Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.А. Агапятова, В.И. Польшин, И.В. Верхотурова, Е.В. Стукова

ФИЗИКА

Методические указания к самостоятельной работе студентов

Благовещенск
Издательство АмГУ
2013

ББК 22.3я73
Ф50

Печатается по решению редакционно-издательского совета Амурского государственного университета

Разработано в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере горно-металлургического кластера Амурской области» по заказу предприятия-партнера ЗАО УК «Петропавловск»

Рецензенты:
А.И. Христенко, ведущий инженер Института геологии и природопользования ДВО РАН
О.В. Зотова доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук

Агапятова О.А., Польшин В.И., Верхотурова И.В., Стукова Е.В.
Физика: методические указания к самостоятельной работе студентов/ сост. О.А. Агапятова, В.И. Польшин, И.В. Верхотурова, Е.В. Стукова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 87 с.

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология» специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых».

Методические рекомендации содержат ряд вопросов раскрывающих суть самостоятельной работы по физике и рекомендации по организации данного вида деятельности студента. Предлагаемый сборник методических указаний поможет студентам при изучении курса общей физики.

Е.В. Стуковой подготовлены материалы по целям и видам самостоятельной работы студентов; О.А. Агапятовой и И.В. Верхотуровой проведен поиск информации в Интернете и подготовлены материалы по организации самостоятельной работы; В.И. Польшиным выполнена общая редакция рукописи.

ББК 22.3я73

©Амурский государственный университет, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Методы обучения физике в университете значительно отличаются от школьных методов. Студент-первокурсник, вчерашний выпускник школы, с первых дней получает большое количество информации и заданий на лекциях, практических и лабораторных занятиях. Не имея необходимых навыков, он испытывает большие сложности в систематизации полученных знаний и ему нужна помощь в организации самостоятельной работы.

Предлагаемый сборник методических указаний поможет студентам при изучении курса общей физики. Он состоит из четырех разделов, знакомство с которыми поможет студентам приобрести необходимые знания, умения и навыки.

1. Умение слушать лекции и правильно их конспектировать; систематически, добросовестно и осознанно работать над конспектами с привлечение дополнительных источников, избегая зубрежки.

2. Умение решать задачи, которые расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников. Студенты учатся глубже понимать физические законы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умения применять общие закономерности к конкретным случаям.

3. Приобретать навыки по изучению элементов техники измерения физических величин и расчета их погрешностей. Знакомится с современными приборами, приобретать умения видеть физическую задачу в технической проблеме при выполнении физического практикума.

4. Приобретать знание и умение по наиболее эффективной организации самостоятельной работы при подготовке к экзаменам, зачетам, коллоквиуму.

1 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов при изучении физики разнообразны. В основном они включают в себя:

- работа с конспектом лекции, т.е. дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет);
- чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы);
- конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами);
- составление плана и тезисов ответа;
- аналитическая обработка текста (аннотирование, редактирование, конспект-анализ);
- подготовка сообщений на семинаре;
- ответы на контрольные вопросы;
- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- выполнение чертежей и схем;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовка к лабораторной работе, практическому и семинарскому занятию;

- работа по обучающей программе;
- научно-исследовательская работа под руководством преподавателя;

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2 ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе практических и лабораторных занятий, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3 ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- выполнение микроисследований;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- зачет, экзамен.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государст-

венными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для инженерно-технических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов),* причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра*.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Зада-

ния и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр.
Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лекции. Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

- **О лекции**

В высшем учебном заведении лекция является важной формой учебного процесса. На лекции студенты получают глубокие и разносторонние знания. Лекция способствует развитию творческих способностей, формирует идейную убежденность, позволяет устанавливать связь учебного материала с производством, новейшими научными достижениями. Исходя из этого, можно выделить несколько основных функций, которые должна осуществлять вузовская лекция – это информативная, ориентирующая и стимулирующая, методологическая, развивающая и воспитывающая.

Лекции могут быть вводными, обзорными, тематическими (лекции по изучению нового материала), итоговыми.

Вводные лекции готовят студента к восприятию данной дисциплины (физики) или раздела. Они должны вызывать интерес к предмету, давать о нем целостное представление. На вводной лекции излагаются цели, задачи курса, его актуальность, практическая значимость, методы научного исследования и т.д.

Тематические лекции посвящены глубоко осмысленному и методически подготовленному систематическому изложению содержания курса. Основные идеи и выводы по курсу физики, выводы о достижении поставленных учебных целей содержит заключительная, итоговая лекция. На обзорных лекциях рассматриваются наиболее сложные, проблемные вопросы курса. Здесь могут разбираться типичные ошибки студентов, излагаться вопросы в определенной логической связи, новейшие достижения физики в данной области.

Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Для студента она начинается с первых дней учебы в высшем учебном заведении.

Это работа, которую за него никто не в состоянии выполнить и обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Известно, что методы обучения физике в университете значительно отличаются от школьных. Студент - первокурсник, вчерашний выпускник школы, с первых дней получает большое количество информации и заданий на лекциях, практических и лабораторных занятиях. Не имея необходимых навыков, особенно он испытывает большие сложности в систематизации полученных знаний и ему нужна помощь в организации самостоятельной работы.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины (в данном случае физики), которая имеется на кафедре физики, выпускающих кафедрах и в деканатах. На самостоятельную работу по физике на разных факультетах отводится разное количество часов. Это зависит от аудиторной учебной нагрузки. Значительная часть самостоятельной работы отводится на подготовку к лекциям.

- **Самостоятельная работа студента на лекции**

После прослушивания лекции студент должен проработать и осмыслить полученный материал. В этом, казалось бы, и заключается его самостоятельная работа. Однако подготовка к самостоятельной работе над лекцией должна начинаться на самой лекции. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Например, можно слышать, как разговаривают соседи по парте, но не слушать их.

Существует избирательность внимания. Стремление внимательно слушать все нереально. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. Необходимо исключить причины, которые мешали бы установлению контакта с лектором: отвлечься от посторонних забот, отбросить поспешные выводы о том, что лекция не принесет ничего нового и ценного и не заслуживает внимания и т.п.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Недостаточно только слушать лекцию. Возможности памяти человека не универсальны.

Как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Чтобы восстановить лекционный материал, его нужно повторить. Повторение и воспроизведение осуществляется при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, контрольным, коллоквиумам. Как показывает опыт, при каждом последующем повторении

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Научитесь в процессе лекции разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Студент в этом случае не учится мыслить и анализировать услышанное. Лекция для него превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям,

зачетам, экзаменам. Конечно, оформление лекционной тетради – это дело вкуса. Но целесообразно отделить поля, где студент мог бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. Конечно, это не просто. В этом случае помогает система сокращений и условных обозначений. Сокращайте длинные слова. Придумайте определенные значки, заменяющие слова, наиболее часто применяемые лектором. Используйте стенографические знаки для сокращения слов или целых фраз, широко применяйте аббревиатуру (СТО – специальная теория относительности, ИСО – инерциальная система отсчета, МТ – материальная точка, АТТ – абсолютно твердое тело и т.д.). Но следует предостеречь от чрезмерного употребления сокращений. Это может привести к тому, что текст лекции окажется трудно читаемым и вызовет нежелание работы с ним.

- **Самостоятельная работа студента над лекцией**

Прослушанный материал лекции студент должен проработать. Насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Опыт показывает, что только многоразовая, планомерная и целенаправленная обработка лекционного материала обеспечивает его надежное закрепление в долговременной памяти человека. Предсессионный штурм непродуктивен, материал запоминается ненадолго. Необходим систематический труд в течение всего семестра. Повторение нужно разнообразить. При первом повторении изучаются все параграфы и абзацы, при втором, возможно, будет достаточ-

но рассмотреть только отдельные параграфы, а в дальнейшем лишь тему лекции.

Многое определяется памятью человека. Исследованы три её типа: зрительная, слуховая и двигательная. Люди со зрительной памятью хорошо усваивают зрительные образы, иллюстрации, точно помнят расположение текста, оформление записи. Студент, обладающий слуховой памятью, перечитывает записи вслух, стремится пересказать текст. Люди с двигательной памятью работают над изучаемым материалом с карандашом в руках, рисуя схемы, делая выписки и наброски. Независимо от того, какой тип памяти преобладает, желательно использовать все типы памяти.

При изучении теоретической части курса физики рекомендуется обучающимся составлять подробный конспект лекций. Особенно полезной эта работа оказывается в том случае, когда студенты знакомятся с теми вопросами, которые им еще необходимо как следует осмыслить. Осмысление и происходит во время описания материала своими словами, разъяснения его в первую очередь для себя. Естественно, что это конспектирование совершенно не то, что запись со слов лектора. Поэтому конспект, ведущийся студентами с целью осмысления и усвоения материала, получил название «свой собственный конспект» (ССК) [1]. ССК ведется на основе записей лекций, книг (вообще говоря, разных), консультаций преподавателей, бесед с товарищами и, конечно, в результате размышлений. Главная роль ССК заключается в том, что он помогает пониманию изучаемого предмета. Как убедиться в том, что данная тема понята? Прежде всего — попытаться рассказать ее содержание своими словами. Нужно вспоминать не буквальные фразы, написанные в книге, конспекте или сказанные преподавателем, а смысл изучаемых положений. Если смысл понят, то слова для его выражения найдутся.

При ведении ССК следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

Правило 1. ССК нужно записывать своими словами.

Правило 2. Основой для составления ССК могут служить учебники (лучше, чтобы книг было несколько) и конспект лекций.

Правило 3. При составлении ССК следует придерживаться плана, который у вас должен иметься заранее, по крайней мере, для описываемой вами завершенной части курса. Иногда детальный план курса сообщается студентам заранее; если этого нет, то вы сами можете составить такой план, на основании конспекта лекций или учебника.

Правило 4. При описании отдельного вопроса не обязательно точно придерживаться того порядка изложения, который был в вашем основном источнике (книге или конспекте лекций).

Правило 5. Составляя ССК, старайтесь в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение по отношению к вопросам, помогающим осмыслению.

Правило 6. Приводя доказательство, описание, рассуждение, не оставляйте что-либо непонятым, записанным формально. Воспользовавшись какой-либо формулой, вы должны не только указать, почему эта формула здесь применима, но и прокомментировать ее саму.

Правило 7. Оформление ССК. ССК— это ваш собственный конспект, записан он для вас лично, пользоваться им будете вы сами, поэтому «этикета» здесь можно не соблюдать (например, можно не заботиться о почерке). Пишите ССК так, чтобы вам было удобно пользоваться им. Если в качестве базы для составления ССК у вас служит учебник, то регулярность записи конспекта может регламентироваться его главами или параграфами. Глава учебника обычно содержит достаточно полный материал, так что и ССК по ней можно составлять, хорошо осознавая вопрос. Если же вы изучили лишь один параграф, то ваши познания вопроса в дальнейшем могут существенно расшириться. Поэтому к описанию данного параграфа следует ещё вернуться (и, может быть, не один раз), а в ССК оставить для этого место.

Составление ССК полезно во многих отношениях: оно учит студента работе с книгой; оттачивает его способность выражать свои мысли словами и пе-

реносить их на бумагу, что способствует ясности мышления; позволяет лучше запоминать материал и, главное, понимать его; наконец, существенно упрощает подготовку к экзамену.

В любом случае будет полезным составление логических схем изучаемого материала. Уже само то, что составление их невозможно без детального осмысления и обобщения материала, говорит в пользу этого метода, так как доказано, что эффективность усвоения и запоминания материала в огромной степени зависит от глубины его осмысления. Механического заучивания следует избегать. Зубрежку нельзя назвать учением уже потому, что она создает внутреннее сопротивление какому бы то ни было запоминанию (мозг защищается от насилия) и, конечно уменьшает память. Призовите на помощь воображение и изобретательность. Почти всегда есть возможность превратить выучивание в увлекательную игру. Нужно находить какую-то цель, сверхзадачу, которая сумела бы захватить и по отношению к которой механическое усвоение оказалось бы только побочным средством. Тогда связи в памяти устанавливаются сами собой, приобретают богатство и свободу, и вы обманываете зубрежку. Таким образом, умение слушать лекцию и правильно её конспектировать, систематически, добросовестно и осознанно работать над конспектом с привлечением дополнительных источников – залог успешного усвоения учебного материала.

- **Список тем на самостоятельное изучение по модулям**

Модуль 1:

1. Физические модели.
2. Виды сил в механике.
3. Центр масс (центр инерции).
4. Консервативные и неконсервативные силы.
5. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.
6. Деформации твердого тела. Закон Гука.
7. Гармонические колебания на примере пружинного, математического маятников.
8. Сложение гармонических колебаний разной частоты.

9. Биения.

10. Сложение взаимноперпендикулярных колебаний.

11. *Аномальное и нормальное значение силы тяжести.*

12. *Применение теории гравитационного поля в гравиразведки и гравиметрии.*

13. Неинерциальные системы отсчета.

14. Силы инерции.

15. Вязкость. Два режима течения жидкостей.

16. Методы определения вязкости.

17. Следствия из преобразований Лоренца.

18. Релятивистский закон сложения скоростей.

19. Релятивистская масса, импульс и энергия.

Модуль 2:

1. Температура.

2. Идеальный газ.

3. Основные представления кинетической теории.

4. Число столкновений и длина свободного пробега молекул в газах.

5. Явление переноса в термодинамических неравновесных системах.

6. Описание закона диффузии, теплопроводности, внутреннего трения.

7. *Характеристика тепловых свойств горных пород.*

8. Применение первого начала динамики к различным изопроцессам.

9. Статистическая и термодинамическая энтропия.

10. Закон возрастания энтропии.

11. Третье начало термодинамики.

12. Внутренняя энергия реального газа.

13. Избыточное давление.

14. Формула Лапласа.

15. Капиллярные явления.

16. Дефекты структуры.

17. Теплоемкость твердых тел.

18. Изменение агрегатного состояния.

19. Фазовые переходы I и II рода.

20. Диаграмма состояния.

21. Анализ диаграммы состояния.

Модуль 3:

1. Эквипотенциальные поверхности.

2. Примеры расчета наиболее важных симметричных электростатических полей в вакууме.

3. Конденсаторы. Соединения конденсаторов.

4. Энергия уединенного проводника, конденсатора, электростатического поля.

5. Сопротивление проводников.

6. Эмиссионные явления и их применение.

7. Плазма и ее свойства.

8. Эффект Холла.

9. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

10. *Нормальное и аномальное поле.*

11. *Краткая теория геомагнитного поля и его изучение в магнитометрии и магниторазведке.*

12. *Электроразведка.*

13. Токи при замыкании и размыкании цепи.

14. Взаимная индукция.

15. *Магнитные свойства горных пород.*

Модуль 4:

16. Эффект Доплера.

17. Характеристика сейсмоволнового поля.

18. Физические основы сейсморазведки.

19. Типы волн используемых в сейсморазведке.

20. Шкала электромагнитных волн.

21. Основные геометрической законы оптики.

22. Тонкие линзы.

23. Изображение предметов с помощью линз.

24. Аберрации оптических систем.

25. Элементы электронной оптики.

26. Методы получения когерентных волн (щели Юнга, бипризма, бизеркала Френеля).

27. Полосы равной толщины и равного наклона.

28. Просветление оптики.

29. Дифракция Фраунгофера на пространственной решетке.

30. *Применение рентгеноструктурного анализа в геологии.*

Модуль 5:

1. *Применение законов теплового излучения в терморазведке пород.*

2. Давление света.

3. Модели атомов.

4. Опыты Франка и Герца.

5. Рентгеновские спектры.

6. Молекулы.

7. Химические связи.

8. Молекулярные спектры.

9. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения.

10. Оптические квантовые генераторы.

11. Основные элементы генераторов.

12. Характеристики лазерного излучения.

13. Фотопроводимость полупроводников.

14. Люминесценция твердых тел. p-n переход.

15. Вентильный фотоэффект.

Модуль 6:

1. Модели атомного ядра.

2. Правила смещения.
3. Дозиметрические величины и единицы.
4. Приборы для регистрации радиоактивных излучений и частиц.
5. *Ядерно-физические методы применяемые в георазведке.*

Практические занятия

- **Общие положения**

Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по физике. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям. Последнее тесным образом связано с методологий физики как науки.

Говоря о методологически проблемах курса физики, мы подчеркивали важность знакомства студентов с тем, что любой её раздел должен базироваться на основных постулатах, так что все остальные характеристики изучаемых явлений в принципе могут быть получены из этих постулатов. Идея построения разделов физики на базе основных постулатов должна найти своё отражение и в содержании практических занятий по решению задач. Когда студенты решают задачи по определённой теме, очень важно, чтобы в результате знакомства с конкретными задачами они усвоили принципиальный подход к познанию достаточно широкого класса явлений. Приведём примеры из раздела «Механика».

Если раздел «Механика» начинается с изучения кинематики, очень важно, чтобы студенты, решая задачи, убедились в том, что для данной системы точек, зная закон движения, можно определить все характеристики движения (положение в пространстве в интересующий нас момент времени, время, когда

точка будет находиться в данном положении, скорость и ускорение) не имея никаких дополнительных сведений о системе. При изучении темы «Динамика материальной точки» преподавателю следует обратить внимание студентов на то, что второй закон Ньютона является основным законом динамики. Такой методологический подход обеспечивает правильное понимание студентами основ механики с самого начала ее изучения. Второй закон Ньютона представляет собой дифференциальное уравнение, решением которого является закон движения. Определённая методическая трудность может заключаться в том, что студенты первого курса ещё не умеют решать дифференциальных уравнений. Однако понять, что это за уравнения, они вполне могут.

При решении задач по кинематике теории относительности нужно обратить внимание на то, чтобы студенты четко понимали, когда целесообразно пользоваться преобразованиями Лоренца для перехода от одной инерциальной системы отсчёта к другой. Мы считаем, что и в других разделах физики очень важно подводить студентов к методологическому осмыслению задач, а не останавливаться лишь на технике их решения.

Виды задач и планы их решения

На практических занятиях по физике используются:

1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твёрдые навыки расчёта и вычислений;

2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов;

3) задачи для закрепления и контроля знаний;

4) познавательные задачи.

Задачи для закрепления и контроля знаний и задачи-упражнения рассчитаны на использование готовых знаний, полученных из книг, лекций, от преподавателя. Решение таких задач опирается в основном на механизмы памяти и внимания. Оно в известном смысле полезно и даже необходимо. Например, при решении задачи-упражнения на количественный расчёт средней квадратичной скорости молекул газа при заданных условиях (температуре) студенты должны

знать формулу для расчёта средней квадратичной скорости молекул, значение универсальной газовой постоянной, и убедиться, что скорости молекул очень велики даже при комнатных температурах. Всё это полезно для изучения молекулярной физики. Однако только те задачи, в которых устанавливаются новые, неизвестные ранее студентам связи между знакомыми физическими характеристиками, являются стимулятором их умственной деятельности. К таким задачам в первую очередь относятся познавательные задачи. Отличие познавательных задач от задач других видов состоит в том, что в процессе их решения обучающийся приобретает новые знания. Если студент имеет слабую теоретическую подготовку, решение задач подобного рода может оказаться для него непосильным. Даже в этом случае, если, присутствуя на занятиях, он познакомится с ходом решения и результатом, этого будет недостаточно для достижения цели познавательной задачи. Поэтому нужно требовать, чтобы студенты готовили теоретический материал, и показывать им, что именно невыполнение этого требования приводит к неудаче при решении задач.

Для решения задач расчётного характера достаточно составить систему уравнений, а дальше всё сводится к математическим действиям. Некоторые задачи требуют для решения геометрических построений и использования графиков.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану (некоторые пункты плана могут выпадать в некоторых конкретных случаях), который надо продиктовать студентам:

1. прочесть внимательно условие задачи;

2. посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);

3. записать в сокращенном виде условие задачи (когда введены стандартные обозначения, легче вспоминать формулы, связывающие соответствующие величины, чётче видно, какие характеристики заданы, все ли они выражены в одной системе единиц и т.д.);

4. сделать чертёж, если это необходимо (делая чертёж, нужно стараться представить ситуацию в наиболее общем виде, например, если решается задача о колебании маятника, его следует изобразить не в положении равновесия, а отклонённым);

5. произвести анализ задачи, вскрыть её физический смысл (нужно чётко понимать, в чем будет заключаться решение задачи; так, если требуется найти траекторию движения точки, то ответом должна служить запись уравнений кривой, описывающей эту траекторию; на вопрос, будет ли траектория замкнутой линией, следует ответить «да» или «нет» и объяснить, почему выбран такой ответ);

6. установить, какие физические законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;

7. составить уравнения, связывающие физические величины, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;

8. решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде. Прежде чем переходить к численным значениям, полезно провести анализ этого решения: он поможет вскрыть такие свойства рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе;

9. перевести количественные величины в общепринятую систему единиц (СИ), найти численный результат;

10. проанализировать полученный ответ, выяснить как изменяется искомая величина при изменении других величин, функцией которых она является, исследовать предельные случаи.

Приведенная последовательность действий при решении задач усваивается студентами, как правило, в ходе занятий, когда они на практике убеждаются в её целесообразности. Поэтому в конце занятия полезно подвести итог, сформулировать найденный алгоритм рассуждений. Заметим, впрочем, что не всегда может быть предложен алгоритм решения задачи.

При анализе задач на аудиторных занятиях полезно возвращаться к плану. Отклонение от него в большинстве случаев не позволяет студенту решить

задачу. Тогда нужно напомнить ему, какой этап пропущен и указать, что именно это и послужило причиной неудачи.

- **Самостоятельная работа студентов с помощью учебного пособия**

Согласно учебным и рабочим планам, соответствующим реформе высшей школы, должны быть организованы самостоятельные занятия по решению задач. В часы самостоятельной работы студенты должны решать задачи, с которыми они не успели решить во время аудиторных занятий, и те задачи, которые не получились дома. Роль преподавателя-консультанта здесь очень велика. Преподаватель помогает найти ошибку, советует к какому учебнику или учебному пособию лучше всего обратиться, делает небольшие подсказки, не нарушая при этом самостоятельности рассуждений студентов, и т.д.

Для проведения таких занятий нужно, прежде всего, место и, конечно, обеспеченность учебной литературой и пособиями для самостоятельной работы. Отсутствие спешки на таких занятиях (которая нередко бывает на учебных занятиях из-за недостатка времени и напряженности рабочего плана), возможность задать преподавателю любой вопрос, обеспеченность литературой несомненно должны дать положительный эффект. К сожалению, реальное наличие аудиторного фонда в вузе не всегда позволяет выделить достаточное количество часов на самостоятельную работу студентов в аудитории. Всё-таки большую часть времени студенты должны работать дома. В связи с этим возникает потребность в специальной литературе.

Допустим, что у студента есть и задачник и учебник, но задача не получается: не совпадает ответ или он не знает, как взяться за задачу. Предположим, что в задачнике есть указания к решению, студент им воспользовался, но безрезультатно. Некоторые задачи снабжены решениями, но разбирая их решение, студент фактически делает то же, что при изучении теоретического материала. Конечно, и это полезно: он углубляет знания, развивает умение самостоятельно разбирать материал, получает информацию об алгоритме решения задачи и т.д. Но всё же такой способ работы над задачником не соответствует его прямому

назначению. Для того чтобы студенты научились самостоятельно решать задачи, необходимо обратиться к специальным методическим указаниям или учебно-методической литературе по решению задач. Обратившись к ним и получив необходимые указания и рекомендации студент сам самостоятельно сможет пройти по всем этапам предлагаемой задачи и решить её. Прежде чем обратиться к специальной литературе, разумеется, студент должен был проанализировать задачу, задуматься над ней и только тогда решить, что неясно и где в специальной литературе следует искать ответ на возникающие вопросы.

- **Практические занятия.**

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по воз-

можности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

- **Самопроверка.**

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Для закрепления изучаемого на аудиторных занятиях материала, в ходе семестра студентам необходимо сделать расчетно-графические работы. Образец оформления титульного листа приведен в приложении. Каждая расчетно-графическая работа выполняется в установленные преподавателем сроки. Оформляется в соответствии с нижеуказанными требованиями:

1. Работа выполняется на листах формата А4;
2. Вкладывается в файл либо скрепляется скрепкой;
3. Каждая задача выполняется на отдельном листе;
4. На листе указываются: формулировка задачи, ее краткая запись, перевод величин в систему СИ, рисунок (выполняется карандашом), решение за-

дачи с кратким описанием используемых законов, и выполняемых действий.

5. После указываются графики, выполняются карандашом (если их необходимо было сделать), ответ по задаче.

- **Материалы для самостоятельного решения задач курса физики по модулям**

Модуль 1. Физические основы механики.

Скорость и ускорение материальной точки определяются формулами

$$\vec{v} = \frac{d\vec{S}}{dt}, \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}.$$

В случае прямолинейного равномерного движения

$$v = \frac{S}{t}, \quad a = 0.$$

В случае прямолинейного равнопеременного движения

$$S = v_0 \cdot t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}, \quad v = v_0 \pm a \cdot t, \quad a = const.$$

При криволинейном движении модуль ускорения $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

Здесь a_n – модуль нормального ускорения, a_τ - модуль тангенциального ускорения, причем

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}, \quad a_n = \frac{v^2}{R},$$

где v - скорость движения, R – радиус кривизны траектории в данной точке.

При вращательном движении вокруг неподвижной оси модули угловой скорости и углового ускорения находятся по формулам

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \quad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt}.$$

В случае равномерного вращательного движения угловая скорость

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n,$$

где T-период вращения, n – частота вращения, т.е. число оборотов в единицу времени.

Угловая скорость ω точки связана с линейной скоростью v точки соотношением

$$v = \omega \cdot R,$$

где R – расстояние точки до оси вращения. Тангенциальное и нормальное ускорения могут быть выражены в виде

$$a_\tau = \varepsilon \cdot R, \quad a_n = \omega^2 \cdot R.$$

Основной закон динамики выражается уравнением

$$\vec{F} \cdot dt = d(m \cdot \vec{v}).$$

Если масса m постоянна, то

$$\vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a},$$

где $\vec{a}$ - ускорение, которое приобретает тело массой m под действием силы $\vec{F}$.

Работа силы $\vec{F}$ на пути s определяется формулой

$$A = \int_0^s \vec{F}\overrightarrow{ds} = \int_0^s F_s ds,$$

где F_s - проекция силы на направление перемещения, ds - элемент пути.

Интегрирование должно быть распространено на весь путь s. В случае постоянной силы, действующей под углом α к перемещению, имеем

$$A = F \cdot s \cdot cos\alpha,$$

где α - угол между силой $\vec{F}$ и перемещением.

Мощность определяется

$$N = \frac{dA}{dt}.$$

В случае постоянной мощности

$$N = \frac{A}{t},$$

где A – работа, совершаемая за время t.

Мощность также определяется

$$N = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot cos\alpha.$$

Кинетическая энергия тела массы m, движущегося со скоростью v, равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Формулы для потенциальной энергии имеют разный вид в зависимости от характера действующих сил.

Продольная деформация $\overrightarrow{\Delta x}$ стержня или пружины пропорциональна силе$\vec{F}$, вызвавшей деформацию

$$\vec{F} = k\overrightarrow{\Delta x},$$

где k - жесткость.

Потенциальная энергия растянутой (или сжатой) пружины

$$W_П = \frac{kx^2}{2}.$$

Две материальные точки притягиваются друг к другу с силой

$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2},$$

где G=6,6720·10^{-11}Н·м^2/кг^2 – гравитационная постоянная, m_1 $и$ m_2- массы взаимодействующих материальных точек, R - расстояние между ними. Этот закон справедлив и для однородных шаров, при этом R - расстояние между их центрами.

В изолированно системе импульс входящих в нее тел остается постоянным, т.е.

$$m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2} + \cdots + m_n\overrightarrow{v_n} = const.$$

Момент инерции материальной точки

$$J = mr^2,$$

где r - расстояние до оси вращения.

Моменты инерции те массой mотносительно оси, проходящей через центр масс:

тонкостенного цилиндра (кольца) радиуса R

$$J_0 = mR^2;$$

сплошного цилиндра (диска) радиуса R

$$J_0 = \frac{1}{2} mR^2;$$

шара радиуса R

$$J_0 = \frac{2}{5} mR^2;$$

тонкого стержня длиной l, ось перпендикулярна стержню и проходит через его середину

$$J_0 = \frac{1}{2} ml^2.$$

Момент инерции тела массой m относительно произвольной оси (теорема Штейнера)

$$J = J_0 + md^2.$$

где J_0 - момент инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс, d - расстояние между осями.

Момент силы

$$\vec{M} = (\vec{r} \cdot \vec{F}),$$

где r – радиус-вектор точки приложения силы.

Момент импульса

$$\vec{L} = (\vec{r} \cdot \vec{p}) = J \cdot \vec{\omega}$$

Основное уравнение динамики вращательного движения

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = J \cdot \vec{\varepsilon}.$$

Закон сохранения момента импульса для изолированной системы

$$\vec{L} = const.$$

Работа при вращательном движении

$$A = \int \vec{M} d\vec{\varphi}.$$

Кинетическая энергия вращающегося тела

$$E_k = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{L^2}{2J}.$$

Уравнение неразрывности

$$\rho S v = const,$$

где ρ - плотность жидкости, S - поперечное сечение трубки тока, v - скорость течения жидкости.

Уравнение Бернулли

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho g h + p = const,$$

где ρ - плотность жидкости, v - скорость течения жидкости, p - давление жидкости на высоте h.

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho v d}{\eta},$$

где d - диаметр трубы, η – коэффициент вязкости.

Сила внутреннего трения (формула Стокса)

$$F_C = 6\pi\eta r v,$$

где r - радиус шарика.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Движение материальной точки, перемещающейся по прямой, задано уравнением $s=4t^3+2t+1$. В интервале времени от *1* до *2 с* найти мгновенные скорости и ускорения в начале и конце интервала, среднюю скорость движения. *(Ответ: 14 м/с; 50 м/с; 24 м/с^2; 48 м/с^2; 30 м/с)*

2. Материальная точка движется по прямой. Уравнение ее движения $s=t^4+2t^2+5$. Определить мгновенную скорость и ускорение точки в конце второй секунды от начала движения, среднюю скорость и путь, пройденный за это время. *(Ответ: 40 м/с, 52 м/с^2; 2 м/с; 24 м)*

3. Движение двух тел описывается уравнениями $x_1=0,75t^3+2,25t^2+t$, $x_2=0,25t^3+3t^2+1,5t$. Определить величину скоростей этих тел и момент времени, когда ускорения их будут одинаковы, а также значение ускорения в этот момент времени. *(Ответ: 3,81 м/с; 4,69 м/с; 0,5 с; 6,75 м/с^2)*

4. Тело брошено под углом *45°* к горизонту. Определить наибольшую высоту подъема и дальность полета, если начальная скорость тела $v_0=20$ *м/с*. *(Ответ: 10,19 м; 40,77 м)*

5. Точка начала двигаться по окружности радиусом *0,6 м* с тангенциальным ускорением *0,1* $м/с^2$. Чему равны нормальное и полное ускорения в конце третьей секунды после начала движения? Чему равен угол между векторами полного и нормального ускорений в этот момент? *(Ответ: 0,15* $м/с^2$*; 0,18* $м/с^2$*; 33°25')*

6. Тело движется вниз равноускоренно по наклонной плоскости, и зависимость пройденного пути от времени задается уравнением $s=2t+1,6t^2$. Найти коэффициент трения μ тела о плоскость, если угол наклона плоскости к горизонту равен *30°*. *(Ответ: 0,2)*

7. Тело массой *100 кг* поднимается по наклонной плоскости с углом основания *20°* под действием силы, равной *1000 Н* и направленной параллельно плоскости. Коэффициент трения тела о плоскость равен *0,1*. С каким ускорением будет двигаться тело? *(Ответ: 5,72* $м/с^2$*)*

8. Маховик массой *4 кг* свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, делая *720 об/мин*. Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом *40 см*. Через *30 с* под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки. *(Ответ: 1,61 Н·м; 180)*

9. Однородный диск, имеющий вес $P=124$ *Н*, вращается с постоянным угловым ускорением, и его движение описывается уравнением $\varphi=30t^2+2t+1$. Диск вращается под действием постоянной касательной тангенциальной силы $F_\tau=90,2$ *Н*, приложенной к ободу диска. Определить момент сил трения $M_{тр}$, действующих на диск при вращении. Радиус диска $R=0,15$ *м*. *(Ответ: 5 Н·м)*

10. Шар и полый цилиндр одинаковой массы катятся равномерно без скольжения по горизонтальной поверхности и обладают одинаковой кинетической энергией. Во сколько раз отличаются их линейные скорости? *(Ответ: 1,2)*

11. Орудие, установленное на железнодорожной платформе, стреляет под углом φ к горизонту. Снаряд массой *15 кг* вылетает из орудия со скоростью *800 м/с*. Вследствие отдачи платформа с орудием покатилась по рельсам со скоростью *0,5 м/с*. Масса платформы с орудием *12 т*. Определить угол φ. *(Ответ: 60°)*

12. Шар массой *20 г*, движущийся горизонтально с некоторой скоростью υ_1, столкнулся с неподвижным шаром массой *40 г*. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Какую долю ε своей кинетической энергии первый шар передал второму? *(Ответ: 0,89)*

13. Тонкий стержень массой m и длиной l вращается с угловой скоростью $10\ с^{-1}$ в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня. Продолжая вращаться в той же плоскости, стержень перемещается так, что ось вращения теперь проходит через конец стержня. Найти угловую скорость во втором случае. *(Ответ: 2,5 $с^{-1}$)*

14. При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх пуля массой *20 г* поднялась на высоту *5 м*. Определить жесткость k пружины пистолета, если она была сжата на *10 см*. Массой пружины пренебречь. *(Ответ: 190 Н/м)*

15. Сплошной цилиндр скатывается с наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол *22°*. Найти длину наклонной плоскости l, если его скорость в конце наклонной плоскости равна *7 м/с*, а коэффициент трения равен *0,2*. *(Ответ: 19,8 м)*

16. Однородный шар скатывается без скольжения с плоскости, наклоненной под углом *15°* к горизонту. За какое время он пройдет путь *2 м* и какой будет его скорость в конце пути? *(Ответ: 1,5 с; 2,7 м/с)*

17. За *15 мин* по трубе диаметром *2 см* протекает *50 кг* воды. Найти скорость течения. Плотность воды 1000 кг/м^3. *(Ответ: 0,18 м/с)*

18. Два свинцовых шарика диаметрами *2 и 1 мм* опускают в сосуд с глицерином высотой *0,5 м.* Считая, что скорость шариков сразу становится равномерной, определить, на сколько раньше и какой из шариков достигнет дна

сосуда. Плотность свинца ρ_1=*11,3 г/см*^{3}, плотность глицерина ρ_2=*1,2 г/см*^{3}, коэффициент вязкости глицерина η=*0,61 Па·с. (Ответ: 4)*

Модуль 2.Молекулярная физика и термодинамика.

Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M},$$

где N - число молекул, N_A - постоянная Авогадро, m - масса вещества, M - молярная масса.

Уравнение Клапейрона-Менделеева

$$pV = \nu RT,$$

где p - давление газа, V - его объем, R - молярная газовая постоянная, T - термодинамическая температура.

Уравнение молекулярно-кинетической теории газов

$$p = \frac{2}{3} n_0 < E_{пост} >= \frac{1}{3} n_0 m_0 < v_{кв} >^2,$$

где n_0 - концентрация молекул, $< E_{пост} >$ - средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул, m_0 - масса молекулы, $< v_{кв} >$ - средняя квадратичная скорость.

Средняя кинетическая энергия молекулы

$$< E >= \frac{i}{2} kT,$$

где i - число степеней свободы, k - постоянная Больцмана.

Внутренняя энергия идеального газа

$$U = \frac{i}{2} \nu RT.$$

Скорости молекул:

средняя квадратичная

$$< v_{кв} >= \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}},$$

средняя арифметическая

$$< v >= \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}},$$

наиболее вероятная

$$v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}.$$

Средняя длина свободного пробега молекулы

$$< \lambda >= \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n_0},$$

где d - эффективный диаметр молекулы.

Среднее число столкновений молекулы в единицу времени

$$< z >= \sqrt{2}\pi d^2 n_0 < v >.$$

Уравнение диффузии

$$dm = -D\frac{d\rho}{dx}dSdt,$$

где D - коэффициент диффузии, ρ - плотность, dS - перпендикулярная площадка, перпендикулярная оси X.

Коэффициент диффузии

$$D = \frac{1}{3} < v >< \lambda >.$$

Уравнение теплопроводности

$$dQ = -\chi\frac{dT}{dx}dSdt,$$

где χ - коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность

$$\chi = c_V\rho\frac{1}{3} < v >< \lambda >= \eta c_V,$$

где c_V - удельная изохорная теплоемкость.

Сила внутреннего трения

$$dF = -\eta\frac{dv}{dx}dS,$$

где η – динамическая вязкость.

Вязкость (динамическая)

$$\eta = \frac{1}{3}\rho < v >< \lambda >= D\rho.$$

Молярная теплоемкость идеального газа:

изохорная

$$C_V = \frac{i}{2}R,$$

изобарная

$$C_P = \frac{(i+2)}{2}R.$$

Первое начало термодинамики

$$dQ = dU + dA,$$

$$dU = \nu C_V dT,$$

$$dA = pdV.$$

Работа расширения газа при процессе:

изобарном

$$A = p(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1),$$

изотермическом

$$A = \nu RTln\frac{V_2}{V_1},$$

адиабатном

$$A = \nu C_V(T_1 - T_2) = \frac{\nu RT_1}{(\gamma - 1)}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\right] = \frac{p_1V_1}{(\gamma - 1)}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\right],$$

где $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ – показатель адиабаты.

Уравнение Пуассона (уравнение адиабатного процесса)

$$pV^\gamma = const, \;\; TV^{\gamma-1} = const, \;\; T^\gamma p^{1-\gamma} = const.$$

Коэффициент полезного действия цикла Карно

$$\eta = \frac{Q - Q_0}{Q} = \frac{T - T_0}{T},$$

где Q и T - количество теплоты, полученное от нагревателя, и его температура, Q_0 и T_0 - количество теплоты, переданное холодильнику, и его темпера-

тура.

Изменение энтропии при переходе из состояния 1 в состояние 2

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}.$$

Уравнение Ван-дер-Ваальса:

для 1 моль газа

$$\left(p + \frac{a}{V_M^2}\right)(V_M - b) = RT,$$

для ν моль газа

$$\left(p + \frac{m^2}{M^2} \cdot \frac{a}{V^2}\right)\left(V - \frac{m}{M} b\right) = \nu RT,$$

где a и b - постоянные Ван-дер-Ваальса, V_M – объем 1 моль газа.

Критические параметры

$$p_{кр} = \frac{a}{27b^2}, \quad T_{кр} = \frac{8a}{27bR}.$$

Собственный объем молекулы

$$V = \frac{b}{4N_A} = \frac{\pi d^3}{6}.$$

Высота поднятия жидкости в капилляре радиусом r

$$h = \frac{2\sigma cos\theta}{\rho g r}$$

Задачи для самостоятельного решения.

1. В баллоне емкостью *30 л* находится сжатый воздух при температуре *17 °С*. После того как часть воздуха израсходовали, давление понизилось на *2 МПа*. Какая часть воздуха была израсходована, если температура его оставалась постоянной? (*Ответ: 722 г.)*

2. Сколько молекул азота находится в сосуде емкостью *1 л*, если средняя квадратичная скорость движения молекул азота *500 м/с*, а давление на стенки сосуда *1 кПа*? (*Ответ* $2{,}58 \cdot 10^{20}$.)

3. Определить среднее число столкновений между молекулами возду-

ха за *1с* в *1 см*^{3} при температуре *7 °С*, если плотность воздуха *0,05 кг/м*^{3}. (*Ответ: 9,7·10*^{25} *с*$^{-1}$.)

4. Вычислить коэффициент диффузии воздуха при давлении *10*^{5} *Па* и температуре *17 °С*. (*Ответ: 1,5·10*$^{-5}$ *м*^{2}*/с.)*

5. Определить молярную массу газа, если удельные теплоемкости равны: c_v*=650 Дж/(кг·К),* c_p*=910 Дж/(кг·К)*. Чему равны молярные теплоемкости C_V и C_P этого газа? (*Ответ 32·10*$^{-3}$ *кг/моль; 20,8 Дж/(моль·К); 29,1 Дж/(моль·К)*.)

6. Определите полную энергию молекул кислорода массой *64 кг*, находящегося при температуре *47 °С*. Какова энергия вращательного движения молекул кислорода? (*Ответ: 13,22 кДж; 5,32 кДж*.)

7. Азот массой *2 кг* при температуре *17 °С* и давлении *10*^{5} *Па* сжимают до давления *1МПа*. Определить работу, затраченную на сжатие, если газ сжимают: 1) изотермически; 2) адиабатно. (*Ответ: 396 кДж; 400 кДж.)*

8. При изобарном расширении воздуха массой *1 кг* его объем увеличился на *100 л*. Найти температуру и работу воздуха при расширении, если начальное давление *10*^{5} *Па*, а начальная температура *15 °С*. (*Ответ: 50 °С; 10,03 кДж.)*

9. Определить изменение энтропии при изотермическом расширении водорода массой *1 г*, если объем газа увеличился в *3* раза. (*Ответ: 4,56 Дж/К*.)

10. При изобарном расширении гелия массой *2 г* его объем изменился в *10 раз*. Каково изменение энтропии? (*Ответ 23,9 Дж/К*.)

11. Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя *127 °С*, холодильника *15 °С*. На сколько надо изменить температуру нагревателя (при неизменной температуре холодильника), чтобы увеличить КПД машины в *2 раза*? (*Ответ: на 255 К*.)

12. В сосуде объемом *1 л* под давлением *1 МПа* находится кислород. Какое количество теплоты необходимо сообщить газу для увеличения его объема в *2 раза* при изобарном расширении и для увеличения его давления в *2 раза* при изохорном процессе? (*Ответ: 3,5 кДж; 2,5 кДж*.)

13. Считая азот идеальным газом, определить его удельные теплоемкости при изохорном и изобарном процессах. (*Ответ: 742 Дж/(кг·К); 1,04 кДж/(кг·К)*.)

14. Температуру смеси азота массой *28 г* и кислорода массой *32* г, находящуюся в закрытом сосуде, изменили на *20 °С*. Определить изменение внутренней энергии смеси. (*Ответ: 0,831 кДж*.)

15. Углекислый газ массой *6,6 кг* занимает объем *3,75 м*^{3} при давлении *0,1 МПа*. Определить температуру газа, считая его идеальным; реальным. (*Ответ:* $T_{ид}$*=301 К;* $T_р$*=302 К.)*

Модуль 3. Электричество и электромагнетизм.

Закон Кулона

$$\vec{F} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}\frac{\vec{r}}{r}$$

Напряженность электрического поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}.$$

Напряженность поля:

точечного заряда

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2},$$

бесконечно длинной заряженной нити

$$E = \frac{Q}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r},$$

равномерно заряженной плоскости

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0},$$

между двумя равномерно и разноименно заряженными бесконечными параллельными плоскостями

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}.$$

Напряженность поля, создаваемого металлической заряженной сферой радиусом R на расстоянии r от ее центра:

на поверхности сферы $(r = R)$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R^2},$$

вне сферы $(r > R)$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}.$$

Электрическое смещение (индукция)

$$\vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0\vec{E}.$$

Поток напряженности электрического поля

$$\Phi = \int_S E_n dS$$

Работа перемещения заряда в электрическом поле из точки 1 в точку 2

$$A = Q\int_1^2 E_l dl; \quad A = Q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Потенциал поля, создаваемого точечным зарядом

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}.$$

Потенциал электрического поля металлической полой сферы радиусом R на расстоянии r от центра сферы:

на поверхности и внутри сферы

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R},$$

вне сферы

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}.$$

Связь потенциала с напряженностью поля

$$E_l = -\frac{d\varphi}{dl}; \quad \vec{E} = -\overrightarrow{grad}\,\varphi.$$

Сила притяжения между двумя разноименно заряженными обкладками конденсатора

$$F = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2 S}{2} = \frac{Q^2}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}.$$

Электроемкость:

уединенного проводника

$$C = \frac{Q}{\varphi},$$

плоского конденсатора

$$C = \frac{Q}{U}; \quad C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d},$$

слоистого конденсатора

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{{d_1}/{\varepsilon_1} + {d_2}/{\varepsilon_2} + \cdots + {d_n}/{\varepsilon_n}}.$$

Электроемкость батареи конденсаторов, соединенных:

параллельно

$$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

последовательно

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}.$$

Энергия поля:

заряженного проводника

$$W_э = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q\varphi}{2},$$

заряженного конденсатора

$$W_э = \frac{1}{2}\varepsilon\varepsilon_0 E^2 V,$$

поляризованного диэлектрика

$$W_э = \frac{1}{2}(\varepsilon - 1)\varepsilon_0 E^2 V,$$

Объемная плотность энергии электрического поля

$$\omega = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{ED}{2} = \frac{D^2}{2\varepsilon\varepsilon_0}.$$

Сила тока

$$I = \frac{dQ}{dt}.$$

Закон Ома для замкнутой (полной) цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$

Закон Ома в дифференциальной форме

$$j = \gamma E = \frac{E}{\rho}.$$

Закон Джоуля-Ленца

$$Q = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t.$$

Сопротивление однородного проводника

$$R = \frac{\rho l}{S}.$$

Удельная проводимость

$$\gamma = \frac{1}{\rho}.$$

Зависимость удельного сопротивления от температуры

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t).$$

Работа тока

$$A = IUt = I^2 Rt \frac{U^2}{R} t.$$

КПД источника тока

$$\eta = \frac{R}{R + r}.$$

Закон Ампера в векторной форме

$$\vec{F} = I[\vec{l}\,\vec{B}],$$

Закон Ампера в скалярной форме

$$F = IBlsin\alpha.$$

Механический момент, действующий на контур с током, помещенный в магнитное поле

$$M = p_m B sin\alpha.$$

Магнитный момент контура с оком

$$p_m = IS.$$

Связь магнитной индукции с напряженностью магнитного поля

$$B = \mu\mu_0 H.$$

Закон Био-Савара-Лапласа

$$dB = \frac{\mu\mu_0 I sin\alpha}{4\pi r^2} dl.$$

Магнитная индукция в центре кругового тока

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}.$$

Магнитная индукция поля:

созданного бесконечно длинным прямолинейным проводником с током

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r},$$

созданного отрезком проводника с током

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi r}(cos\alpha_1 - cos\alpha_2),$$

поля бесконечно длинного соленоида

$$B = \mu\mu_0 nI.$$

Сила взаимодействия двух прямолинейных длинных параллельных проводников с током,

$$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}.$$

Напряженность магнитного поля, создаваемого движущимся зарядом Q

$$H = \frac{Qvsin\alpha}{4\pi r^2}.$$

Сила Лоренца

$$\vec{F}_Л = Q\vec{E} + Q[\vec{v}, \vec{B}].$$

Магнитный поток однородного магнитного поля

$$\Phi = BScos\alpha.$$

Работа по перемещению контура с током в магнитном поле

$$A = I\Delta\Phi.$$

Основной закон электромагнитной индукции

$$\varepsilon_i = -N\frac{d\Phi}{dt}.$$

Потокосцепление

$$\psi = N\Phi.$$

Потокосцепление соленоида

$$\psi = LI.$$

Электродвижущая сила самоиндукции

$$\varepsilon_s = -L\frac{dI}{dt}.$$

Индуктивность соленоида

$$L = \mu\mu_0 n^2 lS.$$

Энергия магнитного поля соленоида

$$W_M = \frac{LI^2}{2}$$

Объемная плотность энергии магнитного поля

$$\omega = \frac{BH}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}.$$

Задачи для самостоятельного решения.

1. Сила гравитационного притяжения двух водяных одинаково заряженных капель радиусом *0,1 мм* уравновешивается кулоновской силой отталкивания. Определите заряд капель. Плотность воды равна *1 г/см*^{3}. *(Ответ: 0,36 нКл)*

2. Определите поток Φ_E вектора напряженности электростатического поля через сферическую поверхность, охватывающую точечные заряды Q_1*=5нКл*, Q_2*=-2нКл. (Ответ: 339 В·м)*

3. Расстояние *l* между зарядами *Q=±2 нКл* равно *20 см*. Определите напряженность *E* поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на

расстоянии $r_1=15$ *см* от первого и $r_2=10$ *см* от второго заряда. *(Ответ: 2,14 кВ/м)*

4. Под действием электростатического поля равномерно заряженной плоскости точечный заряд $Q=1$ *нКл* переместился вдоль силовой линии на расстояние $r=1$ *см*; при этом совершена работа *5 мкДж*. Определите поверхностную плотность заряда на плоскости. *(Ответ: 8,85 мкКл/м^2)*

5. Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно одноименными зарядами с поверхностной плотностью соответственно $\sigma_1=2$*нКл/м^2* и $\sigma_2=4$*нКл/м^2*. Определите напряженность электростатического поля:1) между плоскостями; 2) за пределами плоскостей. Постройте график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной плоскости. *(Ответ: 113 В/м; 339 В/м)*

6. Шар радиусом $R=10$ *см* заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho=10$*нКл/м^3*. Определите напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии $r_1=5$ *см* от центра шара; 2) на расстоянии $r_2=15$ *см* от центра шара. Постройте зависимость $E(r)$. *(Ответ: 169 В/м; 56,5 В/м)*

7. Длинный прямой провод, расположенный в вакууме, несет заряд, равномерно распределенный по длине провода с линейной плотностью *2 нКл/м.* Определите напряженность электростатического поля на расстоянии $r=1$ *м* от провода. *(Ответ: 36 В/м)*

8. На кольце с внутренним радиусом *80 см* и внешним – *1 м* равномерно распределен заряд *10 нКл*. Определите потенциал в центре кольца. *(Ответ: 100 В)*

9. Электростатическое поле создается бесконечной прямой нитью, заряженной равномерно с линейной плотностью $\tau=50$ *пКл/см*. Определите числовое значение и направление градиента потенциала в точке на расстоянии $r=0,5$ *м* от нити. *(Ответ: 180 В/м)*

10. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью. Протон, двигаясь от нити под действием поля вдоль линии

напряженности с расстояния $r_1=1$ *см* до $r_2=5$ *см*, изменил свою скорость от *1* до *10 Мм/с*. Определите линейную плотность заряда нити. *(Ответ: 17,8 мкКл/м)*

11. Электростатическое поле создается равномерно заряженной сферической поверхностью радиусом $R=10$ *см* с общим зарядом $Q=15$ *нКл*. Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $r_1=5$ *см* и $r_2=15$ *см* от поверхности сферы. *(Ответ: 360 В)*

12. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d=5$ *мм*, разность потенциалов $U=1,2$ *кВ*. Определите: 1) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на диэлектрике, если известно, что диэлектрическая восприимчивость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами, $\varkappa=1$. *(Ответ: 4,24 мкКл/м^2; 2,12 мкКл/м^2)*

13. Сплошной шар из диэлектрика радиусом $R=5$ *см* заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho=10$ *нКл/м^3*. Определите энергию электростатического поля, заключенную в окружающем шар пространстве. *(Ответ: 2,46 пДж)*

14. Сферический конденсатор состоит из двух концентрических сфер радиусами $r_1=5$ *см* и $r_2= 5,5$ *см*. Пространство между обкладками заполнено маслом ($\varepsilon=2,2$). Определите: 1) емкость этого конденсатора; 2) шар какого радиуса, помещенный в масло, обладает такой же емкостью. (*Ответ: C=135 пФ, R=0,55 м*).

15. Два плоских воздушных конденсатора одинаковой емкости соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов $U=300$ *В*. Определите разность потенциалов этой системы, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнено слюдой ($\varepsilon=7$). (*Ответ:* $U_1=75$ *В*)

16. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C=10$ *пФ* заряжен до разности потенциалов $U_1=500$ *В*. После отключения конденсатора от источника напряжения расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в три раза. Определите: 1) разность потенциалов на обкладках конденсатора по-

сле их раздвижения; 2) работу внешних сил по раздвижению пластин. (*Ответ:* U_2*=1,5 кВ; А=2,5 мкДж*)

17. Сила тока в проводнике сопротивлением *R=100 Ом* равномерно убывает от I_0*=10 А* до *I =0* время *τ=30 с*. Определите выделившееся за это время в проводнике количество теплоты. (*Ответ: Q=100 кДж)*

18. Плотность электрического тока в медном проводе равна *10 А/см*^{2}. Определите удельную тепловую мощность тока, если удельное сопротивление меди *ρ=17 нОм·м.* (*Ответ: w=170 Дж/(м*^{3}*·с)*)

19. В цепь, состоящую из батареи и резистора сопротивлением *R=8 Ом*, включают вольтметр, сопротивление которого R_v*=800 Ом*, один раз последовательно резистору, другой раз – параллельно. Определите внутреннее сопротивление батареи, если показания вольтметра в обоих случаях одинаковы. (*Ответ: r=0,08 Ом*)

20. Отношение работ выхода электронов из платины и цезия A_{Pt}/A_{Cs}*=1,58*. Определите отношение минимальных скоростей теплового движения электронов, вылетающих из этих металлов. (*Ответ: 1,26*)

21. Термопара железо-константан, постоянная которой *α=5,3* 10^{-5} *В/К* и сопротивление *R=15 Ом*, замкнута на гальванометр. Один спай термопары находится в сосуде с тающим льдом, а второй помещен в среду, температура которой неизвестна. Определите эту температуру, если ток, протекающий через гальванометр, *I=0,2 мА*, а внутреннее сопротивление гальванометра *r=150 Ом*. (*Ответ: T=896 К*)

22. В однородном магнитном поле с индукцией *B=0,5 Тл* находится прямоугольная рамка длиной *a=8 см* и шириной *b=5 см*, содержащая *N=100 витков* тонкой проволоки. Ток в рамке *I=1 А*, а плоскость рамки параллельна линиям магнитной индукции. Определите: 1) магнитный момент рамки; 2) вращающий момент, действующий на рамку. *(Ответ: 0,4 А·м*^{2}*; 0,2 Н·м)*

23. В однородном магнитном поле с индукцией *B=1 Тл* находится квадратная рамка со стороной *a=10 см,* по которой течет ток *I=4 А*. Плоскость рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определите работу *A*,

которую необходимо затратить для поворота рамки относительно оси, проходящей через середину ее противоположных сторон: 1) на *90°*; 2) на *180°*; 3) на *360°*. *(Ответ: 0,04 Дж; 0,08 Дж; 0 Дж)*

24. Принимая, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите, определите отношение магнитного момента p_m эквивалентного кругового тока к моменту импульса L орбитального движения электрона. *(Ответ: 87,8 ГКл/кг)*

25. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам, расстояние между которыми $d=20$ *см*, текут токи $I_1=40$ *А* и $I_2=80$ *А* в одном направлении. Определите магнитную индукцию B в точке A, удаленной от первого проводника на $r_1=12$ см и от второго – на $r_2=16$ *см*. *(Ответ: 120 мкТл)*

26. Определите магнитную индукцию в центре кругового проволочного витка радиусом $R=10$ *см*, по которому течет ток $I=1$*А*. *(Ответ: 6,28 мкТл)*

27. Определите магнитную индукцию B_A на оси тонкого проволочного кольца радиусом $R=10$ *см*, в точке, расположенной на расстоянии $d=20$ *см* от центра кольца, если при протекании тока по кольцу в центре кольца $B=50$*мкТл*. *(Ответ: 4,47 мкТл)*

28. Определите напряженность H поля, создаваемого прямолинейно равномерно движущимся со скоростью $v=5000$ *км/с* электроном, в точке, находящейся от него на расстоянии $r=10$ *нм* и лежащей на перпендикуляре к вектору скорости v, проходящем через мгновенное положение электрона. *(Ответ:)*

29. Электрон, обладая скоростью v=10 Мм/с, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля B=0,1 мТл. Определите нормальное и тангенциальное ускорения электрона. *(Ответ: $1,76\cdot10^{14}$ м/с^2)*

30. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции движется прямой проводник длиной *40 см*. Определите силу Лоренца, действующую на свободный электрон проводника, если возникающая на его концах разность потенциалов составляет *10 мкВ*. *(Ответ: $4\cdot10^{-24}$ Н)*

31. Электрон движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией *B=0,2 мТл* по винтовой линии. Определите скорость *v* электрона, если радиус винтовой линии *R=3 см*, а шаг *h=9 см*. *(Ответ: 1,17 Мм/с)*

32. Используя теорему о циркуляции вектора *B*, рассчитайте магнитную индукцию поля внутри соленоида (в вакууме), если число витков соленоида равно *N* и длина соленоида равна *l*.

33. Прямой провод длиной *l=20 см* с током *I=5 А*, находящийся в однородном магнитном поле с индукцией *B=0,1 Тл*, расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите работу сил поля, под действием которых проводник переместился на *2 см*. *(Ответ: 2 мДж)*

34. В однородном магнитном поле с магнитной индукцией *B=1 Тл* находится плоская катушка из *100 витков* радиусом *r=10 см*, плоскость которой с направлением поля составляет угол $\beta=60°$. По катушке течет ток *I=10 А*. Определите: 1) вращающий момент, действующий на катушку; 2) работу для удаления этой катушки из магнитного поля. *(Ответ: 15,7 Н·м; 27,2 Дж)*

35. В однородном магнитном поле *(B=0,1 Тл)* вращается с постоянной угловой скоростью $\omega=50\ с^{-1}$ вокруг вертикальной оси стержень длиной *l=0,4 м*. Определите ЭДС индукции, возникающей в стержне, если ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям магнитной индукции. *(Ответ: 0,4 В)*

36. Магнитная индукция *B* поля между полюсами двухполюсного генератора равна *1 Тл*. Ротор имеет *140* витков (площадь каждого витка $S=500\ см^2$). Определите частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции равно *220 В*. *(Ответ: 5 $с^{-1}$)*

37. В однородном магнитном поле равномерно вращается прямоугольная рамка с частотой $n=600\ мин^{-1}$. Амплитуда индуцируемой ЭДС $\mathcal{E}_0=3\ В$. Определите максимальный магнитный поток через рамку. *(Ответ: 47,7 мВб)*

38. Через катушку, индуктивность *L* которой равна *200 мГн*, протекает ток, изменяющийся по закону *I=2cos3t*. Определите: 1) закон изменения ЭДС самоиндукции; 2) максимальное значение ЭДС самоиндукции. *(Ответ: 1,2 В)*

39. Определите, через сколько времени сила тока замыкания достигнет *0,95* предельного значения, если источник тока замыкают на катушку сопротивлением R=*12 Ом* и индуктивностью *0,5 Гн*. *(Ответ: 125 мс)*

40. Бесконечно длинный соленоид длиной $l=0,8$ *м* имеет однослойную обмотку из алюминиевого провода массой $m=400$ *г*. Определите время релаксации τ для этого соленоида. Плотность и удельное сопротивление алюминия равны соответственно $\rho=2,7$ *г/см*^{3} и $\rho'=26$ *нОм·м*. *(Ответ: 712 мкс)*

41. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1=0,12$ *Гн*, второй – $L_2=3$ *Гн*. Сопротивление второй катушки $R_2=300$ *Ом*. Определите силу тока I_2 во второй катушке, если за время $\Delta t=0,01$ *с* силу тока в первой катушке уменьшить от $I_1=0,5$ *А* до нуля. *(Ответ: 0,1 А)*

42. Соленоид, находящийся в диамагнитной среде, имеет длину $l=30$ *см*, площадь поперечного сечения $S=15$ *см*^{2} и число витков $N=500$. Индуктивность соленоида $L=1,5$ *мГн*, а сила тока, протекающего по нему, $I=1$ *А*. Определите: 1)магнитную индукцию внутри соленоида; 2) намагниченность внутри соленоида. *(Ответ: 2 мТл)*

43. Запишите полную систему уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и объясните физический смысл каждого из уравнений.

44. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью $L=6$ *мкГн*, конденсатор емкостью $C=10$ *нФ* и резистор сопротивлением $R=10$ *Ом*. Определите для случая максимума тока отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля. *(Ответ: 6)*

45. Определите добротность Q колебательного контура, состоящего из катушки индуктивностью $L=2$ *мГн*, конденсатора емкостью $C=0,2$ *мкФ* и резистора сопротивлением $R=1$ *Ом*. *(Ответ: 100)*

46. К зажимам генератора присоединен конденсатор емкостью $C=0,15$ *мкФ*. Определите амплитудное напряжение на зажимах, если амплитудное значение силы тока равно *3,3 А*, а частота тока составляет *5 кГц*. *(Ответ: 0,7 кВ)*

47. Определите в случае переменного тока (*ν=50 Гц*) полное сопротивление участка цепи, состоящего из параллельно включенного конденсатора емкостью *C=10 мкФ* и резистора сопротивлением *R=50 Ом*. *(Ответ: 49,4 Ом)*

48. Активное сопротивление колебательного контура *R=0,4 Ом*. Определите среднюю мощность <*P*>, потребляемую колебательным контуром, при поддержании в нем незатухающих гармонических колебаний с амплитудным значением силы тока I_m*=30 мА*. *(Ответ: 18 мВт)*

Модуль 4. Волны. Оптика.

Уравнение гармонического колебания

$$s = Asin(\omega t + \varphi_0),$$

где A - амплитуда колебания, ω - циклическая частота, φ_0 - начальная фаза.

Период колебания маятников:

пружинного

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

физического

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgl}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}},$$

математического

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где m - масса маятника, k - жесткость пружины, J - момент инерции маятника, g - ускорение свободного падения, l - расстояние от точки подвеса до центра масс, L – приведенная длина физического маятника.

Период колебаний в электрическом колебательном контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L - индуктивность контура, C - емкость конденсатора.

Уравнение плоской волны, распространяющейся вдоль оси OX

$$s = Asin\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_0\right],$$

где v - скорость распространения волны.

Длина волны

$$\lambda = vT,$$

где T - период волны.

Скорость распространения электромагнитной волны

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}},$$

где c - скорость света в вакууме, ε - диэлектрическая проницаемость среды, μ - магнитная проницаемость среды.

Скорость распространения звука в газах

$$v = \sqrt{\gamma\frac{RT}{M}},$$

где γ - отношение теплоемкостей газа при постоянных давлении и объеме, R - молярная газовая постоянная, T - термодинамическая температура, M - молярная масса газа.

Вектор Пойтинга

$$\vec{P} = \left(\vec{E} \cdot \vec{H}\right),$$

где $\vec{E}$ и $\vec{H}$ - напряженности электрического и магнитного полей электромагнитной волны.

Оптическая длина пути в однородной среде

$$L = ns,$$

где s - геометрическая длина пути световой волны, n - показатель преломления среды.

Оптическая разность хода

$$\Delta = L_2 - L_1,$$

где L_2 и L_1 - оптические пути двух световых волн.

Условие интерференционного максимума

$$\Delta = \pm m\lambda_0, \quad m = 0, 1, 2, \ldots$$

Условие интерференционного минимума

$$\Delta = \pm(2m-1)\frac{\lambda_0}{2}, \quad m = 1, 2, \ldots$$

где λ_0 - длина световой волны в вакууме.

Ширина интерференционных полос в опыте Юнга

$$\Delta x = \frac{\lambda_0 l}{d},$$

где d - расстояние между когерентными источниками света, l - расстояние от источников до экрана.

Оптическая разность хода в тонких пленках:

в проходящем свете

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - sin^2 i},$$

в отраженном свете

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - sin^2 i} + \frac{\lambda_0}{2}$$

где d – толщина пленки, n - показатель преломления пленки, i - угол падения света.

Радиусы колец Ньютона

светлых В проходящем свете или темных в отраженном

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}, \quad m = 1, 2, \ldots$$

темных в проходящем свете или светлых в отраженном

$$r_m = \sqrt{(2m-1)R\frac{\lambda}{2}}, \quad m = 1, 2, \ldots$$

где R - радиус кривизны линзы, λ - длина световой волны в среде.

Радиусы зон Френеля для

сферической волновой поверхности

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b}m\lambda}, \quad m = 1, 2, \ldots$$

плоской волновой поверхности

$$r_m = \sqrt{m\lambda b},$$

где a - радиус волновой поверхности, b - кратчайшее расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения.

Направление дифракционных максимумов от одной щели

$$\varphi_0 = 0, \qquad a \sin \varphi_m = \pm \frac{(2m+1)\lambda}{2}, \qquad m = 1, 2, \ldots$$

Направление дифракционных минимумов

$$a \sin \varphi_m = \pm m\lambda, \;\; m = 1, 2, \ldots$$

где a - ширина щели.

Направление главных максимумов дифракционной решетки

$$d \sin \varphi_m = \pm \; m\lambda, \qquad m = 1, 2, \ldots$$

где d - постоянная дифракционной решетки.

Разрешающая способность дифракционной решетки

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN,$$

где $\Delta\lambda$ - минимальная разность длин волн двух спектральных линий, разрешаемых решеткой, m - порядок спектра, N - общее число щелей решетки.

Формула Вульфа-Брэггов

$$2d \sin \theta_m = m\lambda, \;\; m = 1, 2, \ldots$$

где d - расстояние между атомными плоскостями кристалла, θ_m - угол скольжения рентгеновских лучей.

Степень поляризации

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

где I_{max} и I_{min} - максимальная и минимальная интенсивность поляризованного света.

Закон Брюстера

$$tg i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

где i_0 - угол Брюстера, n_1 и n_2 - показатели преломления первой и второй сред.

Закон Малюса

$$I = I_0 cos^2\alpha$$

где I_0 и I - интенсивность плоскополяризованного света, падающего и прошедшего через поляризатор, α - угол между плоскостью поляризации падающего света и главной плоскостью поляризатора.

Угол поворота плоскости поляризации света:

в кристаллах и чистых жидкостях

$$\varphi = \varphi_0 l$$

растворах

$$\varphi = [\varphi_0]cl$$

где φ_0 - постоянная вращения, $[\varphi_0]$ - удельная постоянная вращения, c - концентрация оптически активного вещества в растворе, l - расстояние, пройденное светом в оптически активном веществе.

Фазовая скорость света

$$v = \frac{c}{n}$$

где c - скорость света в вакууме, n - показатель преломления среды.

Дисперсия света

$$D = \frac{dn}{d\lambda}$$

Групповая скорость света

$$u = \frac{c}{n}\left(1 + \frac{\lambda}{n}\frac{dn}{d\lambda}\right)$$

Направление излучения Вавилова-Черенкова

$$\cos\theta = \frac{c}{nv}$$

где v - скорость заряженной частицы.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Написать уравнение гармонического колебания, если амплитуда его *10 см*, максимальная скорость *50 см/с*, начальная фаза *15°*. Определить период колебания и смещение колеблющейся точки через *0,2 с* от начала колебания.

2. Найти закон изменения периода колебания математического маятника с поднятием маятника над поверхностью Земли. (*Ответ:* $T = 2\pi\sqrt{\frac{lR}{GM}}$)

3. Какую наименьшую толщину должна иметь мыльная пленка, чтобы отраженные лучи имели красную окраску *(λ=0,63 мкм*)? Белый луч падает на пленку под углом *30°* (*n=1,33*). (*Ответ: 0,13 мкм.)*

4. Для получения колец Ньютона используют плосковыпуклую линзу. Освещая ее монохроматическим светом с длиной волны *0,6 мкм*, установили, что расстояние между *5* и *6* светлыми кольцами в отраженном свете равно *0,56 мм*. Определить радиус кривизны линзы. (*Ответ: 10,4 м*.)

5. Расстояние между двумя когерентными источниками (опыт Юнга) *0,55 мм*. Источники испускают свет длиной волны *550 нм*. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем *1 мм*? (*Ответ: 1 м.)*

6. Постоянная дифракционной решетки *2,5 мкм*. Определить наибольший порядок спектра, общее число главных максимумов в дифракционной картине и угол дифракции в спектре 2-го прядка при нормальном падении монохроматического света с длиной волны *0,62 мкм*. (*Ответ: 4, 9,* $\varphi_2=30°$*.)*

7. Какую разность длин волн $\Delta\lambda$ может разрешить дифракционная решетка с периодом *2,5 мкм* шириной *1,5 см* в спектре 3-го порядка для зеленых лучей *(λ=0,5 мкм)*. (*Ответ:* $2{,}8\cdot10^{-11}$ *м.)*

8. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен на расстоянии *1 м* от точечного источника монохроматического света *(λ=0,5 мкм)*. Посередине между экраном и источником помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком наименьшем диаметре отверстия центр дифракционной картины будет темным? (*Ответ: 1мм.)*

9. Свет от монохроматического источника *(λ=0,6 мкм)* падает нормально на диафрагму с круглым отверстием *r=0,6 мм*. Темным или светлым будет центр дифракционной картины на экране, находящемся на расстоянии *b=0,3 м* от диафрагмы? (*Ответ: 2 – центр темный.)*

10. Определить расстояние между атомными плоскостями в кристалле каменной соли, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается при падении рентгеновских лучей с длиной волны *0,147 нм* под углом *15°12′* к поверхности кристалла. (*Ответ: 0,28 нм.)*

11. Естественный свет падает на кристалл алмаза под углом полной поляризации. Найти угол преломления света (*n=2,42*). (*Ответ: 22°30'.)*

12. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы свет, отраженный от поверхности воды, был максимально поляризован? *($n_в$=1,33.)* (*Ответ: 37°.)*

13. Интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор, уменьшилась в *2,3* раза. Во сколько раз она уменьшится, если за первым поставить второй такой же поляризатор так, чтобы угол между их главными плоскостями был равен *60°*? (*Ответ: 10,6.)*

14. Луч света, проходя слой льда, падает на алмазную пластинку, частично отражается, частично преломляется. Определить, каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч был максимально поляризован. (*Ответ: 61,5°*.)

15. Раствор сахара с концентрацией *0,25 г/см^3* толщиной *20 см* поворачивает плоскость поляризации монохроматического света на *30°20′*. Другой раствор толщиной *15 см* поворачивает плоскость поляризации на *20°*. Определить концентрацию сахара во втором растворе. (*Ответ: 0,22 г/см^3*.)

Модуль 5. Квантовая природа излучения. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердого тела.

Закон Стефана-Больцмана

$$R = \sigma T^4,$$

где R - энергетическая светимость черного тела, T - термодинамическая температура тела, σ - постоянная Стефана-Больцмана.

Закон смещения Вина

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T},$$

где λ_{max} - длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения черного тела, b - постоянная Вина.

Энергия фотона

$$E = h\nu,$$

где h - постоянная Планка, ν - частота света.

Давление света при нормальном падении на поверхность

$$p = \frac{E}{c}(1 + \rho) = \omega(1 + \rho),$$

где E - энергетическая освещенность (интенсивность света), ρ - коэффициент отражения, ω - объемная плотность энергии излучения.

Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

$$E = A + E_{кmax},$$

где A - работа выхода электронов из металла, $E_{кmax}$ - максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

Комптоновская длина волны частицы

$$\lambda_C = \frac{h}{mc} = \frac{hc}{E_0}$$

где m - масса частицы, E_0 - энергия покоя частицы.

Изменение длины волны излучения при эффекте Комптона

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_C(1 - cos\theta) = 2\lambda_C sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right),$$

где λ и λ' - длина волны падающего и рассеянного излучения, θ - угол рассеяния.

Длина волны де Бройля

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

где h - постоянная Планка, p - импульс частицы.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга:

для координаты и импульса

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar, \ \ \hbar = \frac{h}{2\pi},$$

где Δx - неопределенность координаты частицы, Δp_x - неопределенность проекции импульса частицы на соответствующую координатную ось;

для энергии и времени

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi} = \hbar,$$

где ΔE - неопределенность энергии частицы в некотором состоянии, Δt - время нахождения частицы в этом состоянии.

Плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства

$$\omega = |\psi|^2,$$

где ψ - волновая функция частицы.

Волновая функция, описывающая состояние частицы в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{l}} sin \frac{n\pi x}{l},$$

где l - ширина ямы, x - координата частицы в яме $0 < x < l$, - квантовое число (n=1, 2, 3, …)

Энергия частицы в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме

$$E_n = \frac{h^2}{8ml^2} n^2,$$

где m - масса частицы.

Сериальные формулы спектра водородоподобных атомов

$$\frac{1}{\lambda} = R' Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}\right),$$

где λ - длина волны спектральной линии, R' - постоянная Ридберга, Z - порядковый номер элемента, $n = 1, 2, 3, \ldots$ $k = n + 1, n + 2, \ldots$

Спектральные линии характеристического рентгеновского излучения

$$\frac{1}{\lambda} = R'(Z - a)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}\right),$$

где a - постоянная экранирования.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Абсолютно черное тело было нагрето от температуры *100* до *300 °С*. Найти, во сколько раз изменилась мощность суммарного излучения при этом. (*Ответ: возрастает в 6 раз.)*

2. Максимум энергии излучения абсолютно черного тела приходится на длину волны *450 нм*. Определить температуру и энергетическую светимость тела. (*Ответ: 6422 К, $9{,}6\cdot10^{7}$ (Вт/м^{2})*.)

3. Определить давление солнечных лучей, нормально падающих на зеркальную поверхность. Интенсивность солнечного излучения принять равной *1,37 кВт/м^{2}*. (*Ответ: $9\cdot10^{-6}$ Па.)*

4. Красная граница фотоэффекта для никеля равна *0,257 мкм*. Найти длину волны света, падающего на никелевый электрод, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов, равной *1,5 В*. (*Ответ: 0,196 мкм*.)

5. Гамма-фотон с длиной волны *1,2 пм* в результате комптоновского рассеяния на свободном электроне отклонился от первоначального направления на угол *60°*. Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился. (*Ответ: 0,521 МэВ, $4{,}8\cdot10^{-13}$ кг·м/с.)*

6. Атом водорода испустил фотон с длиной волны *4,86 -10^{-7} м*. На сколько изменилась энергия электрона в атоме? (*Ответ: 2,56 эВ*.)

7. Определить первый боровский радиус орбиты в атоме водорода и скорость движения электрона по этой орбите. (*Ответ: 2,2 Мм/с.)*

8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестой орбиты на вторую. (*Ответ: 410 нм*.)

9. Кинетическая энергия протона в *4 раза* меньше его энергии покоя. Вычислить дебройлеровскую длину волны протона. (*Ответ: $1{,}77\cdot10^{-15}$ м.)*

10. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов *U*. Найти длину волны де Бройля для случаев: *U=51 В; U=510 В*. (*Ответ: 1,72·10*$^{-10}$ *м, 1,4·10*$^{-12}$ *м.)*

11. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода порядка *10 эВ*. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные линейные размеры атома. (*Ответ: 0,62·10*$^{-10}$ *м.)*

12. Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной *l* на втором энергетическом уровне. В каких точках ямы плотность вероятности обнаружения частицы совпадает с классической плотностью вероятности?

13. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале $0<x<\frac{l}{2}$ на третьем энергетическом уровне. (*Ответ: 0,5.)*

Модуль 6. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц

Дефект массы ядра

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_я = Zm_H - (A - Z)m_n - m_a,$$

где m_p - масса протона, m_n - масса нейтрона, m_H - масса атома ${}^1_1H$, m_a и $m_я$ масса атома и его ядра${}^A_ZX$, Z и A - зарядовое и массовое числа.

Энергия связи ядра

$$E_{св} = c^2\Delta m,$$

где c - скорость света в вакууме.

Удельная энергия связи

$$\varepsilon_{св} = \frac{E_{св}}{A}.$$

Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 exp(-\lambda t),$$

где N_0 - начальное число радиоактивных ядер в момент времени $t = 0$, N - число нераспавшихся ядер в момент времени t, λ - постоянная радиоактивного распада.

Активность радиоактивного вещества

$$a = -\frac{dN}{dt} = \lambda N.$$

Энергия ядерной реакции

$$Q = c^2\left(m_1 + m_2 - \sum m_i^{'}\right),$$

где m_1 и m_2 - массы покоя частиц, вступающих в реакцию, $\sum m_i^{'}$ - сумма масс покоя частиц, образовавшихся в результате реакции.

Закон поглощения излучения веществом

$$I = I_0 exp(-\mu x),$$

где I_0 - интенсивность излучения на входе в поглощающий слой вещества, I - интенсивность излучения после прохождения поглощающего вещества толщиной x, μ - линейный коэффициент поглощения.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Вычислить дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра ${}^{16}_{8}O$. (*Ответ: 0,13708 а.е.м., 128 МэВ,8 МэВ.)*

2. Ядро, состоящее из *92* протонов и *143* нейтронов, выбросило α-частицу. Какое ядро образовалось при α-распаде? Определить дефект массы и энергию связи образовавшегося ядра. (*Ответ: 1,898 а.е.м., 1775 МэВ.)*

3. За год распалось *60%* некоторого исходного радиоактивного элемента. Определить период полураспада этого элемента. (*Ответ: 0,76 года.)*

4. Вычислить энергию ядерной реакции ${}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He \rightarrow p + {}^{7}_{3}Li$. Выделяется или поглощается энергия при этой реакции? (*Ответ: 17,4 МэВ.)*

Лабораторный практикум

- **Общие положения**

Инженер пользуется методами физики для решения инженерных задач. Он не должен открывать новые физические явления, но обязан уметь применять физические законы. Поэтому для студентов технических вузов наиболее существенно изучение элементов техники измерений, ознакомление с современными видами приборов, приобретение умения видеть физическую задачу в

технической проблеме.

Главные задачи лабораторного практикума по общей физике таковы:

1) экспериментальная проверка физических законов;

2) освоение методики измерений и приобретение навыков физического эксперимента;

3) изучение принципов работы физических приборов;

4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению эксперимента, студенту необходимо внимательно ознакомится с методическим описанием лабораторной работы. Методические описания содержат:

1) название работы, ее цель;

2) перечень приборов и принадлежностей;

3) краткую теорию;

4) методику эксперимента;

5) выполнение работы;

6) обработку результатов измерений;

7) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и

неисправности установки. Поэтом этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучается темы еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Для облегчения подготовки к сдаче

теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании.

Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета. Проверив приборы установки, подготовив их к работе, студент приступает к наблюдению тех эффектов или явлений, которым посвящена данная работа. Опыт экспериментальной работы нельзя приобрести без самостоятельного экспериментирования. Отсчёт измеряемых величин полагается производить с максимальной точностью. Поэтому перед снятием результатов измерений необходимо проверять нулевые показания приборов и установить цены деления на шкалах. Этап обработки результатов измерений не менее важен, чем проведение эксперимента Многие физические законы, полученные в результате экспериментальных исследований, выражаются в виде математических формул, связывающих числовые значения физических характеристик. Поэтому обязательно следите за тем, чтобы, при выполнении тех или иные измерения, были разумно согласованы друг с другом точность определения различных величин.

Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Кроме системы координат с равномерным масштабом применяют полулогарифмические и логарифмические шкалы.

Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения. Правила расчета погрешностей изложены ниже. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в приложении к данному пособию.

- **Классификация погрешностей**

Каждая из работ физического практикума требует проведения измерений физических величин. Измерить физическую величину – значит сравнить ее с другой однородной величиной, принятой за единицу измерения. Различают

прямые и косвенные измерения. Прямыми называют такие измерения, в которых значение интересующей нас величины получается непосредственно путем отсчета по прибору, предназначенному для измерения этой величины. Косвенные измерения это измерения, которые требуют производства

математических операций над результатами прямых измерений. Примером косвенного измерения может служить измерение мощности на участке электрической цепи, при котором ее значение вычисляется по формуле по известным значениям силы тока и напряжения на этом участке, измеренным прямым способом.

Измерить какую-либо физическую величину точно, т.е. получить ее истинное значение, невозможно, так как при измерении всегда допускается погрешность. Погрешность измерений зависит от многих факторов, в частности, от точности измерительных приборов, методики измерения, субъективных качеств экспериментатора, влияния внешней среды и т.д. По своему характеру погрешности разделяют на случайные, систематические и промахи.

Случайные погрешности вызываются большим числом случайных причин, действие которых на каждое измерение различно и не может быть заранее учтено.

Систематические погрешности при повторном измерении тем же методом в неизменных условиях повторяются, не изменяясь ни по величине, ни по знаку. Они связаны с ограниченной точностью приборов, неправильным выбором метода измерений, неправильной установкой прибора.

Промахи возникают вследствие неисправности прибора, невнимательности экспериментатора, при нарушении методики эксперимента или условий ее проведения.

В дальнейшем мы будем определять только случайные погрешности. Результаты измерений, содержащие систематические погрешности и промахи, отбрасывать.

По своему содержанию погрешности разделяются на абсолютные и относительные. Абсолютная погрешность определяет границы интервала, внутри

которого с некоторой вероятностью заключено истинное значение измеряемой величины, и равной взятой по модулю разности между истинным значением измеряемой величины $x_{ист}$ и его приближенным значением x

$$\Delta x = |x_{ист} - x|$$

Но так как истинное значение измеряемой величины остается неизвестным, то в качестве наилучшего значения берется ее среднее арифметическое, т.е.

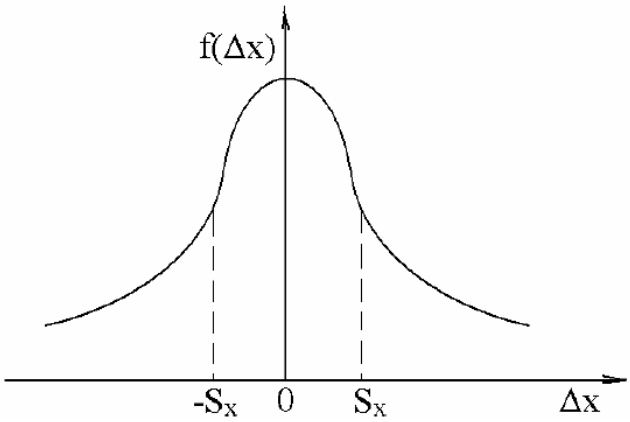
$$\langle x \rangle = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n} x_i,$$

где $\sum$ означает суммирование от i=1 до i=n. Тогда абсолютная погрешность отдельного i-го измерения запишется так

$$\Delta x_i = |\langle x \rangle - x_i|.$$

Относительной погрешностью ε_x называется отношение абсолютной погрешности Δx к значению $x_{ист}$, т.е.

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{ист}}.$$



Различные по величине случайные погрешности Δx_i обладают различной вероятностью $f(\Delta x)$ своего появления и в большинстве физических измерений при достаточно большом числе (n≥30) подчиняется так называемому распределению Гаусса или нормальному распределению.

Вид этого распределения приведен на рисунке. Точки перегиба на приведенной кривой позволяют определить среднюю квадратичную погрешность среднего арифметического или стандартное отклонение. В теории погрешностей, основанной на теории вероятностей, стандартное отклонение определяется по формуле

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i^2}{n(n-1)}}.$$

При большом числе измерений средняя квадратичная погрешность определяет интервал

$$\langle x \rangle \pm S_x$$

в котором находится истинное значение измеряемой величины с доверительной вероятностью α=95%. На практике мы делаем небольшое число измерений. Кроме того, хотелось бы получить интервал, в котором находится истинное значение измеряемой величины, с большей доверительной вероятностью. Английский ученый В. С. Госсет, опубликовавший свою работу под псевдонимом Стъюдент, показал, доверительный интервал, в котором находится истинное значение при заданной доверительной вероятности, имеет вид

$$\langle x \rangle \pm \Delta x, \quad \Delta x = S_x \cdot t_{\alpha f}$$

где δ_x – абсолютная погрешность измеряемой величины при заданной доверительной вероятности, $t_{\alpha f}$ - коэффициент Стьюдента. Таблица коэффициентов Стьюдента приведена в приложении.

Относительная погрешность измерения с заданной доверительной вероятностью определяется выражением:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle}.$$

- **Оценка погрешности прямых измерений**

Рассмотрим более детально обработку результатов прямых измерений. Допустим, что мы получили ряд значений x_1, x_2 … x_n, которые в общем случае отличаются друг от друга. Для таких измерений порядок обработки результатов следующий.

1. Вычисляется среднее значение *n* измерений:

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i}^{n} x_i,$$

2. Находятся погрешности отдельных измерений:

$$\Delta x_i = |\langle x \rangle - x_i|.$$

3. Определяется средняя квадратичная погрешность среднего:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i^2}{n(n-1)}}.$$

4. Задается значение доверительной вероятности α. Затем по таблице определяется коэффициент Стьюдента $t_{\alpha f}$ для данных доверительной вероятности α и числа проведенных измерений n.

5. Находится абсолютная погрешность измерения:

$$\Delta x = S_x \cdot t_{\alpha f}.$$

6. Если величина погрешности результата измерения окажется сравнимой с величиной погрешности прибора, в качестве абсолютной погрешности следует взять величину

$$\Delta x_{рез} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta x_{приб})^2},$$

$$\Delta x_{приб} = \frac{t_{\alpha\infty} \cdot \Delta_{собст}}{3}.$$

Здесь $t_{\alpha\infty}$ - коэффициент Стьюдента для n=∞; $\Delta_{собст}$ - величина собственной погрешности прибора, которая во многих случаях принимается равной половине цены деления (линейки, микрометра, секундомера, термометра и т.д.). Для электроизмерительных приборов $\Delta_{собст}$ определяется по его классу точности.

7. Оценивается относительная погрешность:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle}.$$

8. Записывется окончательный результат измерения и указывается доверительная вероятность:

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta x, \;\; \varepsilon_x \ldots., \alpha = 0{,}95.$$

- **Оценка погрешности косвенных измерений**

В математической статистике показано, что результат косвенных измерений <z> и погрешность косвенных измерений Δz (доверительный интервал), если зависимость имеет вид $z = f(x,y,\ldots)$, определяются выражениями

$$< z >= f(< x >,< y >,\ldots),$$

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{df}{dx}\right)^2 \cdot (\Delta x)^2 + \left(\frac{df}{dy}\right)^2 \cdot (\Delta y)^2 + \ldots},$$

где <x>, <y>, … – результат прямых измерений; Δx, Δy, … – доверительные интервалы величин x, y, ..., полученных в прямых измерениях. Результаты косвенных измерений записываются окончательно в виде z = <z> ± Δz, $\varepsilon = \frac{\Delta z}{< z >} 100\%$.

- **Представление экспериментальных результатов**

Полученные в опыте значения измеряемой величины заносятся, как правило, в таблицу либо представляются в виде графика.

Представление результатов измерений в виде графиков необходимо для наглядности и определения ряда величин. Масштаб выбирается таким, чтобы, во-первых, экспериментальные точки не сливались, во-вторых, обозначался простыми числами (10, 100, 0,1 и т.д.); в-третьих, занимал размеры около страницы. По осям откладываются деления и указываются символы величин и их единицы измерения. Погрешности изображаются в виде отрезков длиной в доверительный интервал. На рисунке представлен график зависимости углового ускорения ε от момента внешних сил M маятника Обербека, полученный в лабораторной работе “Изучение динамики вращательного движения твердого тела”.

В физике широко распространена линейная зависимость между величинами, в том числе и между теми, которые изучаются экспериментально. В этом случае наилучший вид аппроксимирующей прямой может быть выбран методом наименьших квадратов. Рассмотрим этот метод.

Пусть в эксперименте в n измерениях получены пары значений $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots, (x_n, y_n)$, отвечающие зависимости $y = ax + b$, параметры a и b которой должны быть найдены. Предполагается, что с погрешностями определена лишь совокупность значений y. Тогда отклонение в каждом i-м изменении значения аппроксимирующей прямой от экспериментально полученного y_i составляет: $y_i - ax_i - b$. Наилучшие значения a и b выбираются так, чтобы сумма квадратов ошибки $S = \sum_{i=1}^{n}(y_i - ax_i - b)^2$ была минимальной. Из условия минимума следует

$$\frac{dS}{da} = \sum_{i=1}^{n}\left[-2x_i(y_i - ax_i - b)\right] = 0;$$

$$\frac{dS}{db} = \sum_{i=1}^{n}\left[-2(y_i - ax_i - b)\right] = 0.$$

Для определения a и b получается система из двух уравнений

$$\begin{cases} a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i; \\ a\sum_{i=1}^{n} x_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^{n} y_i. \end{cases}$$

Отсюда вытекают формулы для искомых a и b

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \langle x \rangle) y_i}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \langle x \rangle)^2}; \; b = \langle y \rangle - a \langle x \rangle$$

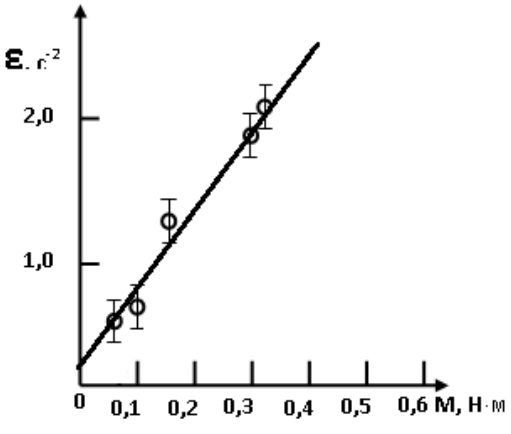


Рис. 2:

Ф – экспериментальные точки с указанием погрешности;

- **Приближенные вычисления**

Результат измерений представляет собой приближенное число, точность которого определяется ошибкой.

Пусть, например, в опыте с математическим маятником погрешность определения ускорения свободного падения равна 0,05 м/с^2, а g равно 9,83 м/с^2. Результат записывается в виде $g = 9{,}83 \pm 0{,}05$ м/с^2. Очевидно, что вычислять результат опыта с точностью до тысячных долей не имеет смысла, так как ошибка составляет сотые доли, и тем более бесполезно указывать тысячные доли при записи результата.

Полученное число (результат измерений) – приближенное, последняя цифра – сомнительная, а остальные верные. Так получается при любых измерениях.

При записи окончательного результата оставляют только значащие цифры (верные и сомнительную цифры). Если приближенное число входит в расчетную формулу, в нем сохраняют одну “неверную” цифру. Далее пользуются правилами вычислений с приближенными числами и правилами округления.

Вопросы для самоконтроля

1. Как определяется величина систематической ошибки?

2. Как определяется величина случайной ошибки прямых измерений? На что указывает величина доверительного интервала?

3. Выразить доверительный интервал величины z, полученной при косвенных измерениях, через доверительные интервалы величин x, y, t, r, u, v, h, полученных в прямых измерениях для следующих зависимостей:

а) $z = \pi r^2 \cdot h$; б) $z = r(x^2 - y^2)/t^4(u^2 - v^2)$; в) $z = x^2 \cdot \cos y$.

4. Как изобразится на графике погрешность величины, отложенной вдоль оси абсцисс?

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю

для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить, обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподава-

теля в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

• Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

• Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

• Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

• Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

• Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и

лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Для студента она начинается с первых дней учебы в высшем учебном заведении. Правильно организованная самостоятельная работа при изучении нового материала и в процессе закрепления на занятиях по физике повышает у студентов мотивацию к изучению дисциплины, развивает мышление, способствует повышению качества знаний и уровню их профессиональной подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладской, В.М. Сборник задач по физике с решениями: пособие для втузов./ В.М. Гладской, П.И. Самойленко. – М.: Дрофа, 2004. – 288 с.

2. Мелешина, А. М. О преподавании физики в вузе/ А. М. Мелешина, И. К. Зотова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1989. – 160 с.

3. Пологрудов, В. А. Вопросы методики преподавания физики в вузе/ В. А. Пологрудов. – Кемерово, 1979. – 100 с.

4. Ригер, Е.Р. Самостоятельная работа студентов по физике: методические указания для студентов УлГТУ /сост. Е.Р. Ригер, Ю.Р. Гильманов и др. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 38 с.

5. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями: учеб. пособие для вузов/ Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова. – М.: Высш. шк., 1999. – 591 с.

Приложение 1 Образец оформления титульного листа
для расчетно-графических работ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

Кафедра Физики

Расчетно-графическая работа по физике №____

Тема:_____

Выполнил: студент _____ группы _____ ФИО студента

Проверил: (звание, степень) _____ ФИО преподавателя

Благовещенск _____

Лабораторная работа №____

…….Наименование работы……

Цель работы:……

Оборудование:……..

Краткая теория: …….(Ответы на контрольные вопросы, указанные в конце каждой лабораторной работы)……

Схема установки:……..

Рабочие формулы:……..

Таблица результатов измерений: (как правило, таблица указана в описании лабораторной работы).

Расчеты: (следует привести все расчеты)

Результаты и выводы

Таблица - Коэффициенты Стьюдента

Число степеней свободы f	Надежность α							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,999
1	1,00	1,38	2,0	3,1	6,9	12,7	31,8	636,6
2	0,82	1,06	1,3	1,9	2,9	4,3	7,0	31,6
3	0,77	0,98	1,3	1,6	2,4	3,2	4,5	12,9
4	0,74	0,94	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	8,6
5	0,73	0,92	1,2	1,5	2,0	2,6	3,4	6,9
6	0,72	0,90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,1	6,0
7	0,71	0,90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	5,4
8	0,71	0,90	1,1	1,4	1,9	2,3	2,9	5,0
9	0,70	0,88	1,1	1,4	1,8	2,3	2,8	4,8
14	0,69	0,87	1,1	1,3	1,8	2,1	2,6	4,1
19	0,69	0,86	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	3,9
39	0,68	0,85	1,1	1,2	1,7	2,0	2,4	3,5
∞	0,67	0,84	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	3,3

Число степеней свободы равно числу независимых величин Δx_i. При расчете S_x из *n* значений только *n-1* значений будут независимыми, т.к. величины Δx_i связаны одним уравнением:

$$\sum \Delta x_i = 0.$$

Поэтому в данном случае число степеней свободы будет равно:

$$f = n - 1.$$

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение		3
1	Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса.	4
2	Цели и основные задачи СРС.	7
3	Виды самостоятельной работы.	8
4	Организация СРС.	9
5	Общие рекомендации по организации самостоятельной работы	12
6	Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы	17
Заключение		82
Список литературы		83
Приложения		84