

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:

510000 Естественные науки и математика (кроме направления 510400 Физика)

540100 Естествознание

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, и поэтому ее особенность состоит не только в соблюдении соответствия с требованиями к государственному образовательному стандарту по указанным направлениям, но и в более фундаментальном характере ее изложения, в формировании у студентов общего физического мировоззрения и развития физического мышления.

Предлагаемая примерная программа по курсу физики соответствует нефизическим естественно-научным направлениям бакалавриата. В сочетании с другими дисциплинами общего естественно-научного цикла курс физики, соответствующий этой программе, должен формировать цельное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, научный способ мышления, умение видеть естественно-научное содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста.

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 указанные структуру, содержание и порядок реализации программы, вводя отличия по глубине проработки отдельных разделов, что повлечет за собой изменение соотношения между количеством лекций, семинаров и лабораторных занятий, изменение их характера и направленности.

Курс физики в бакалавриате имеет особое значение, поскольку физика, изучающая наиболее общие свойства различных видов материи и форм их существования, лежит в основе всех наук о природе, и ее методы исследования широко используются этими науками. В методологическом плане большое значение имеют иллюстрации противоречивого развития физических гипотез и теорий, внутренней связи различных разделов физики, формулирование физических законов и теорий с применением адекватного математического аппарата, количественного описания свойств модельных систем.

Результатом глубокой проработки курса должна быть целостная система знаний, формирующая физическую картину окружающего мира, умение строить физические модели и решать конкретные задачи заданной степени сложности.

Примерная программа в целом соответствует сложившемуся историко-индуктивному подходу к университетскому курсу физики на естественных факультетах, позволяющему, с одной стороны, в полной мере представить истоки современных научных гипотез и теорий, их развитие по мере накопления знаний, а с другой - реализовать последовательность в изложении материала, при которой изучаются все более сложные формы движения материи. При оптимальной форме учебного плана, при которой дисциплины естественно-научного цикла излагаются последовательно и согласованно (математика "опережает" физику по крайней мере на один семестр, далее следует химия, затем - биология), возникает возможность строить курс химии на достаточно осознанных квантово-механических представлениях о межатомных взаимодействиях, и курс биологии основывается на фундаментальных закономерностях физики и химии, делающих возможным более глубокое понимание принципов биологического уровня организации материи и развития и воспроизводства живых систем.

Важно иметь в виду, что при среднем объеме курса физики на естественных факультетах **примерно 300 часов трудоемкости (около 200 часов аудиторных занятий)** основная часть материала может быть представлена в логически последовательной форме: определение основных понятий - опытные данные - установление взаимосвязей между физическими величинами в виде фундаментальных физических законов - формулировка физической теории, анализ области ее применимости, степени общности при описании различных физических явлений. Предполагается, что при использовании всех видов аудиторных занятий лекций, семинаров, лабораторных работ - по каждому разделу будет достигнут уровень знаний, позволяющий бакалавру моделировать возникающие в практической деятельности ситуации, давать их количественное описание и анализировать получающиеся решения. Подобное логическое развитие курса охватывает последовательно изучаемые разделы физики - классическую механику, молекулярную физику, термодинамику, электромагнетизм и волновую оптику, по которым бакалавр должен иметь систематические знания и умение применять их для решения задач заданной степени сложности. При проработке основной "базы знаний" следует избегать

информационного характера изложения материала, потери заданного уровня строгости его представления. Необходимо иметь в виду, что стиль научного мышления формируется постепенно путем приобретения опыта решения все более сложных задач по каждому разделу физики; поэтому предпочтительным является пролонгированный (трехсеместровый) курс физики.

Вместе с тем неизбежно, что изложение ряда разделов курса будет иметь, в основном, информационный характер. Это касается физики микромира (квантовой механики), физики высоких скоростей (специальной теории относительности), элементов общей теории относительности, физики ядра. Существенно, что несмотря на отсутствие достаточной строгости и доказательности при изложении этих разделов, они имеют большую общеобразовательную ценность. Бакалавр должен иметь четкое представление о том, что в проблемах, связанных со свойствами микромира, здравый смысл и наглядность, классический подход оказываются непригодными и уступают место принципиально новым подходам, определяющим не положение скорости и ускорения частиц, а их квантовые состояния; о том, что развитие механики и электродинамики привело к радикальному изменению представлений о свойствах пространства и времени; о том, что ядра атомов имеют сложную структуру и состояния, описываемые законами квантовой механики; о происхождении и эволюции Вселенной.

В предлагаемой примерной программе учитывается, что общий объем аудиторных часов, отводимых учебным планом на физику по различным направлениям бакалавриата изменяется в пределах 130-300 часов; программа в целом построена как соответствующая верхней границе отводимых на дисциплину часов. Одной звездочкой помечены разделы, которые могут быть опущены при объеме курса 200-250 часов. При объеме курса 130-180 часов могут быть опущены разделы, помеченные одной и двумя звездочками. Таким образом, для всех направлений бакалавриата должна быть сохранена общая логика курса и глубина проработки основных разделов. При этом особое значение имеет самостоятельная работа студентов, приобретение навыков самостоятельного решения задач, работы с литературой различной сложности. На самостоятельные занятия отводится значительная часть часов учебного плана, и это время должно быть использовано для согласованной с аудиторными занятиями систематической работы, контролируемой преподавателями.

Основными формами контроля знаний являются коллоквиумы-тесты, контрольные работы, собеседования во время семинаров, при выполнении и сдаче лабораторных работ, а также зачеты и экзамены.

Содержание дисциплины

Введение. Место физики в системе наук о природе. Эксперимент и теория в физических исследованиях. Физические модели. Пространство и время как формы существования движущейся материи.

I. Классическая механика

1. Кинематика материальной точки.

1.1. Относительность движения. Системы отсчета. Координатная и векторная формы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость, ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Кинематика движения по криволинейной

траектории. Движение по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение и их связь с линейными характеристиками движения.

1.2. Кинематика материальной точки в движущейся системе координат. Преобразования Галилея. Классический закон сложения скоростей.

1.3.** Элементы кинематики твердых недеформируемых тел. Число степеней свободы абсолютно твердых тел. Поступательное и вращательное движение твердых тел. Качение.

2. Динамика материальной точки

2.1. Взаимодействие материальных тел. Инерциальные и неинерциальные системы координат. Законы Ньютона. Масса. Сила. Уравнения движения. Роль начальных условий. Принцип относительности Галилея.

2.2. Фундаментальные взаимодействия в природе. Силы в классической механике. Закон всемирного тяготения. Свойства сил тяжести, упругости, трения.

2.3. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Неинерциальность системы координат, связанной с Землей, ее проявления в геофизических явлениях.

3. Законы сохранения в механике.

3.1. Понятие замкнутой системы. Импульс материальной точки, системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса. Центр масс системы материальных точек и закон его движения. Реактивное движение.

3.2. Работа сил. Кинетическая энергия материальной точки. Потенциальные и непотенциальные силы в механике. Потенциальная энергия системы взаимодействующих тел. Закон сохранения и изменения энергии в механике.

3.3. Момент импульса материальной точки и системы материальных точек. Момент силы. Закон сохранения и изменения момента импульса. Движение точки в центральном поле*. Законы Кеплера*.

3.4. Движение твердого тела. Динамика вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции твердых тел разной формы. Теорема Штейнера. Тензор инерции. Главные оси инерции. Уравнение моментов. Гироскопический эффект*. Кинетическая энергия вращающегося тела. Плоское движение твердого тела.*

4. Колебательное движение. Уравнение свободных колебаний модельных систем (груз на пружине, математический и физический маятники). Применение модели гармонического осциллятора к колебаниям молекул.* Сложение колебаний. Затухающие колебания, их характеристики. Вынужденные колебания, явление резонанса. Понятие о колебаниях систем со многими степенями свободы. Нормальные колебания. Спектр колебаний, понятие о разложении Фурье.*

5. Волны в упругих средах. Волновое уравнение. Уравнение монохроматической бегущей волны, основные характеристики волн. Продольные и поперечные волны, поляризация

волн. Принцип суперпозиции волн. Явление интерференции. Поток плотности энергии, связанный с бегущей волной. Стоячие волны. Эффект Доплера.*

6. Элементы гидро- и аэродинамики. Движение идеальной жидкости, поле скоростей, линии и трубки тока. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формула Пуазейля. Ламинарные и турбулентные потоки. Число Рейнольдса.*

7. Законы механики в движущихся системах отсчета. Обобщенный принцип относительности. Основные постулаты специальной теории относительности Эйнштейна. Преобразование Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей*. Импульс и энергия точки в релятивистской механике*. Энергия покоя*. Закон сохранения полной энергии*.

II. Молекулярная физика и термодинамика

1. Основные представления молекулярно-кинетической теории.

1.1. Предмет и методы молекулярной физики. Статический и термодинамический подходы. Случайные величины и их описание. Плотность вероятности. Средние значения, флуктуации. Термодинамические параметры. Равновесные состояния и процессы.

1.2. Идеальный газ как модельная термодинамическая система. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Распределение молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла) и в поле потенциальных сил (распределение Больцмана). Барометрическая формула. Атмосфера Земли и других планет.

1.3. Явления переноса: диффузия, внутреннее трение и теплопроводность**

2. Основы термодинамики

2.1. Внутренняя энергия идеального газа. Работа термодинамической системы. Количество теплоты. Теплоемкость. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы молекул.

2.2. Первый закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловых машин. Второй закон термодинамики.

2.3. Энтропия и ее статистическая интерпретация. Возрастание энтропии при неравновесных процессах. Границы применимости второго закона термодинамики. Представление о термодинамике открытых систем.

3. Реальные газы, жидкости и кристаллы.

3.1. Силы молекулярного взаимодействия. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Переход из газообразного состояния в жидкое. Критические параметры. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.

3.2.** Испарение и кипение жидкостей. Насыщенный пар. Точка росы. Поверхностное натяжение жидкости. Капиллярные явления. Представления о структуре жидкостей, ближнем порядке, радиальной функции распределения.

3.3.** Твердые тела. Ближний и дальний порядок в расположении атомов. Кристаллические решетки. Фазовые переходы между агрегатными состояниями вещества. Фазовые переходы I и II рода.

III. Электричество и магнетизм

1. Электростатика

1.1. Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Потенциал. Разность потенциалов.

1.2. Диэлектрик в электрическом поле. Диполь. Дипольный момент. Вектор поляризации. Электростатическая теорема Гаусса. Вектор электрической индукции. Уравнение Пуассона. Условия на границе раздела двух сред.

1.3. Проводник в электрическом поле. Распределение зарядов на проводнике. Электрическое поле внутри и вне проводника. Электростатическая защита.

1.4. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Плотность энергии электростатического поля.

2. Постоянный электрический ток

2.1. Сила и плотность тока. Закон Ома для участка цепи и замкнутого контура. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома в дифференциальной форме.

2.2. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.

2.3. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Превращения энергии в электрических цепях.

3. Магнитное поле

3.1. Магнитное поле тока. Законы Био-Савара-Лапласа и Ампера. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции через замкнутую поверхность. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

3.2. Магнитные свойства вещества. Молекулярные токи. Диа-, пара- и ферромагнетики. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Представление о ядерном магнитном резонансе и электронном парамагнитном резонансе.

3.3. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность. Самоиндукция. Плотность энергии магнитного поля. Взаимоиндукция. Трансформатор.

4.** Электронные и ионные явления

4.1. Электропроводность твердых тел. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Полупроводники. Эффект Холла. Электронная и дырочная проводимости, p-n-переходы. Диоды, транзисторы, интегральные схемы.

4.2. Токи в газах. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Ионизация газов. Газоразрядная плазма. Циклотрон. Масс-спектрометр. Электронный микроскоп.

4.3. Токи в электролитах. Законы Фарадея. Электролитическая диссоциация. Химические источники тока.

4.4. Контактные явления. Работа выхода электронов. Контактная разность потенциалов. Термоэлектронная эмиссия.

5. Переменный электрический ток

5.1. Переходные процессы в цепях с емкостью и индуктивностью. Условие квазистационарности.

5.2. Закон Ома для цепей переменного тока с омическим сопротивлением, емкостью и индуктивностью. Реактивное сопротивление. Метод комплексных амплитуд.** Мощность переменного тока. Промышленные цепи переменного тока.*

5.3. Колебательный контур. Свободные колебания. Собственная частота. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Явление электрического резонанса.

6. Связь электрического и магнитного полей

6.1. Обобщения теории Максвелла. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.

6.2. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн. Радиовещание, телевидение.

6.3. Принцип относительности в электродинамике. Электромагнитное поле в движущейся системе координат. Релятивистские преобразования полей.

IV. Оптика

1. Световые волны

1.1. Электромагнитная природа света. Оптический и видимый диапазоны электромагнитных волн. Волновое уравнение. Скорость света. Гармоническая волна. Плоские и сферические волны. Волновой фронт.

1.2. Поляризация электромагнитных волн. Линейная, круговая, эллиптическая поляризации. Естественный свет. Энергетические и фотометрические характеристики светового потока.

1.3.* Немонохроматические волны. Волновой пакет. Групповая скорость. Спектральный состав светового импульса. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Естественная ширина линии излучения. Спектральная плотность мощности.

2. Распространение света в изотропных средах

2.1. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсии. Линии поглощения. Закон Бугера.

2.2. Отражение и преломление света на границе раздела диэлектриков. Формулы Френеля. Законы отражения и преломления. Поляризация света при отражении и преломлении. Угол Брюстера. Коэффициенты отражения и преломления света.

2.3.** Полное внутреннее отражение света. Волоконная оптика. Волоконно-оптические линии связи.

2.4.* Оптические явления в атмосфере. Земная рефракция. Радуга. Миражи.

3. Интерференция света

3.1. Интерференция монохроматических волн. Двухлучевая интерференция. Суперпозиция плоских волн. Разность хода. Условия интерференционных максимумов и минимумов. Стоячие волны.

3.2. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Просветление оптики.

3.3.** Интерференция немонхроматического света. Когерентность. Время и длина когерентности. Фурье-спектроскопия.

3.4. Интерференционные приборы. Бипризма. Билинза. Интерферометр Майкельсона. Применение интерференционных приборов.

4. Дифракция света

4.1. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зонная пластинка. Пятно Пуассона.

4.2. Дифракция Фраунгофера. Дифракция света на щели. Дифракционная расходимость. Гауссов пучок. Ближняя и дальняя зоны дифракции, приближение геометрической оптики

4.3. Дифракционная решетка. Дисперсионная область. Разрешающая способность.

4.4.* Фурье-оптика. Пространственная фильтрация световых пучков. Понятие о голографии.

5. Оптика анизотропных сред

5.1. Двойное лучепреломление в анизотропных кристаллах. Построение Гюйгенса. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Поляризационные фильтры.

5.2. Интерференция поляризованных волн. Прохождение света через кристаллическую пластинку. Поляризационные приборы.

5.3.** Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах. Сахариметрия.

5.4.** Искусственная анизотропия. Фотоупругость. Эффект Керра. Двойное лучепреломление в магнитном поле.

6. Генерация света

6.1. Элементарная квантовая теория излучения света. Атом Бора. Спонтанное и вынужденное излучение.

6.2. Лазеры. Инверсная населенность. Условия генерации. Принцип работы и конструкция лазера. Свойства лазерного излучения.

7. Рентгеновские лучи

7.1.* Природа рентгеновских лучей. Сплошной спектр и характеристическое излучение.

7.2. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Брегга, лауэграммы, дебаеграммы.

У. Элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики

1. Тепловое излучение Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формулы Релея-Джинса и Планка, квантовый характер излучения.

2. Взаимодействие фотонов с электронами Внешний фотоэффект. Работы А.Г.Столетова. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона. Давление света, опыты П.Н.Лебедева.

3. Боровская теория атома

Спектры излучения и поглощения света для атомов и молекул. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.

4. Волновые свойства частиц

4.1. Опыт Девиссона и Джермера. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности.

4.2. Уравнение Шредингера. Корпускулярно-волновой дуализм: фотоны и микрочастицы. Волновая функция и ее статистическое толкование. Квантование энергии и момента импульса.

4.3.* Прохождение частиц через потенциальный барьер. Гармонический осциллятор в квантовой механике.

5. Физика атомов

5.1. Атомы водорода и щелочных металлов. Спин электрона. Магнитный момент атома. Эффект Зеемана.

5.2. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Взаимодействия атомов. Природа химической связи. Молекулы и кристаллы.

6. Атомное ядро

6.1. Состав ядра атома. Взаимодействие нуклонов в ядре. Ядерные силы и модели атомного ядра.

6.2. Естественная и искусственная радиоактивность. Ядерные реакции, деление ядер. Цепные реакции. Использование ядерной энергии.

7. Элементарные частицы

Основные виды частиц, методы их регистрации. Систематика элементарных частиц. Типы взаимодействия. Кварки.

8. Основные этапы эволюции Вселенной. Возраст Вселенной. Теория расширения Вселенной. Основные представления и идеи общей теории относительности и ее следствия.

Рекомендуется следующий примерный перечень лабораторных работ, выполнение которых желательно по ходу лекционного курса:

1. Обработка результатов измерений.
2. Изучение поступательного, вращательного, колебательного движений, определение момента инерции тел.
3. Изучение свободного падения тел.
4. Изучение движения гироскопа.
5. Изучение механических резонансных явлений.
7. Определение коэффициента поверхностного натяжения.
8. Определение теплоемкости газов.
9. Изучение явлений переноса.
10. Изучение свойств электрического поля.
11. Изучение законов постоянного и переменного тока.
12. Изучение осциллографа.
13. Изучение работы полупроводниковых приборов.
14. Изучение электрического резонанса.
15. Изучение свойств магнитного поля.
16. Определение показателя преломления.
17. Исследование работы газового лазера.
18. Исследование работы спектральных приборов.

19. Изучение явлений интерференции и дифракции, определение длины волны света.

Литература

Основная

1. Савельев И.В. Курс общей физики: т. I-III, М.: Наука, 1989.
2. Берклеевский курс физики, т. I - V, М., Наука, 1977.
3. Зисман Г.А., Тодес О.М., Курс общей физики, т. I - III, М., Наука, 1972.
4. Белов Д.В. Механика. М., Изд. Физического ф-та МГУ им.М.В.Ломоносова, 1998.
5. Белов Д.В. Электромагнетизм и волновая оптика. М., Изд. Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, 1994.
6. Иродов Е.И. Основные законы механики. М., Высшая школа, 1985.
7. Иродов Е.И. Электромагнетизм (основные законы). М.- Санкт-Петербург, Наука-Физматлит, 2000.
8. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И. Основы физики. М., Физматлит, 1995.
9. Ландсберг Г.С. Оптика, М., Наука, 1976.
10. Козлов С.Н. Колебания и волны, М., Изд. Моск. университета, 1991.
11. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по физике, М., Наука, 1988.

Дополнительная

1. Матвеев А.М. Механика и теория относительности, М., Высшая школа, 1976.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика, М., Высшая школа, 1981.
3. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм, М., Высшая школа, 1983.
4. Матвеев А.Н. Оптика, М., Высшая школа, 1985.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т. I-V, М., Наука, 1977.
6. Суорц Кл.Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений, т. 1-II, М., Наука, 1987.
7. Эткинс П.Порядок и беспорядок в природе, М., Мир, 1987.
8. Лейзер Д. Создавая картину вселенной, М., Мир, 1988.
9. Астахов А.В. Курс физики, т. I, М., Наука, 1977.

10. Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики, т. II - III, М., Наука, 1983.

Литература, устанавливаемая кафедрой

(приводится в рабочей программе с включением доступной студентам литературы, изданной в вузе или вузах региона).

Авторы программы:

Струков Б.А. - профессор Московского государственного университета

Кандидов В.П. - профессор Московского государственного университета

Кашкаров П.К. - профессор Московского государственного университета

Рецензенты:

Борисов С.Ф. - профессор Уральского государственного университета

Сидоркин А.С. - профессор Воронежского государственного университета

Рудяк В.М. - профессор Тверского государственного университета