

Методические рекомендации для студентов
«Общая и экспериментальная физика»
Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое
образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль: Физика, Информатика

Главные особенности изучения дисциплины:

- *практикоориентированность*, изучение каждой темы курса готовит студента к решению определенной профессиональной задачи и предполагает не только формирование теоретической основы для ее решения, но и развитие практических умений в сфере организации отдельных этапов педагогического процесса;
- *субъектноориентированность*, в процессе изучения дисциплины каждый студент может выстроить индивидуальный маршрут своей образовательной деятельности, определяя в рамках модуля в целом и отдельной темы индивидуальные цели, выбирая уровень освоения материала, проектируя желаемые результаты;
- *рефлексивность*, технология изучения дисциплины предполагает постоянное обращение студента к формируемым у него профессионально значимым компетенциям, по итогам изучения каждой темы и при оформлении портфолио необходимо самостоятельно оценивать результаты своей образовательной деятельности, определяя причины возникающих проблем и перспективы дальнейшего развития умений решать профессиональные задачи;
- *рейтинговость*, в рамках дисциплины действует балльно-рейтинговая система, каждая тема включает в себя разноуровневые задания, оцениваемые в диапазоне от одного до трех баллов и задания для самостоятельной работы, выполняя которые студент может получить три балла, получаемые в процессе работы баллы суммируются и учитываются при выставлении оценки в аттестационные недели, по итогам изучения дисциплины;
- *преемственность*, изучение дисциплины является необходимой составляющей освоения модуля «Воспитательная деятельность», осваиваемые в рамках отдельных тем элементы компетенций и формируемый студентами субъективный опыт решения профессиональных задач, необходимы для успешной работы в период педагогической практики в образовательных учреждениях и дальнейшей самостоятельной профессиональной деятельности.

Программа дисциплины предполагает проведение по каждой теме лекционных, практических занятий. Тематический план включает 10 тем, изучение которых направлено на формирование профессионально значимых компетенций.

Практические задания в рамках изучения дисциплины предполагают осуществление практической деятельности обучающегося в конкретном детском коллективе.

Курс общей физики является профилирующим в подготовке бакалавра направления 44.03.05 Педагогическое образование профиль Физическое образование, Информатика и информационные технологии в образовании и определяющим в обучении и воспитании студентов с учетом специфики дисциплины. Изучение общей физики способствует формированию предметных знаний, компетенций, общей культуры студентов, их социализации, осознанному выбору и последующему освоению профессиональных образовательных программ.

Этот курс является связующим звеном между школьной и вузовской программами и в тоже время базовым элементом для последующего изучения таких дисциплин, как теоретическая физика, физическая электроника, математическая физика, методика обучения и воспитания в области физики, астрономия и т.д.

Курс общей физики включает основные сведения о важнейших физических явлениях, понятиях, законах и принципах; в нем органически сочетаются вопросы классической и современной физики с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели и теории. Он формирует у студентов представление о

физике как науке, имеющей экспериментальную основу, знакомит с историей важнейших физических открытий и возникновением теорий, идей и понятий, а также раскрывает вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие физики.

В современных условиях резкого и быстрого возрастания объема необходимых для человека знаний при важно прививать стремление студентов к самостоятельному поиску и пополнению знаний.

В учебной программе, разработанной на основе ФГОС ВО, обобщен профессиональный опыт преподавателей кафедры физика и информационных технологий, учтены специфические особенности дисциплины, связанные с использованием лекционного демонстрационного эксперимента и проведением лабораторного физического практикума. В программе реализованы межпредметные связи с курсом теоретической физики и другими дисциплинами естественнонаучного и математического образования.

Методика проведения всех видов занятий – лекций и практических занятий по решению задач, лабораторных занятий – подчинена основной цели – подготовке квалифицированного бакалавра соответствующего профиля. Лекционный курс сопровождается демонстрациями, которые служат для студентов образцами постановки школьного эксперимента и методики его использования на уроках. Практические занятия развивают навыки грамотного изложения студентами теоретических вопросов и применения теории к решению физических задач. В результате выполнения лабораторных работ студенты должны ясно представлять исследуемое явление (процесс), правильно провести эксперимент, осмыслить полученные результаты и оценить степень их достоверности. При защите лабораторных работ студенты должны опираться на знание теоретического материала, относящегося к данной работе.

Некоторые разделы физики – «Движение жидкостей и газов» «Акустика», «Геометрическая оптика» и др. – изучаются в вузе только в курсе общей физики; они составляют важные элементы школьного курса физики, поэтому им уделяется особое внимание как в теоретическом, так и в экспериментальном и методическом планах.

Порядок изучения разделов общей физики соответствует последовательности изложения основного содержания и дополнительных глав теоретической физики.

Из межпредметных связей первостепенное значение имеет взаимосвязь физики и математики. Изучение этих двух дисциплин начинается с первого семестра, и первоначальное знакомство с рядом математических понятий и методов (предела, производной, скалярного и векторного произведений, дифференцирования, интегрирования и др.) в вузовском курсе общей физики опережает по времени их академическое обоснование в курсе математики. Такая вынужденная мера имеет ряд положительных сторон: проявляется физический генезис большинства математических идей и понятий, абстракции для студентов становятся более наглядными, а необходимость их введения очевидной; на этой базе более эффективно усваиваются впоследствии основы высшей математики в академической форме.

Независимо от того, в какой последовательности изучается тот или иной общий для физики и математики объект этих дисциплин, субъектами являются одни и те же студенты. Только при тщательном согласовании действий преподавателей будущие бакалавры физического образования смогут убедиться в эффективности применения математических методов в физике и в том, что две эти учебные дисциплины, как и соответствующие науки, тесно связаны, взаимно дополняя и углубляя одна другую.

При этом необходимо отметить, что дедуктивно-теоретический подход, для теоретической физики, не должен быть преобладающим при изложении общей физики в ущерб ее эмпирическому характеру.

Примерные варианты контрольных работ и экзаменационных вопросов

Семестр 3. Раздел «Молекулярная физика»

Тема «Основы МКТ идеального газа. Явления переноса в газах»

Вариант 1.

1. Радоновые ванны содержат $1,8 \cdot 10^6$ атомов радона на 1 дм^3 воды. На сколько молекул воды приходится один атом радона? Чему равна масса молекулы воды в относительных единицах и в кг?
2. Найти давление смеси газов в сосуде объемом 2.5 л, если в ней находится 10^{15} молекул кислорода, $4 \cdot 10^{15}$ молекул азота и $3.3 \cdot 10^{-7}$ г аргона при 150°C .
3. Какая часть молекул кислорода имеет значения скоростей, отличающиеся от наиболее вероятной не более, чем на 10 м/с при 0°C ? Интерпретируйте качественно полученный ответ на графиках функции распределения $f(v)$, $f(u)$, где u – относительная скорость.
4. Какое давление должно быть в сферическом сосуде диаметром 10 см, чтобы молекулы водяного пара не сталкивались между собой при 0 градусов C ?

Вариант 2.

1. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы кислорода при 7°C , а также среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул, содержащихся в 16г.
2. В стеклянном сферическом сосуде внутренним диаметром 3 см находится азот при 190°C и давлении 1,33 Па. На стенках сосуда имеется мономолекулярный слой адсорбированного азота, площадь одной молекулы 10^{-15} см^2 . Найти давление газа в сосуде при 427°C , когда адсорбированные молекулы полностью перейдут в сосуд.
3. Какая часть молекул кислорода имеет скорости, отличающиеся от средней квадратичной не более, чем на 10 м/с при 300 градусов C ? Зависит ли результат вычислений от температуры и рода газа?
4. По табличным значениям вязкости и плотности азота при 0 градусов C найти среднюю длину свободного пробега молекул и их среднюю скорость.

Тема: Основы термодинамики. Реальные газы

Вариант 1.

1. В сосуде объемом 10 л находится азот под давлением 1 атм. Стенки сосуда выдерживают давление до 10 атм. Какое максимальное количество теплоты можно сообщить газу?
2. Некоторое количество азота при 27°C и давлении 1 атм сжимается до объема, в пять раз меньшего а) изотермически, б) адиабатически. Найти давление и температуру после сжатия в каждом случае. Интерпретировать полученные результаты качественно на графике в координатах PV .
3. Газ, совершающий цикл Карно, $2/3$ полученной теплоты отдает охладителю при 0°C . Изобразить цикл Карно графически. Найти температуру нагревателя.
4. В баллоне емкостью 8 л при некоторых условиях находится 0,32 кг кислорода. Найти, какую часть объема сосуда составляет собственный объем молекул. Какой вывод можно сделать из полученного результата?

Вариант 2.

1. 10 л азота при 10^5 Па расширяются вдвое. Найти конечное давление и совершенную работу в случае изобарного, изотермического и адиабатического процессов. Изобразить качественно полученные результаты на графике в координатах PV .
2. Идеальная холодильная машина работает в интервале температур от $+15$ до -10°C . Работа за один цикл равна $2 \cdot 10^4$ Дж. Найти количество теплоты, отданное нагревателю за один цикл, и холодильный коэффициент.
3. Температура пара, поступающего из котла в паровую машину, равна 210°C . Температура в конденсаторе 40°C . Какова теоретически максимальная работа, которую можно

совершить при затрате 1 ккал на образование пара? Что можно сказать о реально совершенной работе?

4. Вычислить значение поправок a и b в уравнении Ван-дер-Ваальса для углекислого газа по критическому давлению $73,8 \cdot 10^5$ Па и критической температуре 304 К. Сравнить с табличными значениями.

Семестр 4. Раздел «Электромагнетизм»

Тема: Электростатика и постоянный ток

Вариант 1.

1. К батарее, ЭДС которой 2 В и внутренне сопротивление 0,5 Ом, присоединен проводник. Определить: при каком сопротивлении проводника мощность, выделяемая в нем, максимальна? Как велика при этом мощность, выделяемая в проводнике?
2. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии 1 см друг от друга. Плоскости несут равномерно распределенные по поверхности заряды с плотностью $0,2 \text{ Кл/м}^2$ и $0,2 \text{ Кл/м}^2$. Найти разность потенциалов пластин.
3. Два металлических шара радиусами 2 см и 6 см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд 1 Кл. Какова поверхностная плотность зарядов?
4. Маленький шарик, несущий заряд 10^{-8} Кл, находится на расстоянии 3 см от плоской металлической заземленной стенки. С какой силой шарик взаимодействует со стенкой?

Вариант 2.

1. Имеются две концентрические металлические сферы радиусами 3 см и 6 см. Пространство между сферами заполнено парафином. Заряд внутренней сферы 1 нКл, внешней 2 нКл. Найти потенциал электрического поля на расстоянии 1 см, 5 см, 9 см от центра сфер.
2. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение в зажимах лампочки 40 В, сопротивление реостата 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найти силу тока в цепи.
3. Металлический шарик диаметром 2 см заряжен отрицательно до потенциала 150 В. Сколько электронов находится на поверхности шарика?
4. На одной из двух плоских одинаковых пластин, параллельно друг другу, находится заряд $+q$, а на другой $+Nq$. Определить разность потенциалов между пластинами, если расстояние между ними d , а площадь пластины S .

Тема «Магнитное поле и электромагнитная индукция»

Вариант 1.

1. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.
2. Заряженная частица, двигаясь перпендикулярно под прямым углом электрическому ($E=400 \text{ кВ/м}$) и магнитному ($B=0,25 \text{ Тл}$) полям, не испытывает отклонения при определенной скорости v . Определите эту скорость и возможные отклонения Δv от нее, если значение электрического и магнитного полей могут быть обеспечены с точностью, не превышающей 0,2%.
3. Рамка гальванометра длиной 4 см и шириной 1,5 см, содержащая 200 витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Какой вращающий момент действует на рамку, когда по витку течет ток силой 1 мА? Каков магнитный момент рамки при этом токе?
4. Магнит падает вниз по длинной медной трубе. Описать характер падения в пренебрежении силой сопротивления воздуха.

Вариант 2.

1. Проводник в виде тонкого полукольца радиусом 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 150 мТл . По проводнику течет ток 10 А . Найти силу, действующую на проводник, если плоскость полукольца перпендикулярна линиям индукции, а проводящие провода находятся вне поля.
2. Проволочный виток радиусом 5 см находится в однородном магнитном поле напряженностью 2 кА/м . Плоскость витка образует 60 градусов с направлением поля. По витку течет ток силой 4 А . Найти вращающий момент, действующий на виток.
3. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов 104 В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10 \text{ кВ/м}$) и магнитное ($B = 0,1 \text{ Тл}$) поля. Найти отношение заряда частицы к ее массе, если двигаясь перпендикулярно обоим полям частица не испытывает отклонения от прямолинейной траектории.
4. В замкнутую накоротко катушку вводят магнит: один раз быстро, другой раз медленно. Одинаковый ли заряд проходит по катушке в обоих случаях? Одинаковое ли количество теплоты выделяется?

Перечень вопросов к зачету с оценкой

Семестр 3. Раздел «Молекулярная физика» (зачет с оценкой)

1. Предмет молекулярной физики. Термодинамический и статический подходы к изучению молекулярных систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества и их опытное обоснование.
2. Пример термодинамической системы: идеальный газ, модель идеального газа. Газовые законы. Уравнение Менделеева – Клапейрона как обобщение экспериментальных газовых законов Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля.
3. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Распределение молекул идеального газа по скоростям. Аналитический и графический вид функции распределения Максвелла и ее анализ.
4. Наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости газовых молекул. Графическое представление функции распределения Максвелла. Экспериментальное подтверждение распределения Максвелла. Опыт Штерна.
5. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа для давления.
6. Газовые законы и уравнения Менделеева – Клапейрона как следствие основного уравнения МКТ.
7. Графическое изображение изопроцессов в различных осях координат: изотерма, изохора, изобара в осях P, V ; P, T ; V, T . Сравнение двух изотерм, изохор, изобар при разных температурах, объемах, давлениях соответственно.
8. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа. Распределение энергии по степеням свободы. Постоянная Больцмана. Внутренняя энергия идеального газа. Энергия, приходящаяся на одну степень свободы, энергия одной молекулы, энергия одного моля газа и газа в целом.
9. Классическая теория теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и при постоянном давлении. Удельная и молярная теплоемкости. Уравнение Майера.
10. Средняя длина и среднее время свободного пробега молекул. Эффективный диаметр молекул. Среднее число столкновений в секунду. Явления переноса в газах. Общее уравнение для явлений переноса.
11. Диффузия. Общее уравнение для диффузии. Вывод уравнения диффузии с точки зрения молекулярно-кинетических представлений, коэффициент диффузии.
12. Теплопроводность. Общее уравнение. Условие наблюдения теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Связь между коэффициентом теплопроводности, вязкости и диффузии. Связь коэффициента теплопроводности с молекулярными параметрами.

Семестр 4. Раздел «Электромагнетизм» (зачет с оценкой)

1. Электрические заряды. Закон Кулона. Электрическое поле и его характеристики. Напряженность электрического поля.
2. Понятие о потоке вектора напряженности. Интегральная электростатическая теорема Гаусса и ее применение к расчету напряженности электрических полей.

3. Работа сил электростатического поля при перемещении заряда. Потенциал поля точечного заряда. Связь между потенциалом и напряженностью. Эквипотенциальные поверхности.
4. Условия равновесия зарядов на проводнике. Напряженность электрического поля у поверхности заряженного проводника. Электростатическая индукция и электростатический генератор.
5. Диполь в однородном и неоднородном электрическом поле.
6. Емкость. Конденсаторы. Емкость батареи конденсаторов. Цилиндрический и сферический конденсаторы.
7. Свободные и связанные заряды. Модели диэлектриков. Полярные и неполярные молекулы. Вектор поляризации. Напряженность электрического поля в диэлектрике.
8. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электростатического поля и его локализация в пространстве. Энергия системы неподвижных точечных зарядов.
9. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника.
10. Сторонние силы и ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи. Дифференциальная форма закона Ома.
11. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральном и дифференциальном виде.
12. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа и их применение к расчету разветвленных электрических цепей.
13. Электрический ток в металлах. Опыты Рикке, Манделъштама и Папалекси, Толмена и Стюарта. Классическая теория электропроводности металлов и ее ограничения.
14. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток и потокосцепление.
15. Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников, p-n-переход.
16. Магнитное поле электрического тока. Сила Ампера. Индукция магнитного поля.
17. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для определения индукции магнитных полей проводников с током различных конфигураций (прямолинейный ток и виток с током).
18. Магнитное поле соленоида.
19. Взаимодействие токов. Относительный характер электрического и магнитного полей.
20. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля. Закон полного тока и его применение для расчета магнитных полей.
21. Рамка с током в однородном и неоднородном магнитном поле. Магнитный момент.
22. Эффект Холла и принцип работы МГД -генератора.
23. Движение электрического заряда в электрическом и магнитном полях. Циклические ускорители.
24. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. ЭДС индукции и правило Ленца. Вывод закона Фарадея из энергетических представлений.
25. Самоиндукция и взаимная индукция. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Экстратоки замыкания и размыкания. Индуктивность кольцевой катушки.
26. Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Понятие об электромагнитном поле. Уравнение Максвелла в интегральной форме.

Текущий контроль знаний и умений проводится при выполнении студентами контрольных работ. Решения задач должны сопровождаться подробным описанием всех этапов в соответствии с общими рекомендациями и примерами решения на практических занятиях. Студенты должны уметь проанализировать конкретную ситуацию задачи, назвать физическое явление, о котором идет речь, привести физические законы и уравнения, которые применимы для выражения неизвестных величин через заданные в условии. Необходимы также умения проверки

решения в общем виде с помощью анализа единиц измерения в уравнениях и оценки полученных числовых значений с точки зрения их достоверности и соответствия условию задачи.

Критерии оценки контрольных работ:

«отлично» ставится за правильное решение всех задач (как правило 4 за 2 часа);

«хорошо» ставится за правильное решение всех задач в общем виде, при незначительных ошибках в вычислении одной задачи;

«удовлетворительно» ставится при неполных решениях двух задач и существенных ошибках при вычислениях в других задачах;

«неудовлетворительно» ставится в случае, когда нет правильного решения ни одной задачи.

Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ясно представлять их цели, порядок проведения, заранее должны быть сделаны основные записи к работе, заготовлена таблица измерений и вычислений. При выполнении работ студенты должны приобрести навыки правильного использования приборов, владения методами прямых и косвенных измерений, оценки погрешностей результатов. Отчет по работам должен содержать: название работы, ее цель, приборы и принадлежности; краткое изложение теории с выводом расчетных формул, заполненные таблицы результатов измерений и вычислений, численные значения искомых величин, оценку экспериментальных результатов, выводы.

Лабораторная работа зачитывается при выполнении всех вышеуказанных условий по ее оформлению и на основании правильных ответов студентов на вопросы теории с выводом расчетных формул, на вопросы о назначении и принципе действия приборов, на вопросы о сущности экспериментального метода. Должен быть сделан анализ полученных числовых значений (степень достоверности, сравнение с теоретическими или табличными значениями и т.д.).

Заключительный контроль знаний проводится в форме зачета с оценкой по каждому разделу. Успешно занимающиеся студенты освобождаются от сдачи зачета.

Зачет выставляется по результатам работы в конце семестра при следующих условиях: - при полностью сданных в течении семестра лабораторных работах;

- при отсутствии неудовлетворительных оценок за контрольные работы;

- при наличии в конспектах лекций дополнительных записей по вопросам теории, вынесенным на самостоятельную подготовку;

- при наличии в тетради для практических занятий решений всех задач, рассмотренных на аудиторных занятиях и заданных для самостоятельного решения.

Критерии оценок:

«отлично» ставится за глубокий и полный ответ на вопросы билета и дополнительные вопросы при условии правильного решения задачи в общем виде и правильного численного ответа;

«хорошо» ставится за полный ответ с небольшими замечаниями и правильное решение задачи;

«удовлетворительно» на экзамене ставится в случае поверхностного (формального) ответа на вопросы билета и неполного решения задачи;

«неудовлетворительно» ставится в случае неполного, ошибочного ответа, затруднений при ответах на наводящие вопросы по содержанию билета; принципиальных ошибок при решении задачи.

В связи с этим новый смысл приобретают такие виды самостоятельной работы студентов, как подготовка рефератов, докладов и курсовых работ. В отличие от других видов эта форма направлена не только на приобретение новых знаний, но и на овладение навыками исследовательской деятельности и на развитие творческого мышления при разработке выбранной студентом темы. Этот предметно и личностно ориентированный вид самостоятельной работы в наибольшей степени позволяет сместить акцент в образовании с принципа адаптивности на принцип компетентности при подготовке будущих бакалавров по соответствующей дисциплине.

Рекомендуемая литература:

Раздел 2.

1. Бордовский Г.А. Общая физика. Курс лекций с компьютерной поддержкой: В 2 –х т. Т. 1 / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан; Э. В. Бурсиан. – Москва : ВЛАДОС, 2001. – 240 с.: ил. – (Учеб.пособие для вузов). – ISBN 5 –305 –00026 –2(1).
2. Сахаров, Д.И. Сборник задач по физике для вузов [Текст] / Д.И.Сахаров. – 13 –е изд., испр. и доп. – Москва : ОНИКС 21 век, 2003. – 400 с.: ил. – ISBN 5 –329 –00689 –
3. Гершензон Е. М. Молекулярная физика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений, обуч. по спец. "Физика" / Е. М. Гершензон, Н. Н. Малов, А. Н. Мансуров. – Москва : Академия, 2000. – 264 с.: ил. – (Высшее образование).
4. Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]: [в 3 т.]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по техн. (550000) и технолог. (650000) напр. Т. 1, Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – Санкт-Петербург : Лань, 2007. – 432 с.: ил. – (Классическая учебная литература по физике). – ISBN 978 –5 –8114 –0630 –2

Раздел 3.

1. Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]: [в 3 т.]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по техн. (550000) и технолог. (650000) напр. Т. 2, Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – Санкт-Петербург : Лань, 2007. – 496 с.: ил. – (Классическая учебная литература по физике). – ISBN 978 –5 –8114 –0631 –9
2. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учебное пособие. – 11 –е изд., перераб. – Москва : Наука. Главная редакция физико –математической литературы, 1985. – 384 с.