрический ток в вакууме.
4. Плазма.
5. Первое начало термодинамики.
6. Условия термодинамического равновесия.
7. Фазовые превращения.
8. Распределение Максвелла.
9. Распределение Больцмана.
10. Энтропия и вероятность.
11. Функции распределения Бозе и Ферми.
12. Процессы релаксации.
13. Броуновское движение.
14. Колебательный спектр кристаллов.
15. Теплоемкость кристаллов.
16. Электронный ферми-газ в металле.
17. Термодинамика диэлектриков и магнетиков.
18. Ферромагнетизм.

Примерная тематика лабораторных работ

I. Физические основы механики

1. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
2. Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда.
3. Определение скорости пули баллистическим методом.
4. Определение коэффициента трения качения с помощью наклонного маятника.
5. Определение момента инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.
6. Изучение вращательного движения с помощью маятника Обербека.
7. Изучение колебаний физического маятника.

8. Изучение движения гироскопа.
9. Измерение вязкости жидкости.
10. Измерение вязкости воздуха.
11. Течение жидкости в трубе переменного сечения.
12. Определение модуля Юнга и скорости звука в стержне.

II. Электричество и магнетизм

1. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.
2. Моделирование электростатических полей.
3. Измерение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла.
4. Изучение электрических цепей постоянного тока.
5. Изучение электронного осциллографа.
6. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.
7. Изучение электромагнитной индукции.
8. Изучение самоиндукции и взаимной индукции.
9. Изучение электромагнитных процессов в простых линейных цепях при действии гармонической Э.Д.С.
10. Изучение эффекта Холла в металлах и полупроводниках.

III. Физика колебаний и волн

1. Изучение колебаний математического маятника и наблюдение параметрического резонанса.
2. Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.
3. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.
4. Изучение колебаний связанных гармонических осцилляторов.
5. Изучение собственных колебаний струны.
6. Изучение капиллярных волн на поверхности воды.
7. Измерение скорости звука в воздухе.
8. Определение длины волны лазерного излучения с помощью бипризмы Френеля.

9. Определение длины волны света с помощью колец Ньютона.
10. Изучение дифракции Фраунгофера на щели.
11. Изучение дифракционной решетки.
12. Изучение поляризованного света.
13. Определение показателя преломления стекла интерференционным методом.
14. Определение показателя преломления и дисперсии стеклянной призмы.
15. Изучение призмного монохроматора.
16. Изучение пространственной когерентности лазерного излучения.
17. Изучение малых деформаций и измерение показателя преломления с помощью интерферометра Майкельсона.

IV. Квантовая физика

1. Изучение спектра атома водорода.
2. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка.
3. Определение потенциалов возбуждения методом Франка и Герца.
4. Изучение эффекта Комптона.
5. Изучение температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников.
6. Изучение характеристик р-п перехода.
7. Изучение эффекта Холла в полупроводниках.
8. Определение пробега альфа-частиц.
9. Изучение космических лучей.
10. Изучение спектров.

V. Статистическая физика и термодинамика.

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха.
2. Определение коэффициента диффузии газов.
3. Определение отношения теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме методом Клемана-Дезорма.
4. Изучение зависимости удельной теплоемкости твердых тел от температуры.

5. Изучение тройной точки вещества.
6. Изучение зависимости электропроводности металлов и полупроводников от температуры.
7. Изучение вольтамперных и температурных характеристик p-n перехода.
8. Определение работы выхода электронов по вольтамперным характеристикам термоэмиссии.
9. Изучение вольтамперных характеристик газоразрядной плазмы.
10. Определение заряда электрона по дробному эффекту.
11. Получение и измерение вакуума.
12. Изучение поляризации сегнетоэлектриков.
13. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов.

Рекомендуемые лекционные демонстрации

I. Физические основы механики

1. Зависимость формы траектории от выбора системы отчета.
2. Поступательное и вращательное движения твердого тела.
3. Стробоскопическое измерение угловой скорости.
4. Демонстрация инерции тел /набор демонстраций/.
5. Равнопеременное движение по наклонной плоскости.
6. Взаимодействие двух тел /иллюстрация ко второму закону Ньютона.
7. Динамика вращательного движения /скатывание цилиндров с наклонной плоскости, маятник Обербека.
8. Действие сил инерции:
 - поведение тел на ускоренно-движущейся тележке;
 - поведение тел на вращающейся платформе;
 - проявление центробежных сил и сил Кориолиса.
9. Движение тел на горке сложного профиля.
10. Закон сохранения импульса /упругое и неупругое столкновения шаров; отдача при выстреле; баллистический маятник; реактивное движение.
11. Движение центра масс системы тел.

12. Закон сохранения энергии /маятник Максвелла, маятник Галилея/.
13. Закон сохранения момента импульса: по Хайкину; гироскоп; скамья Жуковского.
14. Демонстрация явления невесомости / опыты Любимова/.
15. Ламинарное и турбулентное течения.
16. Иллюстрация уравнения Бернулли.
17. Течение вязкой жидкости или газа.

II. Электричество и магнетизм

1. Приборы для измерения потенциала и заряда /электроскоп, электрометр, электростатический вольтметр/.
2. Силовые линии электрического поля различных систем зарядов.
3. Исследование поля пламенным зондом или с помощью электропроводной бумаги /напряженность, эквипотенциальные поверхности/.
4. Модели диэлектрика с полярными и неполярными молекулами.
5. Распределение зарядов и потенциала на поверхности проводника.
6. Поле вблизи поверхности проводника /силовые линии, истечение зарядов с острия, колесо Франклина/.
7. Зависимость емкости конденсатора от его геометрических параметров и наличия диэлектрика.
8. Энергия заряженного конденсатора /свечение лампы, работа двигателя/.
9. Падение потенциала вдоль проводника /однородного и неоднородного/.
10. Зависимость сопротивления металлов, полупроводников и изолятора /стекло/ от температуры.
11. Тепловое действие тока; зависимость от параметров проводника; применение /нагревание цепочки из различных металлов, модель плавкового предохранителя/.
12. Взаимодействие параллельных токов.
13. Отклонение электронного пучка магнитным полем.
14. Опыты Эрстеда.
15. Магнитное поле различных конфигураций /опыт с железными опилками/.
16. Закон Ампера.

17. Контур с током в однородном магнитном поле /момент сил, модель электродвигателя, измерение индукции магнитного поля/.
18. Контур с током в неоднородном магнитном поле /взаимодействие катушек/.
19. Петля гистерезиса ферромагнетика.
20. Точка Кюри.
21. Опыты Фарадея.
22. Закон электромагнитной индукции /проверка формулы /.
23. Трансформатор Томсона /потокосцепление, работа трансформатора, тепловое и механическое действия индукционных токов/.
24. Токи Фуко. Скин-эффект.
25. Закон самоиндукции /проверка формулы/.
26. Переходные процессы в цепи с индуктивностью.
27. Энергия магнитного поля /свечение лампы за счет энергии, запасенной в индуктивности/.
28. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Фазовые и амплитудные соотношения.
29. Затухающие электромагнитные колебания.
30. Наблюдение и исследование резонанса в колебательном контуре.
31. Вихревое электрическое поле /опыты с трансформатором Тесла или электропроводной бумагой/
32. Круговая траектория электронов в магнитном поле.
33. Магнитная фокусировка.
34. Электронно-лучевые трубки с электростатическим и магнитным отклонением луча.

III. Физика колебаний и волн

1. Механическая модель волнового процесса.
2. Моделирование волновых процессов на экране осциллографа. /бегущая волна, стоячая волна, фазовая и групповая скорости/.
3. Опыты с волновой ванной /круговые и прямолинейные волны, преломление, отражение, интерференция и дифракция волн/.

4. Измерение групповой и фазовой скорости звука /методом отражения импульса и методом акустического интерферометра/.
5. Стоячие волны на струне, пружине, линейке.
6. Резонансы газового столба.
7. Эффект Допплера на звуке.
8. Распространение и отражение электромагнитного импульса в кабеле.
9. Модели поляризации на математическом маятнике и на осциллографе.
10. Излучение и прием электромагнитных волн /поляризация, диаграмма направленности диполя, отражение, стоячие волны, перенос энергии/.
11. Поперечность световой волны.
12. Зависимость длины волны от показателя преломления среды.
13. Законы отражения и преломления.
14. Проникновение волны через границу раздела двух сред при полном отражении.
15. Светящаяся струна. Светопровод.

IV. Квантовая физика

1. Излучение светлого и темного тела при одной температуре.
2. Спектр испускания и поглощения паров натрия.
3. Модель абсолютно черного тела.
4. Зависимость спектра испускания от температуры.
5. Фотоэффект /красная граница, работа выхода, знак выбиваемых зарядов, вольт-амперная характеристика, фотореле/.
6. Модель рассеяния -частиц.
7. Опыт Франка и Герца.
8. Модель туннельного эффекта на УКВ.
9. Спектр водорода.
10. Тонкая структура спектральной линии.
11. Усиление света. Газовый лазер.
12. Одно- и двумерные стоячие волны.

13. Зависимость теплоемкости твердого тела от температуры.
14. Выталкивание переменного магнитного поля из проводника при охлаждении /модель поведения сверхпроводника/.
15. Зависимость электропроводности полупроводника от температуры.
16. ТермоЭДС.
17. Эффект Пельтье.
18. Эффект Холла.
19. Вольт-амперная характеристика p-n перехода.
20. Фотодиод и светодиод.
21. Твердотельный лазер.
22. Капельная модель атомного ядра.
23. Счетчики частиц /счетчик Гейгера, модель искрового счетчика/.
24. Треки частиц в диффузионной камере.
25. Наблюдение реакции.

V. Статистическая физика и термодинамика

1. Модель газа с одно- и двухатомными молекулами.
2. Броуновское движение /под микроскопом или на модели/.
3. Адиабатическое сжатие и расширение /воздушное огниво и образование тумана/.
4. Модель случайного процесса /бросание игральной кости/.
5. Статистическое распределение /опыт с насыпанием пшена/.
6. Модель распределения Больцмана.
7. Зависимость давления от высоты /опыт с пламенем/.
8. Модель теплового двигателя /опыт Дарлинга или др./.
9. Вязкость газов.
10. Теплопроводность газов.
11. Диффузия газов /аммиак/; эффузия.
12. Распределение скоростей электронов при термоэмиссии.

Примерные темы курсовых работ по физике

I. Физические основы механики

1. Измерение коэффициента трения качения.
2. Гироскоп и его применение в технике.
3. Стохастические колебания при трении.
4. Динамическое виброгашение.
5. Граничное трение твердых тел.
6. Современные методы измерения силы трения и изнашивании тел при трении.
7. Газодинамические методы ускорения тел. Легкогазовые пушки.
8. Течение жидкости в узких щелях. Гидро- и газодинамические опоры.
9. Инерционный привод шпинделя в сверхточных металлорежущих станках.

II. Электричество и магнетизм

1. Измерение малых токов, напряжений и зарядов.
2. Магнитные цепи в технике.
3. Принцип действия индуктосина.
4. Поле постоянного магнита.
5. Электронная пушка Пирса.
6. Измерение мощности в электрических цепях.
7. Магнитная подвеска транспортных средств.
8. Электрические токи в атмосфере и грозы.
9. Электреты, их свойства, применение в технике.
10. Магнитные жидкости, их применение в технике.
11. Емкостный датчик механических перемещений.
12. Электромагнитные методы ускорения тел.
13. Индукционный метод ускорения.
14. Бесконтактные опоры, основанные на явлении сверхпроводимости.

15. Электростатический реактивный двигатель.
16. Принцип действия электромагнитных реактивных двигателей.
17. Электрическое и магнитное поля Земли.

III. Физика колебаний и волн

1. Механические автоколебания.
2. Нелинейные электрические цепи.
3. Принцип виброизоляции.
4. Методы дефектоскопии.
5. Разрешающая способность оптических приборов.
6. Акустическая модуляция света и ее использование в информационно-измерительной технике.
7. "Парадоксы" спектрального разложения.
8. Лазерный интерферометр.
9. Резонансная кривая вынужденных нелинейных колебаний /расчет с применением ЭВМ/.
10. Вычислительная томография и неразрушающий контроль в технике.
11. Спекл-интерферометрия.
12. Оптическая фурье-фильтрация.
13. Численный расчет дифракции света на круглом отверстии.
14. Растровый электронный микроскоп.
15. Эффект Допплера и его применение в технике.
16. Элементарная теория радуги.
17. Оптические методы измерения шероховатости поверхности.
18. Изгибные и крутильные колебания. Задача о флаттере.

IV. Квантовая физика

1. Применение лазеров в технологических процессах.
2. Принцип туннельной микроскопии.

3. Лазерное разделение изотопов в магнитном поле.
4. Принцип ЯМР - томографии.
5. Водородная энергетика.
6. Эффект Джозефсона и его применение в технике.
7. Устройство и принцип действия твердотельных лазеров.
8. Высокотемпературная сверхпроводимость.
9. Проблемы термоядерного синтеза.
10. Экситоны в полупроводниках.
11. Взаимодействие мощного лазерного излучения с атомами и молекулами.
12. Рекомбинационная неустойчивость тока в полупроводниках.

V. Статистическая физика и термодинамика

1. Влияние шумов на точность измерений.
2. Дислокация и пластичность твердых тел.
3. Явление эффузии и молекулярные пучки.
4. Виды дислокаций в кристаллах.
5. Эффект Пельтье и его применение в технике.
6. Синтез алмаза и кубического нитрида Бора.
7. Оже-спектроскопия в вакуумной технологии.
8. Применение эффектов Зеебека, Пельтье и Томсона в энергетических системах космических аппаратов.
9. Фазовые переходы второго рода.
10. Квантовые идеальные газы и их свойства.
11. Антиферромагнетики.
12. Применение жидких кристаллов в технике.
13. Теорема Нернста и ее следствия.
14. Диссипативные пространственные структуры.
15. Самоорганизация в физических системах.

16. Динамический хаос.

Рекомендуемые учебные кинофильмы по физике

I. Физические основы механики

1. Состояние невесомости, 1ч., ч/б, 1975.
2. Законы сохранения в механике, 2ч., ч/б, 1976.
3. Деформация кристаллов, -ч.,цв., 1977.
4. Дефект массы, 1ч., ч/б, 1978.
5. Реактивное движение, 2ч., цв., 1978.
6. Измерение различных скоростей, 2ч., цв., 1979.
7. Работа и энергия, 1ч., ч/б, 1979.
8. Силы сухого трения, 1ч., ч/б, 1979.
9. Силы инерции при вращательном движении, 1ч., ч/б, 1979.
10. Основы гидро- и аэродинамики, 2ч., ч/б, 1981.
11. Закон сохранения импульса, 1ч., ч/б, 1981.
12. Закон сохранения момента импульса, 1ч., ч/б, 1981.
13. Закон сохранения и превращения энергии, 1ч., ч/б, 1981.
14. Распространение упругих волн, I и II разделы, 2ч., ч/б, 1981.
15. Движение в гравитационном поле, -ч., ч/б, 1982.
16. Движение центра инерции твердого тела, 1/2ч. (кинофрагмент), ч/б, 1976.
17. Свободные оси и главные оси инерции, 1/2 ч. (кинофрагмент), ч/б, 1976.
18. Гравитационное поле, 2ч., 1988.
19. Силы трения, 2ч., 1988.

II. Электричество и магнетизм

1. Электромагнитная индукция, 2ч., ч/б, 1977.
2. Электропроводность металлов и полупроводников, 2ч., цв., 1976.
3. Диамагнетизм и парамагнетизм, 1ч., ч/б, 1977.

4. Поле вблизи заряженных тел, 1ч., цв., 1979.
5. Магнитное поле движущихся зарядов, 2ч., ч/б, 1980.
6. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях, 1ч., ч/б, 1980.
7. Магнитные свойства вещества, 2ч., ч/б, 1980.
8. Сверхпроводимость, 2ч., ч/б, 1983.
9. Термоэлектрические и контактные явления, 2ч., ч/б, 1984.

III. Физика колебаний и волн

1. Затухающие колебания, 1ч., ч/б, 1978.
2. Сложение колебаний, 1ч., цв., 1978.
3. Волны, 2ч., ч/б, 1980.
4. Физические основы акустики, 2ч., цв., 1980.
5. Распространение упругих волн, I и II разделы, 2ч., ч/б, 1981.
6. Поляризация света, 2ч., цв., 1975.
7. Оптические явления в природе, 1ч., цв., 1976.
8. Полное внутреннее отражение, 1ч., цв., 1977.
9. Интерференция света, 2ч., цв., 1977.
10. Основы голографии, 2ч., цв., 1978.
11. Линза, 1ч., ч/б, 1979.
12. Отражение и преломление света, 1ч., ч/б, 1979.
13. Дифракция света, 2ч., цв., 1980.
14. Дисперсия света и рассеяние, 2ч., цв., 1980.
15. Лазеры, 3ч., цв., 1982.
16. Методы регистрации быстротекущих физических процессов, 2ч., ч/б, 1983.
17. Двойное лучепреломление, 2ч., цв., 1984.
18. Вращение плоскости поляризации, 1ч., ч/б, 1986.
19. Визуализация инфракрасного излучения, 2ч., ч/б, 1987.

20. Нелинейная оптика, 2ч., цв., 1988.

IV. Квантовая физика

1. Фотоэффект, 1ч., цв., 1976.

2. Опыты Франка и Герца, 1ч., ч/б, 1976.

3. Опыты Штерна и Герлаха, 1ч., цв., 1976.

4. Эффект Мессбауэра, 2ч., 1978.

5. Физические основы квантовой теории, 3ч., цв., 1980.

6. Элементарные частицы, 2ч., ч/б, 1984.

7. Взаимодействие элементарных частиц, 2ч., ч/б, 1984.

8. Тепловое излучение 2ч., ч/б, 1984.

9. Туннельный эффект, 2ч., цв., 1968.

V. Статистическая физика и термодинамика

1. Опыт Джоуля-Томсона, 1ч., ч/б, 1978.

2. Диффузионные явления, 2ч., цв., 1979.

3. Низкие температуры, 1ч., ч/б, 1980.

4. Сверхтекучесть гелия, 1ч., ч/б, 1980.

5. Явления переноса в газах, 2ч., ч/б, 1980.

6. Методы получения и измерения вакуума, 1ч., ч/б, 1981.

7. Основные газовые законы, 1ч., ч/б, 1981.

8. Жидкое состояние вещества, 1ч., ч/б, 1981.

9. Теплоемкость газов, 2ч., ч/б, 1982.

10. Физические явления в разряженных газах, 1ч., ч/б, 1982.

11. Вязкость газов и жидкостей, 1ч., ч/б, 1981.

12. Энтропия, 2ч., ч/б, 1985.

Примерные темы занятий в дисплейном классе

1. Движение частицы в кулоновском поле /спутник, Резерфордское рассеяние/.

2. Движение тела , брошенного с летательного аппарата.
3. Моделирование броуновского движения.
4. Моделирование вязкого трения.
5. Динамическое виброгашение.
6. Гармонический анализ.
7. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях.
8. Дифракция на круглом отверстии.
9. Фильтрация пространственных частот.
10. Поле соленоида и постоянного магнита.
11. Модель электронно-дырочного перехода.
12. Дифракционная решетка.

Литература

Основная

1. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М., Парселл Э., Крауфорд, Ф., Вихман Э., Рейф Ф. Берклеевский курс физики. М.: Наука, 1971-1974, т. I-У.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. - М.: Наука, 1979-1989, т. I-У.

Дополнительная

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М., Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965-1967, вып. 1-9.
2. Савельев И.В. Курс общей физики.-М.5Наука, 1982-1984, т. 1-3.
3. Матвеев А.Н. Курс общей физики.- М.: Высшая школа, 1976-1989, т. I-У.
4. Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики.-М.:Наука, 1977-1981, т. 1-3.
5. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Механика сплошных сред (университетский курс общей физики). М.: Изд-во физического факультета МГУ, 1999.
6. Офир Д. Физика.- М.: Мир, 1981, т.1-2.
7. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., МГУ, 1998.
8. Ахиезер А.И., Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс общей физики.-М.: Наука, 1969.

9. Кристи Р., Питти А. Строение вещества: введение в современную физику.-М.: Наука, 1969.
10. Мешков И.Н., Чириков Б.В. Электромагнитное поле.-Новосибирск.: Наука, 1985, т.1-2.
11. Тарасов Л.В. Основы квантовой механики.- М.: Высшая школа, 1978.
12. Тарасов Л.В. Введение в квантовую оптику.-М.:Высшая школа, 1987.
13. Суханов А.Д. Лекции по квантовой физики.-М.: Высшая школа, 1991.
14. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела.-М.: Наука, 1978.
15. Елифанов Г.И. Физика твердого тела.-М.: Высшая школа, 1977.
16. Готтфрид К., Вайскопф В. Концепция физики элементарных частиц.-М., Мир, 1988.
17. Иродов И.Е. Задачи по общей физике.-М.: Наука, 1987.
18. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике.-М.: Наука, 1982.
19. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. М.: Наука, 1987.

Литература, рекомендуемая кафедрой

Включается в рабочую программу с учетом изданий вуза или вузов региона.

Авторы программы:

Гладун А.Д. - профессор Московского физико-технического института (государственного университета)

Колоколов А.А.- доцент Московского государственного технологического университета "Станкин"

Суханов А.Д. - профессор Российского университета дружбы народов

Ответственный редактор

Гладун А.Д. - профессор Московского физико-технического института (государственного университета)

Рецензент

Уханов Ю.И. - профессор Санкт-Петербургского государственного технического университета