

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:

560000 Сельскохозяйственные науки

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.

Настоящая программа по дисциплине "Физика" предназначена для подготовки бакалавров в соответствии с требованиями, отраженными в государственных образовательных стандартах для указанных направлений. Она может быть использована также для направлений химического и биологического профилей. Особенность программы состоит в более фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения студентам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно-научного и развития соответствующего способа мышления.

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 повлечет за собой изменение соотношения между количеством лекций, семинаров и лабораторных занятий, изменение их характера и направленности.

На изучение всего курса отводится 300 часов трудоемкости (два или три семестра), включая самостоятельную работу студента.

В условиях интенсивного научно-технического прогресса и требования резкого повышения уровня естественно-научного образования населения России, максимальное внимание должно быть уделено изучению в высших учебных заведениях любого профиля дисциплин, составляющих фундамент современного учения об окружающем мире.

В этом смысле физика занимает особое положение. Именно на ее основе развиваются все направления техники. В недрах физики появились многие основополагающие идеи современной химии и биологии. На стыке физики и математики родилась кибернетика. Достижения физики последних десятилетий стимулировали появление новой междисциплинарной науки - синергетики. Изучение физики расширяет общий кругозор, развивает критический подход к анализу не только явлений в живой и неживой природе, но и закономерностей развития общества.

Современная физика как наука является важнейшим достижением общечеловеческой культуры в целом. Постоянное оперирование моделями при изучении физики вырабатывает способность к абстрактному мышлению, выделению в том или ином явлении главного, а широкое применение математического аппарата приучает к строгому научному методу. Современный специалист любого профиля встречается в своей практике с большим числом разнообразных механизмов, приборов и методов исследования. Понять принципы действия большинства из них невозможно без общефизической подготовки.

Курс физики должен строиться как последовательный единый курс, отражающий основные положения этой области науки. Недопустимо изучать только отдельные главы курса, применительно к интересам спецдисциплин. При сохранении общего единства изложения физики как науки профиль вуза необходимо учитывать с помощью некоторого перераспределения материала между отдельными разделами, а также выбором характерных примеров и приложений, иллюстрирующих действие физических законов в той или иной специфической области.

Особенности такого рода могут быть отражены, главным образом, на семинарских и лабораторных занятиях. Лекционный же курс перегружать конкретными приложениями нецелесообразно. При прохождении курса физики идеи классической и современной физики должны сочетаться. Недопустимо излишнее увлечение формализованным "теоремным" стилем изложения даже отдельных разделов физики, потому что физика по своему характеру является наукой экспериментальной. Из-за недостатка времени о понятиях, подробно рассмотренных в курсе физики средней школы, следует лишь напомнить. Главное внимание должно быть уделено изучению новых фундаментальных положений.

Там, где это возможно и оправданно, следует, однако, использовать достаточно экономный дедуктивный метод изложения. Возможна формулировка некоторых физических законов без их экспериментального обоснования, но с обязательным указанием круга применимости и основных следствий.

Изучение теоретических вопросов физики, которые в основном должны быть сосредоточены в лекционном курсе, следует дополнить работой студентов в физической лаборатории, на семинарах, самостоятельной работой, а также участием в кружках. При постановке лабораторных работ следует учитывать потребность иллюстрации основных физических законов и специфики вуза. Для этого в практикум необходимо вводить задачи, выполняя которые студенты могли бы представить себе области применения получаемых физических знаний в своей будущей работе и научиться проводить измерения, наиболее важные для будущей специальности. Надо обращать внимание студентов на возможности электрических измерений неэлектрических величин, оптических исследований и др. Если имеется возможность, целесообразно в описание лабораторных работ вводить разделы, рассказывающие о применении того или иного измерительного приема или физического явления в будущей практической деятельности. При оснащении практикума необходимо стремиться к использованию современного измерительного оборудования. Студенты должны ясно представлять устройства используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс физики, тем не менее, не должен быть оторван от других дисциплин. Наоборот, надо, где это возможно, обращать особое внимание на наличие междисциплинарных связей. История физики, как науки, дает много прекрасных примеров такого рода.

Введение в высшие учебные заведения системы бакалавриата, что подразумевает, прежде всего, значительное усиление акцента именно на общеобразовательную сторону всего обучения безотносительно к профилю направления, требует, разумеется, и заметной перестройки всего курса физики. Эта перестройка должна выражаться не только в усиленном внимании к основам физики как науки и выработанным в ней способам описания и изучения окружающего мира и причинно-следственных связей, но и к "наведению мостов" между физикой и другими областями человеческого знания вплоть до истории. Для подготовки бакалавров химико-биологического и сельскохозяйственных направлений особенно важным является изучение строения вещества на молекулярном уровне, а также вопросов неравновесной термодинамики, самоорганизации и роста и функционирования отдельных живых организмов и популяций. Необходимо также продемонстрировать "работу" открытых в физике законов познания и развития не только в химии и биологии, но и в более далеких сферах вплоть до некоторых общественных явлений. Это позволяет снять бытующие до сих пор и в некотором роде традиционные обвинения в известной оторванности курса физики от других дисциплин, изучаемых в конкретном вузе.

Изучение строения вещества в курсе физики должно подводить к пониманию строения и способов исследования крупных биомолекул, фундаментальных положений молекулярной биологии, генетического кода и т.д. Это сближает курс физики и курсы общей биологии и генетики.

Тесная связь курса физики со специальными техническими курсами очевидна и должна учитываться как при изучении физики, так и специальных дисциплин.

Ниже следуют некоторые разъяснения, которые являются важными для понимания того, какие чисто физические моменты, не выделявшиеся в прежних курсах физики, надо особенно отметить при прохождении того или иного раздела.

В теме "Кинематика" необходимо на ряде наглядных примеров (прямоугольные и косоугольные системы координат, полярные и сферические координаты, координаты центра масс, поворота и деформации сложной системы) показать многообразие используемых в физике систем координат, ввести понятие многомерности и показать как происходит переход от описания движения простейшего тела - материальной точки - к описанию поведения сложных систем. Элементы релятивистской кинематики надо вводить на ранних стадиях курса.

Важнейшей частью темы "Динамика" являются разбор уравнения движения в ньютоновской форме в декартовой системе координат и демонстрация его решения на ряде простых примеров: замедление движения материальных точек под действием сухого и вязкого трения, движение тела, брошенного под углом к горизонту, и т.д. Элементарных знаний по математическому анализу, которыми студенты обладают, для этого вполне достаточно. Рассмотрение этих вопросов является едва ли не единственной возможностью в данном курсе физики продемонстрировать предсказательную силу физических законов.

При формулировании закона сохранения импульса надо подчеркнуть, что этот закон является более общим, чем третий закон Ньютона, и выполняется, в частности, и в квантовой механике, где понятие силы теряет свой смысл. Следует также обратить внимание на то, что введение новой физической величины - импульса - позволяет записать дифференциальные уравнения движения как для малых, так и для больших скоростей в единой форме, отметить также ряд других важных особенностей. Введя понятие потенциальной функции, надо подчеркнуть, что эта функция используется не только в классической (ньютоновской) механике, но и в квантовой. Полезно проанализировать ряд примеров нахождения областей устойчивого и неустойчивого равновесий.

При изучении темы "Элементы теории относительности" необходимо вывести формулы для изменения отрезков времени и длины при переходе от одной системы координат к другой, что может быть сделано без использования преобразований Лоренца. Это позволяет продемонстрировать тот факт, что эти соотношения являются прямым следствием постулата о постоянстве скорости света в разных инерциальных системах. Тогда другие формулы можно при недостатке времени сообщить без доказательства: студенты уже будут подготовлены к тому, что в релятивистской области можно ожидать всяких неожиданностей. Очень полезно, опираясь на понятие релятивистского импульса и пользуясь соответствующим уравнением движения, показать, что при бесконечно длительном воздействии постоянной силы релятивистская скорость будет стремиться к скорости света, а не к бесконечности, как должно было бы быть в ньютоновской механике. На наглядном примере плоского двумерного мира надо показать, что переход от покоя к равномерному движению математически сводится к повороту системы координат, что и указывает путь получения преобразований Лоренца, которые после этого могут быть сообщены без вывода. Особое внимание следует уделить пониманию массы и значению формулы Эйнштейна о связи энергии и массы как универсального закона, лежащего в основе не только ядерной, но и обычной энергетики.

При изучении раздела "Колебания и волны" надо подчеркнуть распространенность этого вида движения в живой природе, приведя достаточное число примеров (частота шага человека, животного и т.д.). Надо подчеркнуть, что в бегущих волнах мы встречаемся с особым видом движения - движением энергии, при котором передача энергии совершается без переноса массы, как это имеет место в динамике точек и тел. Целесообразно при рассмотрении бегущих волн показать, как можно ввести понятие квазичастицы. Это в дальнейшем даст возможность опираться на некоторую наглядную

аналогию при изучении особенностей поведения микрочастиц. В этом же разделе полезно указать и на аналогию (в смысле квантования) в поведении стоячих волн и микрочастиц

В разделе "Элементы термодинамики" следует уделить особое внимание термодинамике открытых систем, что является принципиально важным для понимания жизнедеятельности живых организмов и их взаимоотношения с окружающей средой. Здесь надо достаточно подробно остановиться на сфере применимости второго начала термодинамики к живым организмам, на теореме Пригожина, на естественном внедрении физических взглядов в биологию.

За основу изложения раздела "Электрические и магнитные явления" надо взять интегральные уравнения Максвелла для вакуума. Однако не следует прибегать сразу к их постулированию, а затем к рассмотрению следствий. Целесообразно вывести формулу Гаусса, опираясь на закон Кулона для взаимодействия точечных зарядов. После этого можно отметить, что формула Гаусса является более общей, так как сохраняется и в динамике. Непосредственно как результат опытов Фарадея можно ввести и уравнение о циркуляции вектора напряженности магнитного поля и др. Практика показывает, что после этого постулирование даже полной системы уравнений Максвелла уже не вызывает затруднений для восприятия их студентами. Появление магнитного поля следует рассматривать с релятивистской точки зрения.

Основное внимание в теме "Электродинамика" следует уделить изучению эффектов, связанных с движением зарядов и переменными электрическими токами. Эти эффекты надо продемонстрировать на достаточно большом числе примеров. Завершается тема доказательством возможности существования электромагнитного поля как самостоятельной субстанции и после отключения токов и исчезновения зарядов. Несколько большие затруднения в восприятии вызывает показ волновой структуры электромагнитного поля, поэтому соответствующий вывод можно дать без доказательства.

Последняя часть раздела "Электрические и магнитные явления" является непосредственным введением к разделу "Электромагнитное излучение и оптика". В этой части курса можно несколько сократить описание многочисленных классических опытов по интерференции света, отметив, однако, общность их принципов, и выделив за счет этого время для качественного описания способов построения голографических объемных изображений и принципов фурье-спектроскопии, т.к. фурье-спектрометры начинают вытеснять обычные.

При рассмотрении дифракционной решетки необходимо ввести понятие об обратных дифракционных задачах, т.е. о восстановлении параметров решетки по наблюдаемой дифракционной картине. На примере скрещенных решеток (двумерная дифракционная решетка) можно легко объяснить принципы дифракционного рентгеноструктурного анализа. В заключение можно дать краткое описание рентгеноструктурного анализа обычных кристаллов и биологических объектов.

В связи с бурным исследованием оптических нелинейных эффектов целесообразно ввести само понятие о них и указать их практическое использование.

Важнейшим разделом курса является раздел "Элементы учения о строении вещества". В этом разделе после изложения экспериментальных фактов, приводящих к необходимости введения волнового описания поведения микрочастиц, и некоторых основных принципов следует подробно рассмотреть решение задачи о частице в одномерном потенциальном

ящике на основе стационарного уравнения Шредингера. Опираясь на решение этой задачи, далее обсуждаются условия возможности наблюдения квантовых явлений. Решение задачи о двумерном ящике позволяет не только ввести важное понятие о вырождении, но и показать появление направленных волновых функций (аналог р-орбиталей). В сочетании с принципом Паули это дает возможность объяснить появление пространственных форм молекул. Формулу для уровней энергии в атоме водорода надо дать без доказательства, так как вывод ее на основе уравнения Шредингера сложен, а на основе квантованных орбиталей имеет лишь чисто исторический интерес.

Результаты решения задачи об одномерном потенциальном ящике позволяют, опираясь на "металлическую" модель молекулы, получить вывод о спектральном различии сигма- и пи-электронов и объяснить появление цветности вещества эффектом сопряжения химических связей.

В связи с появлением лазерной техники необходимым является подчеркнуть понятия о нормально и инверсно заселенных средах, об усилении света при прохождении его через инверсно заселенную среду и о принципах действия оптических квантовых генераторов.

В разделе о закономерностях развития важнейшим является вопрос о способных к разрастанию флуктуациях и о закономерностях в их поведении при наличии взаимодействий. Крайне важным, поэтому, является рассмотрение задачи о "хищниках и жертвах" при разных условиях взаимодействия их и внешней среды (задача Лоттке-Вольтерра).

Изложение главы об общности некоторых фундаментальных выводов физики оставляет, вообще говоря, большой простор для творчества преподавателей. Главным при этом является демонстрация применимости и плодотворности некоторых фундаментальных идей физики в других областях человеческого знания.

Вообще при изложении всего курса именно в связи с упором на его общеобразовательное значение надо стремиться везде, где это возможно, приводить примеры "работы" физических моделей, подходов и законов при объяснении явлений, выходящих за рамки традиционной физики. Химия и биология представляют в этом смысле особые возможности. Надо постараться, чтобы студент научился видеть физику "вокруг нас".

Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу лишь при условии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям. Одной из таких форм являются сопровождаемые демонстрациями натуральных и компьютерных экспериментов практические занятия, на которые следует выносить некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач.

Проблемные задачи и вопросы должны развивать и существенно дополнять те вопросы курса, о которых шла речь выше. Поэтому разбор проблемы на семинаре по возможности следует начинать с демонстрации явления, затем ставить задачу, связывать ее с ключевыми вопросами курса, изложенными на лекциях, обсуждать подходящую физическую модель явления, получать для нее следствие из теории и проверять на практике точность теоретических предсказаний параметров наблюдаемого явления. Такая форма занятий позволяет освободить некоторое время на лекциях, чтобы сосредоточить свое внимание на обсуждении ключевых вопросов программы. На подобные занятия могут быть вынесены, например, такие вопросы динамики, как конкретные примеры составления и решения уравнений движения для материальной точки и твердого тела,

явление невесомости в спутниках, потенциальная яма и равновесие механической системы, устойчивость вращения тел вокруг главных осей инерции, гироскопы, примеры резонансных явлений в живых организмах, передача энергии в системе связанных осцилляторов и т.д.

В рамках лабораторного практикума целесообразно использовать умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. Даже на программируемых калькуляторах легко выполняется нахождение дисперсий рядов наблюдаемых величин, определение параметров эмпирических закономерностей по методу наименьших квадратов и другие трудоемкие вычисления, которые невозможно выполнить вручную. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

В вузах заочной формы обучения и с сокращенным числом часов, отводимых на курс физики, допустимо по усмотрению кафедры с учетом специфики вуза, исключение отдельных тем настоящей программы, но при обязательном сохранении единства и логической стройности всего курса.

В результате изучения курса физики студент должен знать основные физические законы и их следствия, физические принципы исследования химических, биологических и сельскохозяйственных объектов и измерения отдельных их характеристик, уметь создавать и анализировать на основе этих законов теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов.

На самостоятельную работу студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка.

В тех случаях, когда это предусмотрено учебным планом, в качестве самостоятельной работы эффективной формой является написание одного-двух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

Содержание курса

Введение.

Предмет физики. Метод познания в физике. Эксперименты и теории. Роль математики. Физические законы. Понятие факта в физике. Модели. Прямые и обратные задачи физики. Размерности физических величин.

Кинематика.

Движение как главная форма существования материи. Пространство и время. Способы описания состояния тела и системы тел. Системы отсчета и координат. Роль и принципы выбора систем координат. Степени свободы, инвариантные свойства числа степеней

свободы. Трехмерное и многомерное пространства. Материальная точка и распространение этой модели на многомерный случай. Траектория и мировая линия, их свойства. Скорость и ускорение как производные. Поступательное и вращательное движения как основные виды движений. Угловые скорость и ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения. Скорость и ускорение в многомерном пространстве. Инерциальные системы и равноправность покоя и равномерного прямолинейного движения. Постулат о постоянстве скорости света в вакууме. Преобразование интервалов времени и длины при больших скоростях относительных движений инерциальных систем. Парадокс близнецов. Преобразования Лоренца и релятивистское сложение скоростей. Интервал между событиями и его инвариантность.

Динамика.

Сила и масса, суперпозиция сил. Первый и второй законы Ньютона. Уравнения движения, роль начальных условий, принцип детерминизма. Примеры решения уравнений движения. Движение тел в поле сил тяготения, явление невесомости в спутниках. Динамика следящих систем, объяснение прямохождения человека. Импульс, закон сохранения импульса для механической системы, третий закон Ньютона. Взаимодействие тел через поле. Общая формулировка закона сохранения импульса. Кинетическая энергия материальной точки, связь ее с компонентами вектора импульса. Работа и потенциальная энергия. Работа перемещения материальной точки по криволинейному пути. Потенциальные силы, введение понятия потенциала для взаимодействующих тел. Потенциальная функция, потенциальная поверхность. Связь компонент силы и потенциальной функции. Потенциальная яма и условие устойчивого равновесия. Невозможность равновесия системы взаимодействующих статических точечных электрических зарядов. Принцип плотнейшей упаковки и объяснение пространственных форм кристаллов. Конформационный анализ молекул. Момент силы. Динамика вращения точки и тела вокруг постоянной оси, понятие о моменте инерции материальной точки и тела. Уравнение движения вращающегося вокруг неподвижной оси тела. Момент импульса, связь его компонент с кинетической энергией вращения. Изменение момента инерции тела при переносе оси вращения. Главные моменты инерции и устойчивость вращения тел. Закон сохранения момента импульса тела и системы тел. Особенности конструкции вертолетов. Гироскопы и их применение. Центр масс и уравнение его движения. Разделение поступательных и вращательных движений твердого тела. Пара сил. Система уравнений для движения твердого тела и его кинетическая энергия. Закон сохранения энергии и его связь с равномерностью течения времени. Движение систем со многими степенями свободы. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа. Принцип наименьшего действия.

Динамика больших скоростей.

Принцип относительности в физике. Релятивистский импульс. Преобразование энергии-импульса. Масса и ее связь с энергией покоя. Масса сложной системы и ее связь с энергией взаимодействия частей. Неаддитивность массы. Дефект массы и энергетика. Кинетическая энергия в релятивистской механике. Уравнение движения материальной точки в релятивистской механике. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Скорость света как предельная скорость. Частицы с нулевой массой покоя. Принцип эквивалентности и теория происхождения сил всемирного тяготения.

Колебания и волны.

Колебания как частный случай движения, условия появления колебаний. Уравнение движения пружинного маятника и его решение. Гармоническое колебание и его характеристики. Уравнение движения физического маятника и его решение, математический маятник. Энергия гармонических колебаний. Вынужденные колебания и явление резонанса. Резонанс как проявление бифуркации. Автоколебания. Примеры проявления резонансных и автоколебательных явлений в живых организмах и технике. Резонансная передача энергии в системе одинаковых связанных маятников. Волны в упругих средах, линейные, поверхностные и объемные волны, поперечные и продольные волны, фронт волны, плоские и сферические волны. Аналитическая запись бегущей волны. Волновое уравнение. Перенос энергии бегущей волной. Сложение колебаний и волн. Когерентные источники волн. Интерференция волн от точечных когерентных источников. Условия появления максимумов и минимумов. Сложение круговых и сферических волн. Построение фронта волны по принципу Гюйгенса, поведение фронта волны в неоднородной среде. Отражение и преломление волн. Принцип Ферма. Вывод закона преломления волн на границе двух сред на основе принципа Ферма. Принцип Ферма как частный случай общего принципа минимакса. Появление отраженных волн в неоднородных средах, сложение встречных волн и образование стоячих волн. Переходное состояние и время релаксации. Связь длин стоячих волн с размерами среды, дискретность длин стоячих волн. Квантование. Управление звучанием музыкальных инструментов.

Элементы статистической и молекулярной физики.

Микроскопические и макроскопические явления. Идеальный газ как статистическая система многих частиц. Давление, объем и температура газа как обобщенные характеристики состояния газа. Равновесные и неравновесные состояния газа. Обратимые и необратимые процессы. Диаграмма давление-объем. Экспериментальные газовые законы, обобщенный газовый закон (уравнение состояния идеального газа). Вывод уравнения состояния идеального газа на основе кинетических представлений. Физический смысл понятия термодинамической температуры. Распределение энергии по степеням свободы. Распределения Максвелла и Больцмана, барометрическая формула. Неравновесные процессы. Диффузия, диффузия через мембраны, осмос, осмотическое давление и его роль в жизнедеятельности растений. Теплопередача. Внутреннее трение. Выражение неравновесных процессов через обобщенные термодинамические силы. Соотношение взаимности Онсагера. Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса, критическая точка, реальные изотермы, сжижение газов. Флуктуации и самоорганизация при фазовом переходе газ-жидкость. Жидкости, поверхностное натяжение в жидкостях, охлаждение жидкости при испарении, терморегуляция растений и животных. Смачивающие и несмачивающие жидкости. Капиллярные явления, формула Лапласа.

Элементы термодинамики.

Первое начало термодинамики, изопроцессы, адиабатический процесс, охлаждение газов при адиабатическом расширении и получение низких температур. Уравнение Пуассона и его вывод. Классическая теория теплоемкостей, причины отклонения реальных теплоемкостей как функции температуры от результатов классической теории. Работа идеального газа в различных процессах. Обратимые и необратимые циклы. Тепловые машины и цикл Карно, второе начало термодинамики. Компрессионные холодильники и тепловые насосы. Энтропия как термодинамический потенциал. Формула для энтропии идеального газа. Теорема Карно и обобщение понятия энтропии как термодинамического потенциала. Связь энтропии с микросостояниями идеального газа. Статистическое толкование энтропии. Энтропия и степень вырождения системы. Формула Больцмана. Энтропия и информация. Возрастание энтропии при необратимых процессах на примере

выравнивания температуры двух находящихся в контакте нагретых тел и при выравнивании давлений в двух частях сосуда с газом. Первое и второе начала термодинамики и живые организмы. Понятие о термодинамике необратимых процессов и открытых систем. Энтропия в системе организм-окружающая среда. Производство энтропии в неравновесной среде и теорема Пригожина.

Электрические и магнитные явления.

Понятие о полях, поля скалярные и векторные. Характеристики векторных полей: напряженность, поток, циркуляция, силовые линии векторного поля. Суперпозиция полей, заряды, закон сохранения зарядов.

Взаимодействие неподвижных и движущихся зарядов, Физический смысл магнитного поля. Поле точечного заряда (закон Кулона) и системы зарядов. Поле диполя. Электростатическое поле молекулы и химические реакции. Интегральная форма закона Кулона, теорема Гаусса (первое уравнение Максвелла). Вывод формул для напряженности электростатических полей заряженного прямого провода, плоскости, конденсатора. Работа перемещения заряда в электростатическом поле, понятие потенциала. Второе уравнение Максвелла для электростатики в интегральной форме. Электрическая емкость одного проводника и двух проводников, конденсаторы, работа по зарядке конденсаторов. Энергия электростатического поля. Изменение напряженности электрического поля при введении диэлектрика, поляризуемость диэлектрика, диэлектрическая проницаемость. Изменение диэлектрической проницаемости при химических реакциях и использование этого эффекта. Электрическое поле в проводниках. Понятие о токе проводимости, вектор тока и сила тока, дифференциальная форма закона Ома. Первое правило Кирхгофа. Причина появления электрического тока в проводнике, физический смысл понятия сторонних электрических сил. Вывод закона Ома для всей цепи. Второе правило Кирхгофа. Магнитное поле прямого тока, объяснение его появления на основании релятивистских представлений. Интегральные уравнения Максвелла для постоянных магнитных полей. Примеры вычисления напряженностей магнитостатических полей. Закон Био-Савара-Лапласа. Взаимодействие полей и зарядов (токов). Формула Лоренца для силы, действующей на заряд со стороны электрического и магнитного полей. Принцип действия масс-спектрометров и их применения в химии. Индукционные явления, трансформаторы, физические принципы их действия. Экстратоки. Полная система интегральных уравнений Максвелла. Смысл членов системы уравнений Максвелла, описывающих явления, связанные с изменениями электрических и магнитных величин во времени. Взаимосвязь электрических и магнитных переменных полей, электромагнитное поле и излучение. Поля движущихся зарядов. Излучение электромагнитного поля неравномерно движущимся зарядом. "Парадокс" атома.

Электромагнитное излучение и оптика.

Свободное электромагнитное поле и его существование в виде электромагнитной волны. Поперечность электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн и способы ее измерения. Шкала электромагнитных волн. Способы генерации и использование в науке и технике волн различных частот.

Явления, описываемые волновой теорией света. Интерференция света, условия появления статической интерференционной картины, интерференция при разделении фронта волны, просветление оптики, интерферометры и их использование. Фурье-спектрометры. Понятие о голографии. Дифракция, дифракция на щели. Фокусировка электромагнитных волн и связь размера дифракционного пятна с размерами рефлекторов. Особенности

организации радиолокационной службы. Условия перехода от волновой оптики к геометрической. Зоны Френеля, зонная пластинка Френеля как фокусирующий элемент. Дифракционная решетка как диспергирующая система. Анализ состава света по длинам волн. Рентгеновская дифракция, понятие об обратных дифракционных задачах, рентгеноструктурный анализ и его особенности применительно к биологическим объектам. Пространственная структура ДНК и РНК. Дифракционный предел разрешающей способности оптических приборов.

Свет и вещество, понятие о вторичных волнах, разделение энергии на границе раздела фаз, резонансный характер взаимодействия света и вещества. Дисперсия, классическое объяснение зависимости коэффициента преломления света от длины волны падающего света. Явление двойного лучепреломления, поляризация света кристаллами. Поляризованный свет, оптическая активность, сахарометрия, использование явления вращения плоскости поляризации в молекулярной биологии. Фотоэффект и квантовая природа света. Круг явлений, объяснимых с квантовой точки зрения, микроскопическое и макроскопическое в оптике. Двойственность природы света. Законы поглощения света, понятие о нелинейных эффектах. Основные элементы конструкции спектрофотометров. Законы освещенности, зависимость освещенности от вида осветителей.

Элементы учения о строении вещества.

Особенности поведения микрочастиц. Принципы описания поведения микрочастиц, волновая функция, соотношение неопределенностей, волна де Бройля. Постулаты Бора. Уравнение Шредингера (временное и стационарное), физический смысл входящих в него членов. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы в одномерном потенциальном ящике и частицы на окружности. Условия появления квантовых явлений. Влияние массы и области локализации частиц. Двумерная потенциальная яма, вырождение квантовых состояний и снятие вырождения. Потенциальная яма конечной глубины и влияние ее глубины и ширины на уровни энергии частицы. Возможность локализации частицы в пространстве. Туннельный эффект. Заполнение уровней и принцип Паули, полная энергия совокупности электронов в квантовой системе. Уровни энергии в атоме водорода, переходы между уровнями. Индивидуальность спектров атомов и эмиссионный спектральный анализ. Металлическая модель молекулы и объяснение корреляции цветности вещества и эффекта сопряжения химических связей в молекулах. Нормальная и инверсная заселенность квантовых состояний. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения. Коэффициенты Эйнштейна. Формула Планка. Усиление света при прохождении через инверсно заселенную среду. Понятие о лазерах.

Физическая природа химической связи. Электронное строение многоэлектронных атомов, гибридизация, объяснение причин появления пространственных форм молекул. Принцип максимального перекрывания. Внутреннее вращение в молекулах и его роль в биохимических реакциях. Движение частиц в многоатомных молекулах и виды молекулярной спектроскопии. Симметрия молекул и появление правил отбора.

Фотохимические реакции и особенности потенциальных поверхностей основных и возбужденных электронных состояний в молекулах. Распад молекул при фотовозбуждениях. Физическая природа фотосинтеза. Транспорт энергии при фотосинтезе. Зонная структура электронных состояний кристаллов. Заполненные и незаполненные зоны. Уровень Ферми. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Особенность проводимости в полупроводниках.

Систематика элементарных частиц. Законы взаимопревращений частиц, ядерные реакции, дефект массы. Строение ядер, ядерные силы, устойчивые и неустойчивые ядра, естественная и искусственная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Принципы радиоактивного анализа. "Меченные" атомы в биологии. Пути использования ядерной энергии.

Закономерности развития.

Понятие об эволюции в физике, биологии и других науках. Противоположность направленностей этих эволюционных процессов. Пути преодоления противоречия.

Время в классическом мире. Роль периодических и непериодических природных процессов в формировании понятия времени. Инвариантность простейших физических законов относительно смены знака времени. Неравновесные процессы в сложных системах и появление стрелы времени. Роль случайных факторов в формировании стрелы времени. Флуктуации, появление самоорганизации в открытых системах и перерастание флуктуаций в макроскопический эффект. Роль бифуркаций. Поведение энтропии в открытых системах. Развитие в связанных подсистемах, "хищники и жертвы". Периодические химические реакции и биоритмы. Флуктуации в длинноцепочечных молекулах и образование циклических и клубковых структур. Закономерности формирования белковых молекул. Значение квазикристаллической структуры воды для существования биохимических процессов. Круговорот вещества в природе. Смерть как необходимое условие длительного существования и воспроизводства биологической жизни.

Дополнительность, соответствие, прогноз.

Общность фундаментальных выводов физики.

Принцип дополнительности и его всеобщность. Использование моделей явлений и объектов в процессе познания как следствие принципа дополнительности. Обратные задачи, субъективный фактор при их решении. Ограниченность принципа доказательности в науке. Принцип соответствия, наблюдаемые и ненаблюдаемые величины в физике. Требования к формированию физических теорий. Расширенное понимание принципа детерминизма. Случайное и закономерное в природе и пределы применимости научного прогноза. Научный прогноз в науке об обществе. Законы физики и законы истории: флуктуации в истории, деградация замкнутых обществ. Физика и кибернетика. Следящие системы и управление. Особенности эволюционных и революционных стадий в развитии общества.

Примерный перечень тем лабораторных и практических занятий.

1. Методы обработки результатов измерений (теория ошибок, понятие о методе наименьших квадратов, простейшие обратные задачи).
2. Измерение положения тел в пространстве.
3. Измерение скоростей и ускорений при движении тел.
4. Измерение массы тел.

5. Изучение закономерностей поступательных и вращательных движений с помощью основанных на решениях уравнений движения компьютерных игр.
6. Исследование вращений твердых тел и их устойчивости.
7. Исследование колебательных движений.
8. Изучение явлений диффузии как явления переноса и направленного нестационарного процесса.
9. Изучение закона нарастания энтропии в нестационарном процессе с помощью компьютерного моделирования.
10. Измерение напряженности магнитного поля (в частности, поля Земли).
11. Моделирование электростатических полей сложных систем зарядов.
12. Изучение осциллографа и законов движения зарядов под действием электрического и магнитного полей.
13. Изучение интерференции и дифракции с применением лазеров.
14. Изучение спектров излучения и поглощения, конструкция спектрофотометров и принципы спектрального анализа.
15. Обратные задачи дифракции: определение параметров дифракционной решетки и скрещенных решеток.
16. Регистрация радиоактивных частиц.
17. Изучение закономерностей развития в связанной системе "хищники и жертвы".

Примерный перечень тем семинарских занятий.

1. Обобщенные координаты, скорости и ускорения. Релятивистские преобразования размеров и форм тел и скоростей, в частности их компонент по осям координат.
2. Решение ряда уравнений движения на примере конкретных демонстраций.
3. Вращательные движения точки и твердого тела.
4. Законы сохранения в механике.
5. Колебания и волны, интерференция, примеры вычисления хода волны в неоднородной среде.
6. Равновесные и неравновесные процессы в сложных статистических системах, возможность введения понятия обобщенных термодинамических сил.
7. Энтропия и ее поведение в разных процессах. Проверка закона возрастания энтропии и установления термодинамического равновесия на математической модели. Производство энтропии в неравновесной среде.

8. Вычисление характеристик статических электрических и магнитных полей с помощью интегральных уравнений Максвелла.
9. Явления электромагнитной индукции. Трансформатор и вывод его формулы.
10. Прямые и обратные задачи дифракции. Моделирование процесса рентгеноструктурного анализа.
11. Понятие о фурье- преобразовании и фурье- спектрометрах.
12. Взаимодействие света и вещества. Дисперсия и поглощение света. Количественный анализ вещества по спектрам поглощения.
13. Стационарное уравнение Шредингера и простейшие одномерные задачи. "Металлическая модель" молекулы с сопряженными связями. Разделение электронных и ядерных движений в молекулах.
14. Симметрия молекул и кристаллов. Электрические свойства симметричных объектов.
15. Бифуркационные процессы. Связанные подсистемы. "Хищники и жертвы". Самоорганизация в открытых системах.
16. Следящие системы и общественные процессы.

В качестве курсов по выбору рекомендуются следующие:

1. Основы биофизики и математического моделирования природных процессов (один семестр, 130 часов).
2. Физические основы общей экологии (один семестр, 130 часов).
3. Введение в агрофизику (один семестр, 130 часов).
4. Физические приборы и средства измерений в биологических, агрофизических и агрохимических лабораториях (один семестр, 130 часов).

Список литературы составлен с учетом программы и доступного студентам уровня сложности материала. Углубленное изучение отдельных вопросов возможно при использовании указанной в программе дополнительной литературы. Кафедры свободны в выборе других учебных пособий с учетом специфики вуза.

На основании Примерной программы составляется Рабочая с учетом акцентов, диктуемых профессиональной ориентацией студентов, возможностей кафедры и числом часов, отводимых в данном вузе на курс физики. В Рабочей программе при всех условиях должны быть сохранены ключевые разделы, предусмотренные стандартом.

Литература

Основная.

1. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И. Основы физики, М.: ВШ, 1995 г.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б. Курс физики, т. 1-3, М.: ВШ, 1979г.
3. Орир Дж. Физика, М.: Мир, 1981г.
4. Ремизов А.Н. Курс физики для мединститутков, т.1,2 М.: ВШ, 1976г.
5. Пригожин И. От существующего к возникающему, М.: Наука, 1985г.
6. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе, М.: Мир, 1987г.
7. Кемпфер Ф. Путь в современную физику, М.: Мир, 1972г.
8. Григорьев В.И., Мякишев Г.Я. Силы в природе, М.: Наука, Главн. ред. ф.м.л., 1988г.
9. Бейзер А. Основные представления современной физики, М.: Атомиздат, 1973г.
10. Тарасов Л. Этот удивительно симметричный мир, М.: Просвещение, 1982г.

Дополнительная.

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. М.: Наука, Главн. ред. ф.м.л., т. 1 - 5 (последнее переиздание).
2. Берклеевский курс физики. М.:Наука, Главн. ред. ф.м.л., 1971г.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т. 1 - 9. М.: Наука, Главн. ред. ф.м.л., 1967г.
4. Попов Е.М. Естествознание и проблемы белка, М.: ВШ, 1989г.
5. Белов Д.В. Механика. М., Изд. Физического ф-та МГУ им.М.В.Ломоносова, 1998.
6. Белов Д.В. Электромагнетизм и волновая оптика. М., Изд. Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, 1994.

Литература, рекомендуемая кафедрой

Устанавливается кафедрой с учетом специфики ВУЗа.

Авторы программы:

Л.А.Грибов Заслуженный деятель науки РФ, академик РАЕН, доктор физ.-мат. наук, профессор. Зав. кафедрой физики Московской с.-х. Академии (МСХА)

В.И.Баранов Член-кор. РАЕН, доктор физ.-мат. наук, профессор. Каф. физики МСХА.

В.А.Дементьев Доктор физ.-мат. наук, профессор. Каф. физики МСХА.

Н.И.Прокофьева Профессор. Зав. кафедрой физики Московского государственного строительного университета.

Научный редактор:

Л.А.Грибов.

Рецензент:

А.Д.Гладун. Доктор физ.-мат. наук, профессор. Зав. кафедрой физики Технического университета "Станкин".