



Титульный лист методических
рекомендаций и указаний, методических
рекомендаций, методических указаний

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Кафедра физики и приборостроения

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

по дисциплине **Основы естественнонаучных дисциплин (физика)**

для студентов специальности 5В012000 «Профессиональное обучение»

Павлодар



Лист утверждения методических
рекомендаций и указаний, методических
рекомендаций, методических указаний

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/41

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

(подпись) (Ф.И.О.)
«___» _____ 20__ г.

Составитель: _____ д.п.н., доцент П

Кафедра Профессионально

Методические рекомендации по изучению дисциплины

по дисциплине «Основы естественнонаучных дисциплин (физика)»
для студентов специальности 5В012000 «Профессиональное обучение»

Рекомендовано на заседании кафедры

«___» _____ 201__ г., протокол №__

Заведующий кафедрой _____ Алинова М.Ш. «___» _____ 201__ г

Одобрено УМС _АСФ

«___» _____ 201__ г., протокол №__

Председатель УМС _____ Жукенова Г.А. «___» _____ 201__ г

ОДОБРЕНО ОПиМОУП:

Начальник УМО _____ Жуманкулова Е.Н. «___» _____ 201__ г

Одобрена учебно-методическим советом университета

«___» _____ 20__ г. Протокол №__

Введение

Настоящие рекомендации предусматривают некоторые изменения в отборе материала и порядке его изложения по сравнению с типовой программой без нарушения ее основного замысла по созданию цельного и гармоничного курса физики и без снижения уровня его изложения.

Контроль текущей работы студентов над курсом физики осуществляется путем проведения - контрольных работ, коллоквиумов и защит лабораторных работ, а также выполнения студентами курсовых работ или типовых расчетов.

Второй основной задачей физики является углубленная подготовка студентов по физике, осуществляемая по специализированной программе и учитывающая потребности конкретных технических специальностей. Для этого во вузах вводятся обязательные специальные курсы физики, которые читаются после прохождения общего курса физики и имеют объем порядка 1-2 кредита. В пределах этих часов по усмотрению кафедры могут быть производиться специальные лабораторные и практические занятия. Программы таких спецкурсов разрабатываются кафедрой физики по согласованию с выпускающими кафедрами.

Если в учебном плане факультета кроме общего курса физики предусмотрено также прохождение спецкурса физики, то учебный материал спецкурса может быть полностью исключен из основного курса физики. В таком согласовании программ основного и специального курсов заключен значительный резерв времени, который кафедра физики должна использовать в интересах изложения основного курса. Если спецкурс по физике не предусмотрен, то учет в курсе физики особенностей подготовки инженеров различных специальностей может быть осуществлен путем соответствующего выбора работ лабораторного практикума и задач, рассматриваемых на практических занятиях.

В лекционном курсе специализацию студентов следует учитывать, рассматривая примеры практических приложений физики и физических методов и соответствующих областях техники.

Во вступительной лекции необходимо остановиться на предмете физики и методах физических исследований. Следует подчеркнуть, что физика является фундаментальной естественной наукой о закономерностях простейших и в то же время наиболее общих формах движения материи. Главная задача этой лекции заключается в том, чтобы показать студентам ведущую роль современной физики среди естественных наук, ее место и значение в развитии техники. При этом необходимо подчеркнуть очень большую мировоззренческую функцию физики.

1. Методические рекомендации к изучению физических основ классической механики

В современной физике основные понятия классической механики не утратили своего значения, а получили лишь дальнейшее развитие, обогатились и критическую оценку, с точки зрения пределов их применимостиTM. При изложении физических основ механики следует избегать абстрактности механических представлений, максимально сближая теорию с реальными физическими явлениями и конкретной природой действующих сил. Ясная физическая и философская интерпретация представлений классической механики по сравнению с современной физикой должна явиться основным руководящим началом при изучении этого раздела программы курса физики.

В начале изложения кинематики точки и поступательного движения твердого тела следует остановиться на тех представлениях и их свойствах пространства и времени, которые лежат в основе классической (ньютоновской) механики. В классической механике пространство и время рассматриваются как формы существования материи в отрыве друг от друга и от движения материальных тел. Ньютон полагал, что тела и их движение не влияют ни на ход времени, одинаковый во всех инерциальных системах отсчета, ни на свойства пространства, описываемые геометрией Евклида. В ньютоновской механике признается возможность мгновенной передачи взаимодействий между телами.

При изложении кинематики необходимо использовать математический аппарат векторной алгебры и дифференциального исчисления. Следует получить выражение для касательной и нормальной составляющих ускорения материальной точки при криволинейном движении и ввести понятие о радиусе кривизны траектории (на примере плоской траектории).

Изложение динамики материальной точки и поступательного движения твердого тела должно быть развитием и углублением соответствующего раздела курса физики средней школы. Внимание нужно сосредоточить на таких вопросах, как закон движения центра масс механической системы, закон сохранения импульса и условия сохранения проекции импульса на ось. Работа силы, ее выражение через криволинейный интеграл как условие независимости работы от формы траектории, связь кинетической энергии механической системы с работой сил, приложенных к этой системе. Особенно тщательно и неторопливо следует излагать вопросы о поле как форме материи, осуществляющей взаимодействие между частицами вещества или телами, о потенциальной энергии материальной точки во внешнем поле (в частности, нужно рассмотреть энергию в поле центральных сил) и потенциальной энергии механической системы, о законе сохранения механической энергии.

Кинематические характеристики вращательного движения твердого тела и их связь с линейными характеристиками целесообразно рассматривать непосредственно перед динамикой вращательного движения. Имеет смысл ввести понятие о моменте силы и моменте импульса.

Законы сохранения импульса, момента импульса и механической энергии обычно выводят, основываясь на законах Ньютона. Поэтому очень важно обратить внимание студентов на то, что и отличие от законов Ньютона и построенной на них классической механики, имеющих ограниченные области применимости, законы сохранения являются универсальными законами, которые отражают фундаментальные свойства симметрии пространства и времени. Для иллюстрации универсальности законов сохранения и эффективности их использования при решении реальных физических задач можно применить эти законы к расчету удара двух тел.

При изучении темы о неинерциальных системах отсчета и силах инерции нужно обратить внимание студентов на то, что два основных положения ньютоновской механики, согласно которым ускорение всегда вызывается силой, а сила всегда обусловлена взаимодействием между телами, не выполняются одновременно в системах отсчета, движущихся с ускорением.

Раздел, посвященный механике жидкостей, может быть по усмотрению кафедры сокращен или даже опущен, если в учебном плане втуза предусмотрены специальные курсы гидромеханики или аэродинамики. При изложении этого раздела жидкости и газы нужно трактовать, как сплошные среды, не прибегая к молекулярно-кинетическим представлениям. Важно подчеркнуть возможность применения к движущейся жидкости законов сохранения. Для вывода формул Стокса и Пуазейля целесообразно использовать методы теории размерностей.

2. Методические рекомендации к изучению элементов специальной теории относительности

При изложении специальной теории относительности после рассмотрения классической механики нет смысла подробно останавливаться на опытах, игравших существенную **роль** в становлении этой теории, ибо они относятся к области оптических явлений. Соответственно нет надобности рассматривать гипотезы об упругости и электромагнитном эфире. Однако необходимо подчеркнуть, поименно опыт показал, что скорость света в вакуум не зависит от движения источника света и одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Следует обратить внимание студентов на противоречие постулатов Эйнштейна классическим представлением о свойствах пространства и времени, отраженным и преобразованием Галилея, и на необходимость пересмотра этих представлений. Предполагается, что лектор выводит преобразование Лоренца, основываясь на постулатах специальной теории относительности, а затем проводит анализ условий перехода этого преобразования и классическое преобразование Галилея (принцип соответствия) и обсуждает вопрос о предельном характере скорости света в вакууме.

С помощью преобразования Лоренца **нужно** показать относительность одновременности, длин и промежутков времени и в то же время инвариантность интервала между двумя событиями, свидетельствующую о том, что пространство и время органически связаны. Целесообразно обсудить

парадокс часов и вопрос о неограниченных возможностях проникновения людей в космическое пространство. Несмотря на то, что скорости космического корабля ограничена значением скорости света в вакууме.

При изложении элементов релятивистской динамики следует обратить внимание студентов на следующую из опыта справедливость законы сохранения, и взаимосвязь законов сохранения релятивистского импульса и энергии. Из закона сохранения релятивистского импульса можно получить зависимость релятивистской массы от скорости. Нужно подчеркнуть, что установленное в теории относительности соотношение между релятивистской массой и полной энергией. Она блестяще подтверждается в экспериментальной ядерной физике и широко используется для расчета энергетических эффектов при ядерных реакциях и превращениях элементарных частиц.

Необходимо специально рассмотреть вопрос о границах применимости классической механики. Студенты должны ясно понимать, что классическая механика Ньютона - это механика макротел, движущихся с малыми скоростями (по сравнению со скоростью c света в вакууме), что законы классической механики излучаются как следствие теории относительности о пределе при скорости света.

Наконец, в заключение следует показать студентам необоснованность попыток использования результатов специальной теории относительности для возрождения идеалистических концепций.

3. Методические рекомендации к изучению основ молекулярной физики и термодинамики

В начале изложения этого раздела курса необходимо разъяснить студентам два качественно различных и взаимно дополняющих друг друга метода исследования физических свойств макроскопических систем: статистический (молекулярно-кинетический) и термодинамический. Первый лежит в основе молекулярной физики, второй - термодинамики. При рассмотрении молекулярно-кинетической теории следует ознакомить студентов с основополагающими высказываниями по этому вопросу М. В. Ломоносова, взгляды которого на строение вещества и тепловые явления были близки к современным. Нужно отметить, что свойства огромной совокупности молекул отличны от свойств каждой отдельной молекулы. Даже если, как это делается в классической статистической физике, базирующейся на механической картине мира, можно считать, что каждая молекула движется по законам ньютоновской механики, совокупное движение огромного коллектива молекул обладает специфическими закономерностями. Свойства макроскопической системы в конечном счете определяются свойствами частиц системы, особенностями их движения к средним значениям динамических характеристик этих частиц (энергии и т. д.).

Говоря о термодинамическом методе, необходимо четко сформулировать определения таких основных понятий термодинамики как термодинамическая система, термодинамические параметры (параметры

состояния), равновесное состояние, уравнение состояния, термодинамический процесс, внутренняя энергия и т. д. Следует подчеркнуть, что термодинамика и отличие от молекулярной физики не связана с какой-либо конкретной физической картиной. В этом, с одной стороны, сила термодинамического метода, пригодного для анализа самих различных физических систем, а с другой — его слабость. Например, методами термодинамики нельзя вывести уравнение состояния системы, нельзя обосновать существование флуктуации и т. д.

Переходя к рассмотрению молекулярно-кинетической теории идеального газа, необходимо специально остановиться на той роли, которую играет в молекулярной физике модель рассматриваемой системы. Следует подчеркнуть, что выбор этой модели зависит не только от ее специфических особенностей системы, но и от того, какие ее свойства исследуются. Например, при расчете давления газа из стенки сосуда можно в первом приближении принять молекулы газа за абсолютно упругие шарики исчезающе малого размера, беспорядочно движущиеся в сосуде и сталкивающиеся только с его стенками. В то же время для объяснения процессов установления равновесного распределения молекул газа, а также закономерностей явлений переноса совершенно необходимо учитывать столкновения молекул друг с другом, хотя при этом по-прежнему можно пренебрегать их собственным объемом. В этой **СВЯЗИ** весьма поучительно сопоставить на лекции значения суммарного собственного объема и суммарной площади поверхности всех молекул газа, находящихся в сосуде, соответственно с объемом сосуда к площади поверхности его стенок. Наконец, в молекулярно-кинетической теории теплоемкости газа необходимо уже учитывать внутреннюю структуру молекул. Для объяснения отличия свойств реальных и идеальных газов необходимо дальнейшее уточнение модели газа с тем, чтобы она учитывала действие сил взаимного притяжения и отталкивания молекул, как это сделано, например, в модели газа Ван-дер-Ваальса.

Следует достаточно обстоятельно рассмотреть такие вопросы, как классическая молекулярно-кинетическая теория теплоемкостей идеальных газов и ее ограниченность, границы применимости закона равнораспределения энергии, законы распределения Максвелла и Больцмана.

Первое начало термодинамики целесообразно сформулировать и записать для малого изменения состояния закрытой системы, т.е. системы, обменивающейся энергией с внешней средой только путем теплообмена и совершения работы. Необходимо разъяснить студентам, что внутренняя энергия в отличие от теплоты и работы является функцией состояния. Используя выражение для внутренней энергии идеального газа, полученное от молекулярно-кинетических представлений, следует записать уравнение первого начала термодинамики для идеального газа, а затем применить этот закон к расчету трех изопроцессов и адиабатного процесса идеальных газов. В заключение можно рассмотреть политропный процесс. Очень полезно приучать студентов к изображению и распознаванию всевозможных политропных процессов в различных термодинамических диаграммах. В

особой тщательности. Наложения нуждается второе начало термодинамики и его статистическое толкование, а также понятие энтропии. Очень полезно привести несколько различных формулировок второго начала термодинамики и показать, что они полностью эквивалентны. Вряд ли целесообразно излагать доказательство теоремы Карно о независимости КПД.

Раздел программы, посвященный основам молекулярной физики жидкостей к основам строения кристаллических твердых тел, можно по усмотрению кафедры не излагать на лекциях. Углубленная трактовка физических свойств твердых тел на современном уровне должна быть дана в заключительной части курса физики.

Методические рекомендации к изучению электростатики

В электростатике, а затем в электродинамике впервые в курсе физики более или менее серьезно с соответствующим математическим аппаратом рассматривается теория ноли. Здесь стоит кратко остановиться на историческом развитии самого понятия поля, а также указать, что в рамках электростатики концепции близко- и дальнего действия приводят к одинаковым результатам. Следует обратить внимание студентов на связь теоремы Остроградского-Гаусса с законом Кулона и геометрическими свойствами пространств. Под этим же углом зарядов целесообразно подходить к вопросу о распределении зарядов в проводниках, находящихся в электростатическом поле. Излагая закон сохранения электрического заряда, нужно вновь подчеркнуть роль и значение законов сохранения в физике, а также указать на инвариантность заряда в теории относительности (по отношению к выбору инерциальной системы отсчета). Не следует увлекаться расчетами сложных полей методом суперпозиции. Рекомендуется обратить основное внимание ил физический смысл потенциала и его связь с напряженностью поля, на графическое представление и анализ зависимостей напряженности и потенциала от координат для электростатических полей, создаваемых простейшими симметричными системам и зарядов

Особого внимания заслуживает круг вопросов, связанных с расчетом электростатического поля в диэлектрических средах. Необходимо ввести классификацию зарядов на свободные и связанные, рассмотреть механизм и плесчать поляризацию диэлектриков с неполярными и полярными молекулами. Электрическое смещение целесообразно ввести в связи с доказательством теоремы Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектрической среде (обычно это делают на примере поля в диэлектрической среде с неполярнымн молекулами). Далее рекомендуется подучить условия, которым удовлетворяют векторы напряженности поля и электрического смещения на границе раздела двух диэлектрических сред, и рассмотреть примеры расчета напряженности и потенциала электростатического поля в диэлектрике. При этом можно ограничиться качественным феноменологическим описанием свойств сегнетоэлектриков, При изложении вопроса об энергии заряженных проводников и конденсатора

нужно указать, что, оставаясь в рамках электростатики, нельзя однозначно решить вопрос о локализации этой энергии. С равным правом можно считать, что энергией обладают как сами заряженные проводники, так и созданное ими электростатическое поле. Однако здесь же следует сказать о нарушении указанного равноправия в пользу полевой теории и при этом возможно пользоваться законом сохранения и превращения энергии (например, при расчете пондеромоторных сил),

4. Методические рекомендации к изучению постоянного электрического тока

Этот раздел курса не следует излишне растягивать на лекциях. При изложении классической электронной теории проводимости металлов нужно рассказать не только о достижениях этой теории, но и о ее трудностях. В СВЯЗИ с обобщенным законом Ома необходимо дать четкое разграничение таких понятий, как разность потенциалов электродвижущая сила и электрическое напряжение (см. ГОСТ 1!>880—74). Следует также рассмотреть вопрос о границах применимости закона Ома и качественно объяснить причины отклонения электрического тока в газе от этого закона. Говоря о плазме, нужно дать определение этого состояния вещества, ввести понятие о дебаевском радиусе экранирования, кратко описать основные свойства плазмы, отметить применимость к ней классической электронной теории проводимости и рассмотреть технические приложения плазмы.

5. Методические рекомендации к изучению электромагнетизма

В качестве основной характеристики магнитного поля следует вводить магнитную индукцию, основываясь на силовом действии магнитного поля либо на небольшой элемент проводника с током, либо на небольшой замкнутый контур с током. Напряженность магнитного поля целесообразно вводить значительно позднее при изучении магнитного поля в веществе. Не следует увлекаться сложными расчетами магнитных полей на основе закона Био-Савара-Лапласа. Важно подчеркнуть, что для магнитных полей выполняется принцип суперпозиции. Закон полного тока для поля в вакууме и теорему Остроградского-Гаусса не следует доказывать. Достаточно показать их справедливость на простейшем примере магнитного поля прямолинейного проводника с током.

Рассматривая действие магнитного поля на движущийся заряд, нужно уделить особое внимание вопросу о релятивистском толковании магнитного взаимодействия, а также анализу закономерностей движения заряженных частиц в магнитном поле и практическому использованию этих закономерностей в ускорителях, МГД генераторах, масс-спектрометрах, электронно-лучевых приборах и т. д.

Следует рассмотреть вывод закона электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла на основе, как закона сохранения энергии, так и классической электронной теории. Во втором случае необходимо остановиться при этом, за

счет какой энергии совершается работа индукционного тока. Весьма поучительно обсудить возникновение ЭДС электромагнитной индукции и индукционного тока в неподвижном проводящем контуре, находящемся в переменном магнитном поле.

При рассмотрении магнитных свойств вещества нужно остановиться на гипотезе молекулярных токов Ампера, а также ввести понятие макро- и микротоков и намагниченности. Рассматривая элементарную теорию диа- и парамагнетизма, следует указать на невозможность всякой классической теории магнитных свойств вещества. Напряженность магнитного поля целесообразно ввести в связи с обобщением закона полного тока на магнитное поле в веществе (обычно это делают на примере поля в диамагнитной, среде). Затем рекомендуется получить условия, которым удовлетворяют магнитная индукция и напряженность магнитного поля на границе раздела двух сред. Изложение свойств ферромагнетиков должно носить феноменологический характер.

В заключение нужно рассмотреть основы теории Максвелла для электромагнитного поля. При этом особое внимание следует обратить на физический смысл тех обобщений экспериментально установленных законов, которые были сделаны Максвеллом. Необходимо подчеркнуть относительный характер электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля, т.е. их зависимость от выбора инерциальной системы отсчета.

6. Методические рекомендации к изучению колебаний и волн

Имеет смысл рассматривать параллельно механические и электромагнитные колебания, указывая на их сходства и различия. Такое изложение приводит к значительной экономии времени на математической стороне дела и в то же время позволяет наглядно сравнивать физические процессы, происходящие при соответствующих колебаниях. Это способствует выработке у студентов единого подхода к колебаниям различной физической природы. Везде, где возможно, следует использовать графический метод представления гармонического колебания с помощью вращающегося вектора. Нужно разъяснить студентам, что любые колебания линейной системы всегда можно представить в виде суперпозиции одновременно совершающихся гармонических колебаний с различными частотами, амплитудами и начальными фазами. Рассматривая резонанс при вынужденных колебаниях, необходимо обсудить это явление также и с энергетической точки зрения.

Изложение раздела «Волны» целесообразно начать с механических волн, распространяющихся в упругих средах. На примере этих волн следует внести основные характеристики волн, их классификацию, а также получить уравнение бегущей волны (плоской и сферической) и волновое уравнение. Нужно сформулировать и обсудить принцип суперпозиции, указав, что он справедлив только для линейных сред, т. е. для упругих сред, подчиняющихся закону Гука. Здесь же следует рассмотреть волновой пакет, найти связь между групповой и фазовой скоростями и показать их равенство в отсутствие

дисперсии волн. Особое внимание нужно уделить обсуждению условий интерференции волн и энергетических соотношений при интерференции. В частности, должны быть рассмотрены условия образования стоячей волны и отличия стоячей волны от бегущей.

При изложении электромагнитных волн нужно упомянуть об истории их открытия и рассмотреть свойства этих волн, опираясь на уравнения Максвелла для электромагнитного поля \mathbf{V} в связи с обсуждением вопроса об излучении диполя полезно нарисовать полярную диаграмму направленности этого излучения.

7. Методические рекомендации к изучению волновой оптики

Волновая оптика излагается как часть общего учения о распространении волн. Следует подчеркнуть общность явлений интерференции и дифракции воли любой природы. Изложение ни явлений должно подготовить студента к пониманию основ квантовой механики. Наряду с общими волновыми свойствами нужно отметить специфические особенности световых волн и их практические приложения. Когерентность и монохроматичность должны быть связаны с конечной длительностью свечения отдельного атома. Расчет интерференции многих волн полезно вести с помощью графического метода. Следует сопоставить способы наблюдения линий равного наклона и равной толщины. Изложение интерферометрических методов измерения должно содержать оценку их чувствительности.

Необходимо четко сформулировать условия наблюдения дифракции, подчеркнув возможность получения сильных дифракционных эффектов от экранов, размеры которых во много раз больше длины волны света. Во всех случаях дифракции следует анализировать предельный переход к геометрической оптике. При изложении принципа Гюйгенса-Френеля его нужно рассматривать как расчетный прием, заменяющий строгое, но очень трудное решение волнового уравнения. Полезно использовать энергетические соображения для объяснения зависимости резкости интерференционной картины от числа щелей в случае дифракции Фраунгофера на решетке. Понятие оптически однородной среды следует внести с помощью формулы Вульфа-Брэгга как среды с расстоянием между узлами решетки, меньшими длины волны. Важнейшим современным применением дифракции света является голография, следует рассказать о ее принципах в многочисленных приложениях. Теория дисперсии света должна быть изложена как теория диэлектрической проницаемости. Существенно отметить, что согласие теории дисперсии с опытом является важным аргументом в пользу классической осциляторной модели атомов, но что это согласие является только качественным. Следует упомянуть о фундаментальных опытах Д.С.Рожественского. При рассмотрении излучения Вавилова-Черенкова нужно указать, что это чисто классическое явление, легко истолковываемое на основе представлений об интерференции света, как было показано И.М. Франком и др.

Поляризацию снега при отражении следует пояснить с помощью полярной диаграммы направленности излучения диполя. Объяснение двойного лучепреломления надо проводить на основе электромагнитных представлений и с учетом анизотропии электрических свойств кристаллов. Необходимо подчеркнуть принципиальное значение поляризационных эффектов для экспериментального доказательства поперечности световых волн, а также обратить внимание на их практическое применение квантовой природы излучения.

8. Методические рекомендации к изучению

Излагая законы теплового излучения, следует помнить о необходимости введения студентов в круг идей квантовой теории и ознакомления с практически важными свойствами теплового излучения. Проблема теплового излучения — важный этап в формировании научного мировоззрения студентом, так как с теорией равновесного излучения абсолютно черного тела связан переход от классической физики к квантовой. Важно подчеркнуть, согласие классической теории с опытом в области малых частот и катастрофическое расхождение в области больших частот. Необходимо рассмотреть гипотезу Планка о квантовании энергии осцилляторов. Полный вывод средней энергии осциллятора и формулы Планка на основе этой гипотезы приводить не обязательно (в программе далее предусмотрена возможность вывода этой формулы, основанного на принципах детального равновесия или распределения Бозе-Эйнштейна). Следует вывести законы Стефана — Больцмана и Вина из формулы Планка, а также показать, что при малых частотах она переходит в классическую формулу Рэлея-Джинса.

После анализа трудностей классической физики в истолковании законов внешнего фотоэффекта нужно остановиться на гипотезе Эйнштейна о «световых квантах», позднее названных фотонами, т.е. о дискретной структуре излучения. В этой связи нужно рассмотреть опыты А.Ф.Иоффе и Н.И.Добронравова, а также рассказать о работе А.Эйнштейна по исследованию флуктуации плотности энергии и давления излучения (1909). Основываясь на формуле Планка. Эйнштейн показал, что эти флуктуации излучения представляют просто сумму соответствующих волновых и корпускулярных флуктуаций.

При изложении светового давления необходимо остановиться на опытах П. и Лебедева, являющихся блестящим образцом экспериментального искусства и сыгравших большую роль в утверждении электромагнитной теории Максвелла. Следует качественно пояснить возникновение светового давления с классической (волновой) точки зрения и вывести формулу для давления на основе квантовых представлений. Эффект Комптона нужно рассматривать или наиболее полное и яркое представление корпускулярных свойств излучения. Он также убедительно подтверждает универсальный характер законов сохранения, которые оказываются справедливыми, и частности, и в каждом отдельном акте взаимодействия фотона с электроном.

Анализ двойственности свойств света должен подготовить студентов к восприятию двойственности свойств вещества. Важно подчеркнуть статистический характер попадания фотонов в отдельные точки экрана.

9. Методические рекомендации к изучению элементов атомной физики и квантовой механики

Обсуждай опыты по дифракции электронов, нужно подчеркнуть их значение как доказательство существования у частиц вещества волновых свойств. Соотношение неопределенностей следует рассматривать в связи с корпускулярно-волновом дуализмом свойств материи. Соответственно нужно проявлять особую осторожность при обосновании указанного соотношения с помощью мысленных опытов. Можно получить соотношение неопределенностей, рассматривая частицу как группу волн де Бройля, Однако при этом нужно обязательно сказать об ограниченности такого представления частицы из-за сильной дисперсии волн де Бройля, приводящей к «быстрому расплыванию» волнового пакета. Следует подчеркнуть физический смысл соотношения неопределенностей как квантового ограничения применимости понятий классической механики, разъяснив при этом необоснованность его идеалистической трактовки. Затем необходимо рассмотреть соотношение неопределенностей для энергии и времени. В заключение нужно указать, что из соотношения неопределенностей вытекает необходимость описания состояния микрообъекта с помощью волновой функции, и разъяснить статистический смысл волновой функции частицы.

Далее следует записать общее уравнение Шредингера для частицы, находящейся во внешнем силовом поле (в общем случае, нестационарном), и перейти от него к уравнению Шредингера для стационарных состояний. В качестве примеров решения стационарных задач с помощью уравнения Шредингера нужно рассмотреть свободную частицу и частицу, находящуюся в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» бесконечной глубины. На основе соотношения неопределенностей следует пояснить, почему энергия частицы в «потенциальной яме» не может быть сколь угодно малой. В конце решения этой задачи необходимо сформулировать принцип соответствия Бора.

В задачах о линейном гармоническом осцилляторе и атоме водорода не следует приводить полностью ход решения уравнения Шредингера. Достаточно обсудить постановку и результаты решения этих задач в классической физике и квантовой механике. Полезно использовать соотношение неопределенностей для обоснования существования нулевых колебаний осциллятора. В задаче об атоме водорода нужно кратко напомнить об опытах Резерфорда и теории Бора. Следует остановиться на правилах квантования энергии и орбитального момента импульса электрона в атоме водорода и других одноэлектронных системах, пояснив смысл трех квантовых чисел.

Необходимо показать с помощью соотношения неопределенностей, что туннельный эффект не противоречит закону сохранения энергии.

После рассмотрения опытов Штерна и Герлаха и введения спинового квантового числа следует остановиться на делении элементарных частиц и построенных из них систем (атомов, молекул) на 2 класса - фермионы и бозоны. Далее следует сформулировать принцип неразличимости тождественных частиц и принцип Паули для системы фермионов, на основе которого рассмотреть распределение электронов в атоме по состояниям. Нужно рассказать об открытии комбинационного рассеяния света Л.И. Мандельштамом и Г.С.Ландсбергом и парамагнитного резонанса Е.К.Завойским.

Изложение вопроса о поглощении излучения к его спонтанном и вынужденном испускании рекомендуется завершить выводом формулы Планка по Эйнштейну и разъяснением принципа действия лазера и особенностей генерируемого Им излучения. Следует указать на вклад Н.Г.Басова и Л.М. Прохорова в создании квантовых генераторов излучения.

10. Методические рекомендации к изучению квантовой статистики и физики твердого тела

Сначала следует познакомить студентов с графическим методом изображения состояния частицы, подчиняющейся законам классической механики, в виде так называемой изобразительной точки в шестимерном фазовом пространстве. Соответственно состояние системы из большого числа одинаковых частиц определяется тем, как распределены в пространстве точки.

торые изменения в отборе материала и порядке его изложения по сравнению с данной типовой программой без нарушения ее основного замысла но созданию цельного и гармоничного курса физики и без снижения уровня его изложения. Задача каждого лектора состоит в том, чтобы последовательно и полно изложить курс физики по принятой кафедрой рабочей программе, дать ясное и цельное представление о физике как о современной науке. Однако это не должно означать обязательного изложения на лекциях текстуально всей программы, необходимой для студентов на экзаменах. В целях стимулирования самостоятельной работы студентов и экономии времени лектора учебный материал второстепенного значения может быть предложен студентам для самостоятельной проработки. В программу не включены в виде отдельного раздела вопросы теории размерностей физических величин и их единиц в Международной системе (СИ). Этот материал должен рассматриваться на лекциях, практических и лабораторных занятиях в соответствующих разделах курса физики. Контроль текущей работы студентов над курсом физики осуществляется путем проведения - контрольных работ, коллоквиумов и защиты лабораторных работ, а также выполнения студентами курсовых работ или типовых расчетов.

Второй основной задачей каждой кафедры физики является углубленная подготовка студентов по физике, осуществляемая по учебной программе и учитывающая потребности конкретных технических специальностей. Для этого во вузах вводятся обязательные специальные курсы физики, которые читаются после прохождения общего курса физики и имеют объем порядка -1-2 кредита. В пределах этих часов по усмотрению кафедры могут быть проведены и лабораторные и практические занятия. Программы таких спецкурсов разрабатываются кафедрой физики по согласованию с выпускающими кафедрами, рассматриваются и утверждаются факультетом. Утверждение факультетом является обязательным условием для управления по высшему образованию Минвуза СССР.

Если в учебном плане факультета кроме общего курса физики предусмотрено также прохождение спецкурса физики, то учебный материал спецкурса может быть полностью исключен из основного курса физики. В таком согласовании программ основного и специального курсов заключен значительный резерв времени, который кафедра физики должна использовать в интересах изложения основного курса. Если спецкурс по физике не предусмотрен, то учет в курсе физики особенностей подготовки инженеров различных специальностей может быть осуществлен путем соответствующего выбора работ лабораторного практикума и задач, рассматриваемых на практических занятиях.

В лекционном курсе специализацию студентов следует учитывать, рассматривая примеры практических приложений физики и физических методов и соответствующих областях техники.

Основными задачами курса физики в вузах являются:

1. Создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей будущим инженерам ориентироваться в потоке научной и технической информации к обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются.

2. Формирование у студентов научного мышления и марксистско-ленинского мировоззрения, и частности, правильного понимания границ применимое™ различных физических понятий, законов, теорий и умений оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования ил.

3. ^ Усвоение основных физических явлений % законов классической¹ и современной физикм, методов физического исследования.

4. Выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из разных областей физики, помогающих студентам в дальнейшем решать **инженерные** задачи.

Б. Ознакомление студентов с современной научной аппаратурой и выработка у студентов начальных навыков проведения экспериментальных научных исследований различных физических явлений и оценки погрешностей измерений.