

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

1.Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	4
2.Результаты освоения учебной дисциплины.....	4
3.Задания для оценивания и критерии оценки.....	10
4.Список рекомендуемой литературы.....	42

1 Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (далее — ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу общеобразовательной учебной дисциплины БД 05. Физика

ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

ФОС разработаны в соответствии с:

- ФГОС среднего общего образования;
- рабочей программой учебной дисциплины БД.05 Физика

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов: - для текущего контроля – практические и самостоятельные работы, - для рубежного контроля – контрольная работа, - для промежуточной аттестации – экзамен.

2. Результаты освоения учебной дисциплины

Освоение содержания дисциплины «Физика» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

Личностные результаты освоения учебного предмета «Физика» должны отражать готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности, в том числе в части:

гражданского воспитания:

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;

принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;

готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в школе и детско-юношеских организациях;

умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

патриотического воспитания:

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;

ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских учёных в области физики и технике;

духовно-нравственного воспитания:

сформированность нравственного сознания, этического поведения;

способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности учёного;

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

эстетического воспитания:

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке;

трудового воспитания:

интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни;

экологического воспитания:

сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;

планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;

Расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике;

ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;

осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по физике для уровня среднего общего образования у обучающихся совершенствуется эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:

самосознания, включающего способность понимать своё эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;

социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

Метапредметные результаты освоения программы среднего общего образования должны отражать:

Овладение универсальными познавательными действиями:

1) базовые логические действия:

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

2) базовые исследовательские действия:

владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания; владеть видами деятельности по получению нового знания,

его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;

выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;

давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;

уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей; выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

3) работа с информацией:

владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

оценивать достоверность информации;

использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

создавать тексты физического содержания в различных форматах с учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

4) Овладение универсальными коммуникативными действиями: общение:

осуществлять общение на уроках физики и во вне-урочной деятельности; распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов, и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

5) Овладение универсальными регулятивными действиями: самоорганизация:

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики и астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчётных и качественных задач, план

выполнения практической работы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений; делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя

ответственность за решение;

оценивать приобретённый опыт;

способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

самоконтроль:

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;

использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению; принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

принятие себя и других:

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности; признавать своё право и право других на ошибки.

Предметные результаты освоения программы по физике. В процессе изучения курса физики базового уровня в колледже обучающийся научится:

демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;

учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, идеальный газ, модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, точечный электрический заряд при решении физических задач;

распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества и электродинамики: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твёрдых тел, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах, электризация тел, взаимодействие зарядов;

описывать механическое движение, используя физические величины: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

описывать изученные тепловые свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: давление газа, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, среднеквадратичная скорость молекул, количество

теплоты, внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

описывать изученные электрические свойства вещества и электрические явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, электрическое поле, напряжённость поля, потенциал, разность потенциалов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их

обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправия инерциальных систем отсчёта, молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости;

объяснять основные принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни;

выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых, и косвенных измерений, при этом формулировать проблему/задачу и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы;

осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений;

исследовать зависимости между физическими величинами с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы, на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины;

решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию; приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для

сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей, целостность и единство физической картины мира;

учитывать границы применения изученных физических моделей: точечный электрический заряд, луч света, точечный источник света, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;

распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов электродинамики и квантовой физики: электрическая проводимость, тепловое, световое, химическое, магнитное действия тока, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;

описывать изученные свойства вещества (электрические, магнитные, оптические, электрическую проводимость различных сред) и электромагнитные явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, электродвижущая сила, работа тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность катушки, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебаний в колебательном контуре, заряд и сила тока в процессе гармонических электромагнитных колебаний, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

описывать изученные квантовые явления и процессы, используя физические величины: скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона, период полураспада, энергия связи атомных ядер, при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, указывать формулы,

связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;

анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения проводников, закон Джоуля–Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, законы отражения света, законы преломления света, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада, при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости;

определять направление вектора индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;

строить и описывать изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой;

выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых, и косвенных измерений: при этом формулировать проблему/задачу и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы;

осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений;

исследовать зависимости физических величин с использованием прямых измерений: при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы, на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины;

решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию; объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, различать условия их безопасного использования в повседневной жизни;

приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

Предметные результаты на базовом уровне отражают:

У.01. Умение анализировать физические процессы и явления

У.02. Умение решать расчётные задачи, используя физические законы и принципы

У.03. Умение оперировать физическими понятиями

У.04. Умение проводить эксперименты по исследованию физических явлений и процессов

У.06. Умение проводить прямые и косвенные измерения физических величин;

З1. Знание физических законов: закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения проводников, закон Джоуля–Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, законы отражения света, законы преломления света, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения

массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада, законов электродинамики и квантовой физики.

32. Знание физических величин и физических явлений (процессов): электрическая проводимость, тепловое, световое, химическое, магнитное действия тока, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность; электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, электродвижущая сила, работа тока, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность катушки, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебаний в колебательном контуре, заряд и сила тока .

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС среднего общего образования по общеобразовательной учебной дисциплине БД.04 Физика, направленные на достижение обучающимися предметных результатов.

Оценка знаний и умений выставляется по пятибалльной системе во время проведения текущего контроля в форме тестирования, самостоятельных работ.

Промежуточная аттестация по общеобразовательной учебной дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета – в 2 семестре.

3.Задания для оценивания и критерии оценки

1.1. Задания текущего контроля

Устный опрос Раздел 1 Механика

Вопросы:

1. Что такое инерция и как она связана с первым законом Ньютона?
2. Сформулируйте второй закон Ньютона. Как он связывает силу, массу и ускорение?
3. Что такое сила тяжести и как она зависит от массы объекта?
4. Объясните разницу между массой и весом.
5. Сформулируйте закон всемирного тяготения.
6. Что такое момент силы (или вращающий момент) и от чего он зависит?
7. Каковы условия равновесия тела?
8. Что такое работа в физике и как она вычисляется?
9. Что такое кинетическая и потенциальная энергия? Приведите примеры.
10. Сформулируйте закон сохранения энергии.

Ответы:

1. Что такое инерция и как она связана с первым законом Ньютона?
 - Ответ: Инерция – это свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют внешние силы. Первый закон Ньютона (закон инерции) утверждает, что тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока на него не подействуют силы,

изменяющие это состояние. Таким образом, первый закон Ньютона описывает проявление инерции.

2. Сформулируйте второй закон Ньютона. Как он связывает силу, массу и ускорение?

- Ответ: Второй закон Ньютона гласит: ускорение, которое получает тело, прямо пропорционально равнодействующей всех сил, действующих на тело, и обратно пропорционально массе тела. Математически это выражается формулой:

$$F = ma,$$

где F - сила, m - масса, a - ускорение.

3. Что такое сила тяжести и как она зависит от массы объекта?

- Ответ: Сила тяжести – это сила, с которой Земля притягивает к себе все тела. Она прямо пропорциональна массе объекта. Формула для расчета силы тяжести:

$$F = mg,$$

где m - масса объекта, g - ускорение свободного падения (приблизительно 9.8 м/с^2).

4. Объясните разницу между массой и весом.

- Ответ: Масса – это мера инертности тела, его сопротивления изменению движения. Она измеряется в килограммах (кг) и является скалярной величиной. Вес – это сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес вследствие притяжения к Земле (или другому небесному телу). Вес – это сила, измеряется в Ньютонах (Н) и является векторной величиной. Вес может изменяться в зависимости от ускорения, в то время как масса остается постоянной.

5. Сформулируйте закон всемирного тяготения.

- Ответ: Закон всемирного тяготения гласит: сила притяжения между двумя телами прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Формула:

$$F = G(m_1 \times m_2)/r^2,$$

где G - гравитационная постоянная, m_1 и m_2 - массы тел, r - расстояние между центрами масс тел.

6. Что такое момент силы (или вращающий момент) и от чего он зависит?

- Ответ: Момент силы (или вращающий момент) – это мера способности силы вызывать вращение тела вокруг оси. Он зависит от величины силы и плеча силы (расстояния от оси вращения до линии действия силы). Формула:

$$M = F \times r \times \sin(\theta),$$

где F - сила, r - плечо силы, θ - угол между вектором силы и вектором плеча силы.

7. Каковы условия равновесия тела?

- Ответ: Для равновесия тела необходимо выполнение двух условий:
 - × Векторная сумма всех сил, действующих на тело, должна быть равна нулю ($\Sigma F = 0$).
 - × Алгебраическая сумма всех моментов сил, действующих на тело относительно любой оси, должна быть равна нулю ($\Sigma M = 0$).

8. Что такое работа в физике и как она вычисляется?

• Ответ: Работа в физике – это мера энергии, переданной или преобразованной при действии силы на тело, когда тело перемещается. Она вычисляется как произведение силы на перемещение и на косинус угла между вектором силы и вектором перемещения. Формула:

$$A = F \times s \times \cos(\alpha),$$

где F - сила, s - перемещение, α - угол между силой и перемещением.

9. Что такое кинетическая и потенциальная энергия? Приведите примеры.

• Ответ:

× Кинетическая энергия – это энергия, которой обладает тело благодаря своему движению. Формула: $E_k = (1/2)mv^2$,

где m - масса тела, v - скорость тела.

Пример: движущийся автомобиль, летящий мяч.

× Потенциальная энергия – это энергия, которой обладает тело благодаря своему положению или состоянию. Существуют различные виды потенциальной энергии, такие как гравитационная потенциальная энергия

$$(E_p = mgh,$$

где m - масса, g - ускорение свободного падения, h - высота) и потенциальная энергия упругой деформации

$$(E_p = (1/2)kx^2,$$

где k - коэффициент упругости, x - деформация).

Пример: груз, поднятый на высоту, сжатая пружина.

10. Сформулируйте закон сохранения энергии.

• Ответ: Закон сохранения энергии гласит: полная энергия замкнутой системы остается постоянной во времени. Энергия не может быть создана или уничтожена, она может только переходить из одной формы в другую.

Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики

Вопросы:

1. Что такое молекулярная физика и термодинамика, и что они изучают?
2. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).
3. Что такое идеальный газ и каковы его основные характеристики?
4. Запишите уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) и объясните значение каждой величины.
5. Что такое внутренняя энергия термодинамической системы и от чего она зависит в случае идеального газа?
6. Сформулируйте первое начало термодинамики и объясните его физический смысл.
7. Какие существуют основные термодинамические процессы (изотермический, изобарный, изохорный, адиабатный)? Опишите каждый процесс.
8. Что такое теплоёмкость и какие существуют виды теплоёмкости (удельная, молярная)?
9. Сформулируйте второе начало термодинамики.

10. Что такое тепловая машина и каков принцип её работы? Что такое коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины?

Ответы:

1. Что такое молекулярная физика и термодинамика, и что они изучают?

* Ответ: Молекулярная физика изучает строение и свойства вещества на основе представлений о молекулах как о совокупности атомов, а также на основе статистических методов. Термодинамика изучает общие свойства макроскопических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и процессы перехода между этими состояниями без учета молекулярного строения вещества.

2. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).

* Ответ: Основные положения МКТ:

* Вещество состоит из огромного количества мельчайших частиц (атомов, молекул, ионов).

* Эти частицы находятся в непрерывном хаотичном движении (тепловом движении).

* Между частицами существуют силы взаимодействия (притяжения и отталкивания).

3. Что такое идеальный газ и каковы его основные характеристики?

* Ответ: Идеальный газ - это физическая модель газа, в которой пренебрегают размерами молекул и силами взаимодействия между ними. Основные характеристики: молекулы рассматриваются как материальные точки, столкновения молекул между собой и со стенками сосуда абсолютно упругие, отсутствует потенциальная энергия взаимодействия между молекулами.

4. Запишите уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) и объясните значение каждой величины.

× Ответ: Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$PV = nRT,$$

где:

* P - давление газа (Па)

* V - объем газа (м³)

* n - количество вещества (моль)

R - универсальная газовая постоянная (8,31 Дж/(мольК))

* T - абсолютная температура газа (К)

5. Что такое внутренняя энергия термодинамической системы и от чего она зависит в случае идеального газа?

* Ответ: Внутренняя энергия термодинамической системы – это суммарная кинетическая энергия хаотического движения всех молекул системы и потенциальная энергия их взаимодействия. В случае идеального газа, поскольку потенциальной энергией взаимодействия между молекулами пренебрегают, внутренняя энергия зависит только от кинетической энергии молекул, то есть только от температуры.

6. Сформулируйте первое начало термодинамики и объясните его физический смысл.

× Ответ: Первое начало термодинамики гласит: изменение внутренней энергии системы равно сумме работы, совершенной над системой внешними силами, и количества теплоты, переданного системе. Математическая формулировка:

$$\Delta U = Q + A,$$

где:

* ΔU - изменение внутренней энергии

* Q - количество теплоты

* A - работа, совершенная над системой

* Физический смысл: закон сохранения энергии, применимый к термодинамическим системам.

7. Какие существуют основные термодинамические процессы (изотермический, изобарный, изохорный, адиабатный)? Опишите каждый процесс.

* Ответ:

× Изотермический процесс: процесс, происходящий при постоянной температуре ($T = \text{const}$).

× Изобарный процесс: процесс, происходящий при постоянном давлении ($P = \text{const}$).

× Изохорный процесс: процесс, происходящий при постоянном объеме ($V = \text{const}$).

× Адиабатный процесс: процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой ($Q = 0$).

8. Что такое теплоёмкость и какие существуют виды теплоёмкости (удельная, молярная)?

* Ответ: Теплоёмкость – это физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить телу для изменения его температуры на один градус.

Удельная теплоёмкость (c) – это количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 градус ($\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$).

Молярная теплоёмкость (C) – это количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моля вещества на 1 градус ($\text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$).

9. Сформулируйте второе начало термодинамики.

* Ответ: Второе начало термодинамики существует в нескольких формулировках, например:

* Теплота не может самопроизвольно переходить от холодного тела к горячему.

* Невозможно построить периодически действующую машину, которая совершала бы работу только за счет охлаждения одного тела.

* Второе начало термодинамики устанавливает направление протекания термодинамических процессов и вводит понятие энтропии.

10. Что такое тепловая машина и каков принцип её работы? Что такое коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины?

* Ответ: Тепловая машина – это устройство, преобразующее тепловую энергию в механическую работу. Принцип работы основан на использовании разницы температур

между нагревателем (источником тепла) и холодильником (приемником тепла). Рабочее вещество (газ или пар) совершает циклический процесс, в ходе которого получает тепло от нагревателя, совершает работу и отдает тепло холодильнику.

× Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины – это отношение полезной работы, совершенной машиной, к количеству теплоты, полученному от нагревателя. Формула:

$$\eta = (A/Q_H) \times 100\% \text{ или } \eta = ((Q_H - Q_X)/Q_H) \times 100\%,$$

где:

A - полезная работа, Q_H - количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_X - количество теплоты, отданное холодильнику.

Раздел 4 Колебания и волны

Вопросы:

1. Что такое колебательное движение? Приведите примеры.
2. Что такое гармонические колебания? Какие величины их описывают (амплитуда, период, частота, фаза)?
3. Что такое затухающие колебания? От чего зависит степень затухания колебаний?
4. Что такое вынужденные колебания? Что такое резонанс и каковы условия его возникновения?
5. Что такое волна? Какие основные характеристики волны (длина волны, скорость, частота, амплитуда)?
6. Какие существуют типы волн (поперечные и продольные)? Приведите примеры.
7. Что такое интерференция волн? Каковы условия максимума и минимума при интерференции?
8. Что такое дифракция волн?
9. Что такое эффект Доплера? Как изменяется частота волны при сближении и удалении источника и наблюдателя?
10. Что такое электромагнитные волны? Какова их природа и основные свойства?

Ответы:

1. Что такое колебательное движение? Приведите примеры.
 - Ответ: Колебательное движение - это движение, при котором тело (или система) многократно повторяет свое положение относительно состояния равновесия. Примеры: колебания маятника, колебания груза на пружине, колебания струны музыкального инструмента.
2. Что такое гармонические колебания? Какие величины их описывают (амплитуда, период, частота, фаза)?
 - Ответ: Гармонические колебания - это колебания, при которых смещение тела от положения равновесия изменяется со временем по закону синуса или косинуса. Величины, описывающие гармонические колебания:
 - * Амплитуда (A) - максимальное отклонение от положения равновесия.
 - * Период (T) - время одного полного колебания.
 - × Частота (ν или f) - количество колебаний в единицу времени ($\nu = 1/T$).
 - × Фаза (ϕ) - величина, определяющая состояние колебательной системы в данный момент времени. Начальная фаза (ϕ_0) - фаза в момент времени $t=0$.

3. Что такое затухающие колебания? От чего зависит степень затухания колебаний?

• Ответ: Затухающие колебания - это колебания, амплитуда которых со временем уменьшается из-за потерь энергии (например, из-за трения). Степень затухания зависит от силы сопротивления среды (чем больше сопротивление, тем быстрее затухают колебания). Характеризуется коэффициентом затухания или декрементом затухания.

4. Что такое вынужденные колебания? Что такое резонанс и каковы условия его возникновения?

• Ответ: Вынужденные колебания - это колебания, которые возникают под действием внешней периодической силы. Резонанс - это резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний, когда частота внешней силы приближается к собственной частоте колебательной системы. Условие возникновения резонанса: частота вынуждающей силы равна собственной частоте колебательной системы.

5. Что такое волна? Какие основные характеристики волны (длина волны, скорость, частота, амплитуда)?

• Ответ: Волна - это процесс распространения колебаний в пространстве или среде, сопровождающийся переносом энергии без переноса вещества. Основные характеристики волны:

- * Длина волны (λ) - расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе.
- * Скорость (v) - скорость распространения волны.
- * Частота (ν или f) - количество колебаний в единицу времени.
- * Амплитуда (A) - максимальное отклонение от положения равновесия.

6. Какие существуют типы волн (поперечные и продольные)? Приведите примеры.

• Ответ:

* Поперечные волны - это волны, в которых колебания частиц среды происходят перпендикулярно направлению распространения волны. Пример: волны на поверхности воды, электромагнитные волны.

* Продольные волны - это волны, в которых колебания частиц среды происходят вдоль направления распространения волны. Пример: звуковые волны.

7. Что такое интерференция волн? Каковы условия максимума и минимума при интерференции?

• Ответ: Интерференция волн - это явление наложения двух или более волн, приводящее к увеличению или уменьшению амплитуды результирующей волны

× Условие максимума (конструктивная интерференция): разность хода волн (Δd) равна целому числу длин волн: $\Delta d = k\lambda$, где $k = 0, 1, 2, \dots$

× Условие минимума (деструктивная интерференция): разность хода волн (Δd) равна полуцелому числу длин волн: $\Delta d = (k + 1/2)\lambda$, где $k = 0, 1, 2, \dots$

8. Что такое дифракция волн?

• Ответ: Дифракция волн - это огибание волнами препятствий (отклонение от прямолинейного распространения) или прохождение волн через отверстия, размеры которых соизмеримы с длиной волны.

9. Что такое эффект Доплера? Как изменяется частота волны при сближении и удалении источника и наблюдателя?

- Ответ: Эффект Доплера - это изменение частоты волны, воспринимаемой наблюдателем, при движении источника волны и/или наблюдателя относительно друг друга.

- * При сближении источника и наблюдателя частота воспринимаемой волны увеличивается.

- * При удалении источника и наблюдателя частота воспринимаемой волны уменьшается.

10. Что такое электромагнитные волны? Какова их природа и основные свойства?

- Ответ: Электромагнитные волны - это возмущения электромагнитного поля, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью (скоростью света). Они образуются при ускоренном движении электрических зарядов.

- * Основные свойства:

- * Не требуют среды для распространения (могут распространяться в вакууме).

- * Являются поперечными волнами.

- * Переносят энергию.

- * Подчиняются принципу суперпозиции.

- * Обладают корпускулярно-волновым дуализмом.

Раздел 5. Оптика

Вопросы:

1. Что такое оптика и какие явления она изучает?

2. Сформулируйте закон отражения света.

3. Сформулируйте закон преломления света. Что такое показатель преломления среды?

4. Что такое полное внутреннее отражение и каковы условия его возникновения?

5. Что такое линза? Какие виды линз существуют (собирающие и рассеивающие)?

6. Какие основные характеристики линзы (фокус, фокусное расстояние, оптическая сила)?

7. Что такое глаз и как он видит? Какие основные дефекты зрения (близорукость, дальнозоркость) и как их корректируют?

8. Что такое интерференция света? Какие условия максимума и минимума при интерференции в тонких пленках?

9. Что такое дифракция света? Что такое дифракционная решетка и как она работает?

10. Что такое поляризация света? Какие способы получения поляризованного света вы знаете?

Ответы:

1. Что такое оптика и какие явления она изучает?

- * Ответ: Оптика - это раздел физики, изучающий природу света, его взаимодействие с веществом, а также явления, связанные с распространением света. Она изучает такие явления, как отражение, преломление, интерференция, дифракция,

поляризация, дисперсия света, а также процессы излучения и поглощения света веществом.

2. Сформулируйте закон отражения света.

* Ответ: Закон отражения света гласит:

* Луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча на отражающую поверхность, лежат в одной плоскости.

* Угол отражения равен углу падения ($\alpha = \gamma$), где α - угол падения, γ - угол отражения.

3. Сформулируйте закон преломления света. Что такое показатель преломления среды?

* Ответ: Закон преломления света гласит:

* Луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча на границу раздела двух сред, лежат в одной плоскости.

* Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и равная отношению скоростей света в этих средах: $\sin \alpha / \sin \beta = v_1 / v_2 = n_{21} = n_2 / n_1$, где α - угол падения, β - угол преломления, v_1 и v_2 - скорости света в первой и второй средах, n_{21} - относительный показатель преломления второй среды относительно первой, n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления первой и второй сред.

* Показатель преломления среды (n) - это величина, равная отношению скорости света в вакууме (c) к скорости света в данной среде (v): $n = c/v$.

4. Что такое полное внутреннее отражение и каковы условия его возникновения?

* Ответ: Полное внутреннее отражение - это явление, при котором свет, идущий из оптически более плотной среды (с большим показателем преломления) в оптически менее плотную среду, полностью отражается от границы раздела сред, не преломляясь.

* Условия возникновения:

* Свет должен падать из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду ($n_1 > n_2$).

* Угол падения должен быть больше или равен углу полного внутреннего отражения ($\alpha \geq \alpha_0$), где $\sin \alpha_0 = n_2 / n_1$.

5. Что такое линза? Какие виды линз существуют (собирающие и рассеивающие)?

* Ответ: Линза - это прозрачное тело, ограниченное двумя преломляющими поверхностями (обычно сферическими), предназначенное для преломления света.

* Виды линз:

* Собирающие (выпуклые) - линзы, которые собирают параллельный пучок света в фокусе.

* Рассеивающие (вогнутые) - линзы, которые превращают параллельный пучок света в расходящийся пучок, кажущийся исходящим из мнимого фокуса.

6. Какие основные характеристики линзы (фокус, фокусное расстояние, оптическая сила)?

* Ответ:

* Фокус (F) - точка, в которой собираются лучи, параллельные главной оптической оси, после преломления в собирающей линзе (или кажутся исходящими из этой точки после преломления в рассеивающей линзе).

* Фокусное расстояние (f) - расстояние от центра линзы до фокуса.

* Оптическая сила (D) - величина, обратная фокусному расстоянию: $D = 1/f$. Измеряется в диоптриях (дптр).

7. Что такое глаз и как он видит? Какие основные дефекты зрения (близорукость, дальновзоркость) и как их корректируют?

* Ответ: Глаз - это орган зрения, который воспринимает свет и преобразует его в нервные импульсы, передаваемые в мозг для формирования изображения. Свет проходит через роговицу, зрачок, хрусталик, преломляется и фокусируется на сетчатке.

* Дефекты зрения:

* Близорукость (миопия) - изображение фокусируется перед сетчаткой. Корректируется рассеивающими (вогнутыми) линзами.

* Дальновзоркость (гиперметропия) - изображение фокусируется за сетчаткой. Корректируется собирающими (выпуклыми) линзами.

8. Что такое интерференция света? Какие условия максимума и минимума при интерференции в тонких пленках?

* Ответ: Интерференция света - это явление наложения когерентных световых волн, приводящее к увеличению или уменьшению амплитуды результирующей волны.

* Условия максимума и минимума в тонких пленках (с учетом возможной потери полуволны при отражении от более плотной среды):

* Максимум (усиление): $2nd \cos \theta + (\lambda/2) = k\lambda$ или $2nd \cos \theta = (k + 1/2)\lambda$, где n - показатель преломления пленки, d - толщина пленки, θ - угол преломления, λ - длина волны света, k - целое число (0, 1, 2, ...).

* Минимум (ослабление): $2nd \cos \theta + (\lambda/2) = (k + 1/2)\lambda$ или $2nd \cos \theta = k\lambda$.

9. Что такое дифракция света? Что такое дифракционная решетка и как она работает?

* Ответ: Дифракция света - это огибание световыми волнами препятствий (отклонение от прямолинейного распространения) или прохождение световых волн через отверстия, размеры которых соизмеримы с длиной волны.

* Дифракционная решетка - это оптический элемент, представляющий собой совокупность большого числа параллельных щелей, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Она используется для разложения света в спектр (дисперсии света). Принцип работы основан на интерференции дифрагированных волн от каждой щели.

10. Что такое поляризация света? Какие способы получения поляризованного света вы знаете?

* Ответ: Поляризация света - это явление, при котором колебания вектора напряженности электрического поля световой волны происходят преимущественно в одном направлении (или в определенной плоскости).

* Способы получения поляризованного света:

- * Отражение от диэлектрика (поляризация при отражении). Угол Брюстера.
- * Преломление через анизотропные кристаллы (двойное лучепреломление).
- * Прохождение через поляроиды (поляризационные пленки).
- * Рассеяние света.

Раздел 6. Основы специальной теории относительности

Вопросы:

1. Сформулируйте основные постулаты специальной теории относительности (СТО).
2. Что такое инерциальная система отсчета?
3. Что такое принцип относительности Эйнштейна?
4. Что такое одновременность событий с точки зрения СТО?
5. Что такое релятивистское сокращение длины и релятивистское замедление времени? Как они зависят от скорости?
6. Запишите формулы для релятивистского сложения скоростей.
7. Как изменяется масса тела при увеличении его скорости согласно СТО?
8. Запишите формулу взаимосвязи массы и энергии (эквивалентность массы и энергии).
9. Что такое энергия покоя тела?
10. Какие экспериментальные подтверждения специальной теории относительности вам известны?

Ответы:

1. Сформулируйте основные постулаты специальной теории относительности (СТО).
 - Ответ: Основные постулаты СТО:
 - * Принцип относительности: Все физические законы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.
 - * Постоянство скорости света: Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета и не зависит от скорости источника света или наблюдателя.
2. Что такое инерциальная система отсчета?
 - Ответ: Инерциальная система отсчета (ИСО) - это система отсчета, в которой выполняется закон инерции: тело, на которое не действуют никакие силы, находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Практически, это система отсчета, которая не ускоряется и не вращается.
3. Что такое принцип относительности Эйнштейна?
 - Ответ: Принцип относительности Эйнштейна - это формулировка принципа относительности в СТО, утверждающая, что все физические процессы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета. Это означает, что никакими физическими экспериментами, проводимыми внутри ИСО, нельзя установить, движется эта система или покоится.
4. Что такое одновременность событий с точки зрения СТО?
 - Ответ: Одновременность событий - это понятие относительное в СТО. Два события, одновременные в одной инерциальной системе отсчета, могут не быть одновременными в другой системе отсчета, движущейся относительно первой. Одновременность зависит от состояния движения наблюдателя.

5. Что такое релятивистское сокращение длины и релятивистское замедление времени? Как они зависят от скорости?

• Ответ:

× Релятивистское сокращение длины (сокращение Лоренца): Длина объекта, движущегося с релятивистской скоростью (близкой к скорости света), сокращается в направлении движения по отношению к наблюдателю, находящемуся в неподвижной системе отсчета. Формула:

$$L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

где L_0 - длина объекта в состоянии покоя (собственная длина), L - длина объекта в движущейся системе отсчета, v - скорость движения, c - скорость света.

× Релятивистское замедление времени: Время течет медленнее в движущейся системе отсчета по отношению к неподвижной системе отсчета. Формула:

$$\Delta t = \Delta t_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

где Δt_0 - интервал времени в собственной системе отсчета, Δt - интервал времени в движущейся системе отсчета.

* Зависимость от скорости: Чем больше скорость v приближается к скорости света c , тем сильнее проявляются релятивистские эффекты - сокращение длины и замедление времени.

6. Запишите формулы для релятивистского сложения скоростей.

• Ответ:

× Если тело движется со скоростью u' вдоль оси x в системе отсчета K' , которая движется со скоростью v относительно системы отсчета K , то скорость u этого тела относительно системы K определяется формулой:

$$u = (u' + v) / (1 + (u'v / c^2)).$$

* Если скорости u' и v направлены не вдоль одной оси, то формулы становятся более сложными, но основной принцип остается тем же: релятивистское сложение скоростей гарантирует, что результирующая скорость не превышает скорость света.

7. Как изменяется масса тела при увеличении его скорости согласно СТО?

• Ответ: Согласно СТО, масса тела увеличивается с увеличением его скорости. Формула:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

где m_0 - масса покоя (масса тела в состоянии покоя), m - релятивистская масса (масса движущегося тела), v - скорость движения, c - скорость света.

8. Запишите формулу взаимосвязи массы и энергии (эквивалентность массы и энергии).

• Ответ: Формула взаимосвязи массы и энергии:

$$E = mc^2,$$

где E - энергия, m - масса, c - скорость света.

9. Что такое энергия покоя тела?

• Ответ: Энергия покоя тела - это энергия, которой обладает тело, находящееся в состоянии покоя. Она определяется как $E_0 = m_0 c^2$, где m_0 - масса покоя тела, c - скорость света. Даже если тело не движется, оно обладает энергией, связанной с его массой.

10. Какие экспериментальные подтверждения специальной теории относительности вам известны?

- Ответ: Известные экспериментальные подтверждения СТО:

- * Эксперименты по проверке замедления времени: Например, наблюдение за временем жизни мюонов (элементарных частиц), движущихся с релятивистскими скоростями. Их время жизни оказывается больше, чем у покоящихся мюонов, в соответствии с предсказаниями СТО.

- * Увеличение массы частиц при увеличении скорости: Подтверждается в экспериментах на ускорителях заряженных частиц.

- × Энергия атомных реакций: Формула $E=mc^2$ подтверждается в ядерных реакциях, где наблюдается дефект масс и выделение энергии.

- * Работа GPS-систем: Спутники GPS движутся с высокой скоростью и находятся в гравитационном поле Земли, поэтому необходимо учитывать релятивистские поправки для обеспечения точной навигации.

Раздел 7. Элементы квантовой физики

Вопросы:

1. Что такое квантовая физика и чем она отличается от классической физики?
2. Что такое гипотеза Планка о квантовании энергии? Запишите формулу энергии кванта электромагнитного излучения.
3. В чем заключается явление фотоэффекта? Сформулируйте законы фотоэффекта.
4. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объясните физический смысл каждого члена уравнения.
5. Что такое эффект Комптона?
6. Что такое корпускулярно-волновой дуализм?
7. Что такое гипотеза де Бройля о волнах материи? Запишите формулу длины волны де Бройля.
8. Что такое принцип неопределенности Гейзенберга? Сформулируйте соотношения неопределенностей для координаты и импульса, а также для энергии и времени.
9. Что такое атомная модель Бора? Сформулируйте постулаты Бора.
10. Что такое уравнение Шрёдингера? Для чего оно используется в квантовой механике?

Ответы:

1. Что такое квантовая физика и чем она отличается от классической физики?
 - * Ответ: Квантовая физика - это раздел физики, изучающий законы микромира, то есть мира атомов, молекул, элементарных частиц. Квантовая физика отличается от классической физики тем, что:
 - * Энергия излучается и поглощается не непрерывно, а дискретно, порциями - квантами.
 - * Микрочастицы обладают корпускулярно-волновым дуализмом (проявляют свойства как частиц, так и волн).
 - * Существуют фундаментальные ограничения на точность одновременного измерения некоторых физических величин (принцип неопределенности).
 - * Движение микрочастиц описывается вероятностно.

2. Что такое гипотеза Планка о квантовании энергии? Запишите формулу энергии кванта электромагнитного излучения.

* Ответ: Гипотеза Планка утверждает, что энергия электромагнитного излучения испускается и поглощается не непрерывно, а дискретными порциями, называемыми квантами. Энергия кванта прямо пропорциональна частоте излучения.

Формула энергии кванта:

$$E = h\nu,$$

где E - энергия кванта, h - постоянная Планка ($6,626 \times 10^{-34}$ Дж·с), ν - частота излучения.

3. В чем заключается явление фотоэффекта? Сформулируйте законы фотоэффекта.

* Ответ: Фотоэффект - это явление вырывания электронов из вещества под действием света.

* Законы фотоэффекта:

* Число фотоэлектронов, вырываемых из вещества в единицу времени, пропорционально интенсивности падающего света.

* Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с увеличением частоты падающего света и не зависит от его интенсивности.

* Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта (ν_0), то есть минимальная частота света, при которой фотоэффект еще возможен. При частотах меньше ν_0 фотоэффект не наблюдается, каким бы интенсивным ни был свет.

4. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объясните физический смысл каждого члена уравнения.

* Ответ: Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + E_{k_{\max}}$,

где:

* $h\nu$ - энергия фотона (кванта света), падающего на поверхность металла.

* A - работа выхода (минимальная энергия, необходимая для вырывания электрона из металла).

* $E_{k_{\max}}$ - максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона, вылетевшего из металла.

* Физический смысл: энергия фотона расходуется на совершение работы выхода электрона из металла и на сообщение электрону кинетической энергии.

5. Что такое эффект Комптона?

* Ответ: Эффект Комптона - это явление изменения длины волны рентгеновского излучения при его рассеянии на свободных или слабо связанных электронах. При этом часть энергии и импульса фотона передается электрону, что приводит к увеличению длины волны рассеянного фотона.

6. Что такое корпускулярно-волновой дуализм?

* Ответ: Корпускулярно-волновой дуализм - это концепция в квантовой механике, согласно которой все микрообъекты (элементарные частицы, фотоны, атомы и т. д.) обладают одновременно с

войствами и частиц (корпускул), и волн. Свойства проявляются в зависимости от условий эксперимента.

7. Что такое гипотеза де Бройля о волнах материи? Запишите формулу длины волны де Бройля.

* Ответ: Гипотеза де Бройля утверждает, что любая частица, обладающая импульсом, имеет волновые свойства, то есть связана с волной, длина которой обратно пропорциональна импульсу частицы. Формула длины волны де Бройля: $\lambda = h/p = h/(mv)$,
Где:

λ - длина волны де Бройля, h - постоянная Планка, p - импульс частицы, m - масса частицы, v - скорость частицы.

8. Что такое принцип неопределенности Гейзенберга? Сформулируйте соотношения неопределенностей для координаты и импульса, а также для энергии и времени.

* Ответ: Принцип неопределенности Гейзенберга утверждает, что невозможно одновременно точно определить некоторые пары физических величин, характеризующих состояние микрочастицы.

* Соотношение неопределенностей для координаты и импульса: $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$, где Δx - неопределенность координаты, Δp - неопределенность импульса, $\hbar = h/(2\pi)$ - приведенная постоянная Планка.

* Соотношение неопределенностей для энергии и времени: $\Delta E \Delta t \geq \hbar/2$, где ΔE - неопределенность энергии, Δt - неопределенность времени.

9. Что такое атомная модель Бора? Сформулируйте постулаты Бора.

* Ответ: Атомная модель Бора - это модель атома, предложенная Нильсом Бором в 1913 году, которая объясняет дискретный характер спектров излучения атомов.

* Постулаты Бора:

* Постулат стационарных состояний: Атом может находиться только в определенных стационарных состояниях, характеризующихся определенными значениями энергии. В стационарном состоянии атом не излучает электромагнитные волны.

* Правило частот Бора: При переходе атома из одного стационарного состояния в другое излучается или поглощается квант электромагнитного излучения, энергия которого равна разности энергий этих состояний: $h\nu = E_n - E_m$, где E_n и E_m - энергии стационарных состояний.

10. Что такое уравнение Шрёдингера? Для чего оно используется в квантовой механике?

* Ответ: Уравнение Шрёдингера - это основное уравнение квантовой механики, описывающее эволюцию во времени квантового состояния микрочастицы. Оно является аналогом второго закона Ньютона в классической механике. Уравнение Шрёдингера используется для определения волновой функции $\psi(r, t)$, которая описывает состояние частицы и позволяет рассчитать вероятности нахождения частицы в различных точках пространства и значения других физических величин.

Раздел 8. Элементы астрономии и астрофизики

Вопросы:

1. Определение: Что такое астрономия? Чем она отличается от астрофизики?

2. Шкала расстояний: Перечислите основные единицы измерения расстояний в астрономии, начиная с наименьшей и заканчивая наибольшей.

3. Небесная сфера: Что такое небесная сфера? Какие координаты используются для определения положения объектов на ней?

4. Солнечная система: Перечислите основные объекты, входящие в состав Солнечной системы.

5. Звезды: Что такое звезда? Каковы основные характеристики звезд, которые можно наблюдать и измерять?

6. Спектральный анализ: Как спектральный анализ используется в астрофизике для изучения звезд? Какие характеристики можно определить по спектру звезды?

7. Жизненный цикл звезды: Опишите основные этапы жизненного цикла звезды, подобной Солнцу.

8. Галактики: Что такое галактика? Какие типы галактик вы знаете?

9. Закон Хаббла: Сформулируйте закон Хаббла. Каково его значение для понимания расширения Вселенной?

10. Большой взрыв: Что такое теория Большого взрыва? Какие доказательства ее подтверждают?

Ответы:

1. Астрономия - наука, изучающая небесные тела и явления, а также строение и развитие Вселенной. Астрофизика - раздел астрономии, изучающий физические свойства небесных тел и происходящие в них процессы, с использованием законов физики.

2. * Астрономическая единица (а.е.)

- Световой год (св. год)
- Парсек (пк)

3. Небесная сфера - воображаемая сфера, в центре которой находится наблюдатель, а все небесные тела проецируются на ее поверхность. Основные координаты:

- Горизонтальная система: Азимут и высота.
- Экваториальная система: Прямое восхождение и склонение.

4. Солнце, планеты (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун), карликовые планеты (Плутон, Церера, Эрида и др.), спутники планет, астероиды, кометы, метеороиды, межпланетная пыль и газ.

5. Звезда - самосветящийся газовый шар, в недрах которого происходят термоядерные реакции. Основные наблюдаемые характеристики: яркость, цвет, температура, спектр, расстояние, лучевая скорость, собственное движение.

6. Спектральный анализ позволяет определить химический состав, температуру, плотность, скорость вращения и магнитное поле звезды по ее спектру. По спектральным линиям поглощения и излучения определяют наличие различных элементов. Смещение спектральных линий позволяет определить лучевую скорость звезды (эффект Доплера).

7. * Газопылевое облако (протозвезда)

- Звезда главной последовательности (горение водорода в гелий)
- Красный гигант
- Сброс оболочки (планетарная туманность)

- Белый карлик (остывающий остаток)

8. Галактика - огромная гравитационно-связанная система, состоящая из звезд, газа, пыли и темной материи. Типы галактик:

- Спиральные (с рукавами)
- Эллиптические (овальные)
- Линзовидные (переходные)
- Неправильные (аморфные)

9. Закон Хаббла: Скорость удаления галактики пропорциональна расстоянию до нее: $v = H_0 \times r$, где v - скорость удаления, H_0 - постоянная Хаббла, r - расстояние. Этот закон подтверждает расширение Вселенной, указывая на то, что все галактики удаляются друг от друга.

10. Теория Большого взрыва - общепринятая космологическая модель, описывающая начальный этап развития Вселенной. Согласно этой теории, Вселенная возникла из сверхплотного и сверхгорячего состояния около 13.8 миллиардов лет назад. Доказательства:

- Космическое микроволновое фоновое излучение (реликтовое излучение)
- Расширение Вселенной (закон Хаббла)
- Соответствие наблюдаемой распространенности легких элементов теоретическим расчетам, основанным на Большом взрыве.

Критерии оценивания устных ответов:

Оценка «5» ставится, если обучающийся:

- 1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «4» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «3» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «2» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Контрольная работа

1. На рисунке показана мензурка с жидкостью. Выберите правильное утверждение.

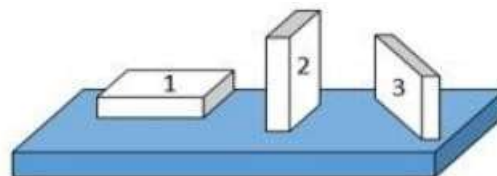
- 1) Цена деления мензурки равна 2 мл.
- 2) Объем жидкости в мензурке больше 25 мл.
- 3) Цена деления мензурки равна 0,5 мл.

Мензурка – прибор для измерения объема газообразных тел.



2. На столе находятся три бруска одинаковых размеров и массы. Какой из них оказывает на стол меньшее давление?

- 1) 1.
- 2) 2.
- 3) 3.
- 4) Бруски оказывают одинаковое давление.



3. Установите соответствие между физическими понятиями и примерами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А) физическая величина
- Б) единица физической величины
- В) прибор для измерения физической величины

ПРИМЕРЫ

- 1) теплопередача
- 2) работа силы
- 3) конвекция
- 4) манометр
- 5) миллиметр

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам

А	Б	В

4. На рисунке представлены графики зависимости координаты x от времени t для четырёх тел, движущихся вдоль оси Ox . Используя рисунок, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

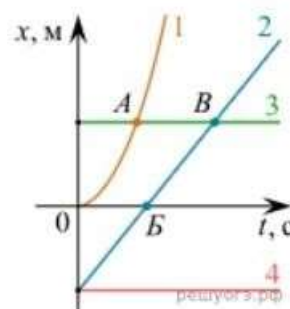
1) Точка В соответствует встрече тел 2 и 3.

В точке Б направление скорости тела 2 изменилось на противоположное.

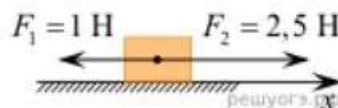
3) Тело 2 движется равноускоренно.

4) Тело 3 движется равномерно прямолинейно.

В начальный момент времени тела 2 и 4 имели одинаковые координаты.



5. На покоящееся тело, находящееся на гладкой горизонтальной плоскости, в момент времени $t = 0$ начинают действовать две горизонтальные силы (см. рис.). Определите, как после этого изменяются со временем модуль скорости тела и модуль ускорения тела.



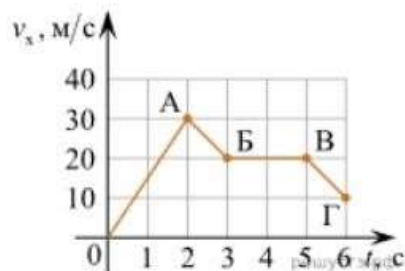
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- не изменяется

- 3) Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль скорости	Модуль ускорения

6. Дан график зависимости проекции скорости тела от времени. Какой участок графика соответствует равномерному движению тела?

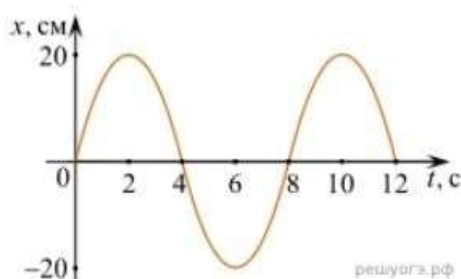


1. ОА
2. АБ
3. БВ
4. ВГ

7. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: m — масса тела; v — скорость тела; a — ускорение тела. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) mv	1) работа силы
Б) ma	2) модуль импульса тела
	3) модуль равнодействующей силы
	4) давление

8. На рисунке представлен график зависимости координаты тела от времени.



Амплитуда и период колебаний равны:

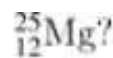
- 1) 20 см; 4 с 2) 0,2 м; 6 с 3) 0,2 м; 8 с 4) 20 см; 12 с. Установите соответствие (логическую пару). К каждой строке, отмеченной буквой, подберите формулу, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А) Закон Гука	1. $G mM / r^2$
Б) Закон всемирного тяготения В) Второй закон Ньютона	2. $Bllsina$
Г) Сила Ампера	3. $k \Delta l$
	4. U / R
	5. ma

А	Б	В	Г

9. Сколько нейтронов содержит ядро изотопа магния

- 1) 25 2) 12 3) 37 4) 13.



1. ОТВЕТЫ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	А – 2 Б – 5 В – 4	15	13	3	А – 2 Б – 3	3	А – 3 Б – 1 В – 5 Г – 2	4

Перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету

Рекомендации по подготовке:

- Внимательно изучите конспекты лекций и учебную литературу.
- Решайте как можно больше задач по каждой теме.
- Повторите основные формулы и законы.
- Обратите внимание на определения основных физических величин.
- При подготовке к практической части зачета потренируйтесь в решении типовых задач.

Раздел 1. Электродинамика

1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.
2. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
3. Принцип суперпозиции электрических полей.
4. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом.
5. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
6. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля конденсатора.
7. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока.
8. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников.
9. Закон Ома для полной цепи. ЭДС. Внутреннее сопротивление источника тока.
10. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
11. Последовательное и параллельное соединение проводников.
12. Магнитное поле. Индукция магнитного поля.
13. Закон Ампера. Сила Лоренца.
14. Магнитное поле прямого проводника с током, кругового тока и соленоида.
15. Магнитные свойства вещества. Магнетики.
16. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
17. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля катушки индуктивности.
18. Переменный электрический ток. Действующее значение силы тока и напряжения.
19. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока.
20. Резонанс в цепи переменного тока.

21. Трансформаторы. Принцип работы. Коэффициент трансформации.
22. Электромагнитные волны. Скорость распространения электромагнитных волн.

Раздел 2. Оптика

23. Природа света. Электромагнитная теория света.
24. Интерференция света. Условия максимума и минимума интерференции.
25. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
26. Дифракционная решетка. Условие максимума дифракции.
27. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет.
28. Дисперсия света. Спектры.
29. Поглощение и рассеяние света.
30. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело.
31. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.
32. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта.
33. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
34. Давление света.

Раздел 3. Квантовая физика

35. Гипотеза Планка. Кванты энергии.
36. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоны.
37. Атомные спектры. Спектральные серии водорода.
38. Постулаты Бора.
39. Модель атома Бора.
40. Волны де Бройля.
41. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
42. Строение атомного ядра. Протоны и нейтроны.
43. Ядерные силы. Энергия связи ядра.
44. Радиоактивность. Виды радиоактивного распада.
45. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
46. Ядерные реакции. Закон сохранения энергии при ядерных реакциях.
47. Деление ядер урана. Цепная реакция деления.
48. Термоядерные реакции.
49. Элементарные частицы. Классификация.

Примерные практические задания (могут быть включены в зачет):

- Решение задач на закон Кулона, закон Ома, закон Фарадея, формулу тонкой линзы, уравнение фотоэффекта и т.д.
- Расчет электрических цепей с последовательным и параллельным соединением резисторов.
- Определение характеристик электромагнитных волн.
- Определение параметров дифракционной решетки.
- Определение энергии фотона и длины волны де Бройля.
- Решение задач на закон радиоактивного распада.

Ответы:

Раздел 1. Электродинамика

1. Электрический заряд. Это физическая величина, характеризующая способность тела создавать электромагнитные поля и участвовать в электромагнитных взаимодействиях. Существует два рода электрических зарядов: положительные и отрицательные. Единица измерения в СИ: кулон (Кл). Закон сохранения электрического заряда: В замкнутой системе алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной.

2. Закон Кулона: Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. $F = k |q_1 q_2| / r^2$, где k - коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 - величины зарядов, r - расстояние между ними. Напряженность электрического поля: Это векторная физическая величина, характеризующая силу, действующую на единичный положительный заряд, помещенный в данную точку поля. $E = F/q$. Единица измерения: вольт на метр (В/м).

3. Принцип суперпозиции электрических полей: Напряженность электрического поля, создаваемого системой зарядов, равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым зарядом в отдельности. $E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$.

4. Потенциал электрического поля: Это скалярная физическая величина, характеризующая потенциальную энергию единичного положительного заряда, помещенного в данную точку поля. $\phi = W/q$. Единица измерения: вольт (В). Разность потенциалов: Разность потенциалов между двумя точками электрического поля равна работе, совершаемой электрическими силами при перемещении единичного положительного заряда из одной точки в другую. $U = \phi_1 - \phi_2$. Связь между напряженностью и потенциалом: $E = - \text{grad } \phi$, где $\text{grad } \phi$ - градиент потенциала. В однородном поле: $E = U/d$, где d - расстояние между точками.

5. Проводники в электрическом поле: Свободные заряды перераспределяются по поверхности проводника так, что электрическое поле внутри проводника становится равным нулю. Поверхность проводника становится эквипотенциальной. Диэлектрики в электрическом поле: Молекулы диэлектрика поляризуются, создавая внутри диэлектрика электрическое поле, направленное противоположно внешнему полю. Поляризация диэлектриков: Это процесс ориентации диполей диэлектрика под действием внешнего электрического поля.

6. Емкость: Это физическая величина, характеризующая способность проводника накапливать электрический заряд. $C = q/U$, где q - заряд, U - напряжение. Единица измерения: фарад (Ф). Конденсаторы: Это устройства, предназначенные для накопления электрического заряда и энергии. Энергия электрического поля конденсатора: $W = (CU^2)/2 = (qU)/2 = (q^2)/(2C)$.

7. Электрический ток: Это упорядоченное движение электрических зарядов. Сила тока: Это физическая величина, равная количеству электрического заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в единицу времени. $I = q/t$. Единица измерения: ампер

(А). Плотность тока: Это векторная физическая величина, равная силе тока, приходящейся на единицу площади поперечного сечения проводника. $\vec{j} = I/S$.

8. Закон Ома для однородного участка цепи: Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника и обратно пропорциональна его сопротивлению. $I = U/R$, где R - сопротивление. Сопротивление проводников: Зависит от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. $R = \rho l/S$, где ρ - удельное сопротивление.

9. Закон Ома для полной цепи: Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна сумме сопротивлений внешней и внутренней цепей. $I = E / (R + r)$, где E - ЭДС, R - внешнее сопротивление, r - внутреннее сопротивление. ЭДС: Это физическая величина, характеризующая работу сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда внутри источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока: Сопротивление материала, из которого изготовлен источник тока.

10. Работа электрического тока: $A = qU = IUt = I^2Rt = (U^2/R)t$. Мощность электрического тока: $P = UI = I^2R = U^2/R$. Закон Джоуля-Ленца: Количество теплоты, выделяемое в проводнике с током, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени протекания тока. $Q = I^2Rt$.

11. Последовательное соединение проводников: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$; $I = \text{const}$; $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$. Параллельное соединение проводников: $1/R_{\text{общ}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$; $U = \text{const}$; $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$.

12. Магнитное поле: Это особый вид материи, существующий вокруг движущихся электрических зарядов и оказывающий силовое воздействие на другие движущиеся заряды. Индукция магнитного поля: Это векторная физическая величина, характеризующая силу, действующую на единичный положительный заряд, движущийся с единичной скоростью перпендикулярно линиям магнитного поля. $B = F/(qv)$. Единица измерения: тесла (Тл).

13. Закон Ампера: Сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитное поле, прямо пропорциональна силе тока, длине проводника, индукции магнитного поля и синусу угла между направлением тока и направлением магнитного поля. $F = BIl \sin \alpha$. Сила Лоренца: Сила, действующая на движущийся электрический заряд в магнитном поле. $F = qvB \sin \alpha$.

14. Магнитное поле прямого проводника с током: Линии магнитного поля представляют собой концентрические окружности, расположенные в плоскости, перпендикулярной проводнику. Магнитное поле кругового тока: В центре кругового тока магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости круга. Магнитное поле соленоида: Внутри соленоида магнитное поле однородно и направлено вдоль оси соленоида.

15. Магнитные свойства вещества: Вещества, способные намагничиваться и создавать собственное магнитное поле. Магнетики: Вещества, проявляющие магнитные свойства. Различают диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

16. Явление электромагнитной индукции: Возникновение электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока, пронизывающего контур. Закон Фарадея: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур, взятой со знаком минус. $\mathcal{E} = - d\Phi/dt$. Правило Ленца: Индукционный ток имеет такое направление, что его магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызвавшему этот ток.

17. Самоиндукция: Явление возникновения ЭДС индукции в проводнике при изменении силы тока в нем. Индуктивность: Это физическая величина, характеризующая способность проводника создавать ЭДС самоиндукции при изменении силы тока в нем. $L = \Phi/I$. Единица измерения: генри (Гн). Энергия магнитного поля катушки индуктивности: $W = (LI^2)/2$.

18. Переменный электрический ток: Электрический ток, сила и направление которого периодически изменяются во времени. Действующее значение силы тока и напряжения: Это значения силы тока и напряжения, которые произведут такое же тепловое действие в проводнике, как и постоянный ток той же силы. $I_{\text{действ}} = I_{\text{max}} / \sqrt{2}$; $U_{\text{действ}} = U_{\text{max}} / \sqrt{2}$.

19. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока: Активное сопротивление (R): Сопротивление, оказываемое проводником постоянному току. Емкостное сопротивление (X_c): Сопротивление, оказываемое конденсатором переменному току. $X_c = 1/(\omega C)$, где ω - угловая частота, C - емкость. Индуктивное сопротивление (X_l): Сопротивление, оказываемое катушкой индуктивности переменному току. $X_l = \omega L$, где L - индуктивность.

20. Резонанс в цепи переменного тока: Это явление резкого возрастания амплитуды колебаний силы тока в цепи при совпадении частоты вынуждающей ЭДС с собственной частотой колебаний в цепи. Условие резонанса: $\omega L = 1/(\omega C)$.

21. Трансформаторы: Это статические электромагнитные устройства, предназначенные для преобразования переменного напряжения. Принцип работы: Основан на явлении электромагнитной индукции. Коэффициент трансформации: Отношение числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки. $k = N_2/N_1 = U_2/U_1$.

22. Электромагнитные волны: Это распространяющиеся в пространстве колебания электрического и магнитного полей. Скорость распространения электромагнитных волн: В вакууме равна скорости света. $c = 3 \times 10^8$ м/с.

Раздел 2. Оптика

23. Природа света: Двойственная (корпускулярно-волновая). Свет обладает свойствами волны (интерференция, дифракция, поляризация) и свойствами частицы (фотоэффект, давление света). Электромагнитная теория света: Свет – это электромагнитная волна.

24. Интерференция света: Это явление наложения двух или нескольких когерентных световых волн, в результате которого происходит усиление или ослабление света в

различных точках пространства. Условия максимума интерференции: Разность хода волн равна целому числу длин волн. $\Delta d = k\lambda$, где k - целое число. Условия минимума интерференции: Разность хода волн равна нечетному числу полуволн. $\Delta d = (2k+1)\lambda/2$.

25. Дифракция света: Это явление огибания световыми волнами препятствий и отклонения от прямолинейного распространения. Принцип Гюйгенса-Френеля: Каждая точка, до которой доходит волна, является центром вторичных волн, а огибающая этих вторичных волн определяет положение волнового фронта в следующий момент времени.

26. Дифракционная решетка: Это оптический прибор, представляющий собой совокупность большого числа параллельных щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Условие максимума дифракции: $d \sin \theta = k\lambda$, где d - период решетки, θ - угол дифракции, k - порядок дифракционного максимума.

27. Поляризация света: Это явление, при котором световые волны колеблются преимущественно в одной плоскости. Естественный свет: Свет, в котором колебания электрического вектора происходят во всех направлениях, перпендикулярных направлению распространения волны, с равной вероятностью. Поляризованный свет: Свет, в котором колебания электрического вектора происходят преимущественно в одной плоскости.

28. Дисперсия света: Это зависимость показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света. Спектры: Разложение света на составляющие его монохроматические волны. Различают спектры излучения (испускания) и спектры поглощения.

29. Поглощение и рассеяние света: Поглощение света: Уменьшение интенсивности света при его прохождении через вещество вследствие превращения энергии света в другие виды энергии. Рассеяние света: Изменение направления распространения света при его взаимодействии с веществом.

30. Тепловое излучение: Излучение электромагнитных волн нагретыми телами. Абсолютно черное тело: Тело, которое полностью поглощает все падающее на него излучение.

31. Закон Стефана-Больцмана: Энергия, излучаемая абсолютно черным телом в единицу времени с единицы площади, пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры. $R = \sigma T^4$, где σ - постоянная Стефана-Больцмана. Закон Вина: Длина волны, на которую приходится максимум излучения абсолютно черного тела, обратно пропорциональна абсолютной температуре. $\lambda_{\max} = b/T$, где b - постоянная Вина.

32. Внешний фотоэффект: Это явление вырывания электронов из вещества под действием света. Законы фотоэффекта:

- Количество вырванных электронов пропорционально интенсивности света.
- Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности света, а зависит только от частоты света.
- Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта – минимальная частота света, при которой фотоэффект еще возможен.

33. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + E_{kmax}$, где $h\nu$ - энергия фотона, A - работа выхода электрона из металла, E_{kmax} - максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

34. Давление света: Свет оказывает давление на поверхность, на которую падает. $p = w/c$, где w - объемная плотность энергии света, c - скорость света.

Раздел 3. Квантовая физика

35. Гипотеза Планка: Энергия излучается и поглощается не непрерывно, а дискретно, порциями (квантами). Кванты энергии: Энергия кванта пропорциональна частоте излучения. $E = h\nu$, где h - постоянная Планка.

36. Корпускулярно-волновой дуализм света: Свет обладает свойствами волны и свойствами частицы (корпускулы). Фотоны: Кванты электромагнитного излучения, обладающие энергией $E = h\nu$ и импульсом $p = h/\lambda$.

37. Атомные спектры: Спектры излучения и поглощения атомов. Спектральные серии водорода: Ультрафиолетовая серия (серия Лаймана), видимая серия (серия Бальмера), инфракрасные серии (серия Пашена, серия Брэкетта, серия Пфунда).

38. Постулаты Бора:

- Атом может находиться только в определенных стационарных состояниях, в которых он не излучает энергию.
- При переходе атома из одного стационарного состояния в другое излучается или поглощается квант электромагнитного излучения, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний. $h\nu = E_k - E_n$.

39. Модель атома Бора: Электроны вращаются вокруг ядра атома по определенным круговым орбитам, на которых они не излучают энергию. Переход электрона с одной орбиты на другую сопровождается излучением или поглощением кванта энергии.

40. Волны де Бройля: Любая частица обладает волновыми свойствами. Длина волны де Бройля, связанная с движением частицы, обратно пропорциональна ее импульсу. $\lambda = h/p = h/(mv)$.

41. Соотношение неопределенностей Гейзенберга: Невозможно одновременно точно определить координату и импульс частицы. Произведение неопределенностей координаты и импульса не может быть меньше постоянной Планка, деленной на 4π . $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$, где $\hbar = h/(2\pi)$.

42. Строение атомного ядра: Ядро атома состоит из протонов и нейтронов. Протоны: Положительно заряженные частицы, определяющие химические свойства элемента. Нейтроны: Нейтральные частицы.

43. Ядерные силы: Силы, удерживающие нуклоны (протоны и нейтроны) в ядре. Ядерные силы являются короткодействующими и очень сильными. Энергия связи ядра: Энергия, необходимая для разделения ядра на отдельные нуклоны.

44. Радиоактивность: Это явление спонтанного распада атомных ядер. Виды радиоактивного распада:

- Альфа-распад: Испускание ядром альфа-частицы (ядра гелия).
- Бета-распад: Превращение нейтрона в протон и электрон (β^- -распад) или превращение протона в нейтрон и позитрон (β^+ -распад).
- Гамма-излучение: Излучение ядром фотонов высокой энергии.

45. Закон радиоактивного распада: Количество радиоактивных ядер уменьшается со временем экспоненциально. $N = N_0 e^{(-\lambda t)}$, где N_0 - начальное количество ядер, λ - постоянная распада, t - время. Период полураспада: Время, за которое распадается половина первоначального количества радиоактивных ядер. $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda \approx 0.693 / \lambda$.

46. Ядерные реакции: Это процессы взаимодействия атомных ядер с другими ядрами или элементарными частицами, приводящие к изменению состава и структуры ядер. Закон сохранения энергии при ядерных реакциях: Сумма энергий покоя и кинетических энергий частиц до реакции равна сумме энергий покоя и кинетических энергий частиц после реакции.

47. Деление ядер урана: Это процесс расщепления тяжелого ядра урана на два или несколько более легких ядер под воздействием нейтронов. Цепная реакция деления: Это самоподдерживающаяся ядерная реакция деления, в которой нейтроны, образующиеся при делении ядер, вызывают деление других ядер.

48. Термоядерные реакции: Это ядерные реакции слияния легких ядер при очень высоких температурах.

49. Элементарные частицы: Это частицы, которые на данном уровне знаний не считаются состоящими из других частиц. Классификация: Лептоны, кварки, бозоны.

Оценочные материалы для текущего контроля

Рекомендации по переводу процентов выполнения задания в отметки по пятибалльной шкале

Максимальное число баллов, которое можно получить за правильное выполнение всей тестовой работы, составляет **12 баллов** (по теме «Волновые свойства света» – **13 баллов**). Тестовое задание оценивается **1 баллом**, задание с профессиональной направленностью – **2 баллами**.

Отметка по пятибалльной шкале	% выполнения задания	Первичные баллы	
«2»	меньше 50%	0 – 5	0 – 6
«3»	50% - 70%	6 – 8	7 – 9
«4»	71% - 90%	9 – 10	10 – 11
«5»	91% - 100%	11 – 12	12 – 13

Практические задания

Инструкция: Внимательно прочитайте условие каждой задачи. Запишите полное решение с необходимыми формулами и пояснениями.

Вариант 1

- Механика: Автомобиль движется по прямой со скоростью 20 м/с. Начинает тормозить с ускорением 2 м/с².
 - а) Через какое время автомобиль остановится?
 - б) Какой путь он пройдет до полной остановки?
- Термодинамика: Идеальный газ при температуре 27°C занимает объем 5 л. Каким станет объем газа, если его нагреть до 127°C при постоянном давлении?
- Электричество: Какое напряжение нужно приложить к резистору сопротивлением 10 Ом, чтобы через него протекал ток 0.5 А? Какая мощность будет выделяться на этом резисторе?
- Оптика: Угол падения луча света на плоское зеркало равен 30°. Чему равен угол между падающим и отраженным лучом?
- Ядерная физика: Определите состав ядра атома урана-235 (²³⁵U). Сколько в нем протонов и нейтронов?

Вариант 2

- Механика: Тело брошено вертикально вверх со скоростью 15 м/с.
 - а) Через какое время тело достигнет наивысшей точки? ($g = 9.8 \text{ м/с}^2$)
 - б) На какую высоту поднимется тело?
- Термодинамика: В баллоне находится 2 моля идеального газа при температуре 300 К. Какова его внутренняя энергия? ($R = 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$)

3. Электричество: Определите общее сопротивление цепи, состоящей из двух последовательно соединенных резисторов, имеющих сопротивления 5 Ом и 15 Ом. Если к этой цепи приложить напряжение 20 В, какой ток будет течь в цепи?
4. Оптика: Предмет находится на расстоянии 20 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. На каком расстоянии от линзы получится изображение?
5. Ядерная физика: Запишите реакцию α -распада ядра радия-226 (^{226}Ra). Какие частицы образуются в результате распада?

Вариант 3

1. Механика: Поезд, двигаясь равноускоренно, проходит за 10 секунд путь в 300 метров, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость поезда.
2. Термодинамика: В сосуде объемом 10 л находится 4 г гелия при температуре 27°C. Определите давление газа в сосуде. (Молярная масса гелия = 4 г/моль, $R = 8.31$ Дж/(моль·К))
3. Электричество: Какова сила тока в цепи, если к источнику ЭДС 12 В с внутренним сопротивлением 1 Ом подключен резистор сопротивлением 5 Ом?
4. Оптика: На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на миллиметр, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Определите угол, под которым наблюдается спектр второго порядка.
5. Квантовая физика: Определите энергию фотона, длина волны которого равна 400 нм. ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Дж·с, $c = 3 \times 10^8$ м/с)

Вариант 4

1. Механика: С каким ускорением движется лифт массой 500 кг, если сила натяжения троса, удерживающего его, равна 6000 Н? ($g = 9.8$ м/с²)
2. Термодинамика: Какое количество теплоты необходимо для нагревания 500 г воды от 20°C до 100°C? (Удельная теплоемкость воды = 4200 Дж/(кг·°C))
3. Электричество: Два точечных заряда +2 нКл и -4 нКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определите силу взаимодействия между ними. ($k = 9 \times 10^9$ Н·м²/Кл²)
4. Оптика: Определите абсолютный показатель преломления среды, если скорость света в ней равна 2×10^8 м/с. ($c = 3 \times 10^8$ м/с)
5. Квантовая физика: Определите длину волны де Бройля для электрона, движущегося со скоростью 10^6 м/с. ($m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ кг, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Дж·с)

Решения (Вариант 1)

1. Механика:

- а) $v = v_0 + at$. В конце $v = 0$, поэтому $0 = 20 \text{ м/с} + (-2 \text{ м/с}^2) \times t$. Отсюда, $t = 10 \text{ с}$.
- б) $s = v_0 t + (at^2)/2$. Подставляем $s = (20 \text{ м/с} \times 10 \text{ с}) + (-2 \text{ м/с}^2 \times (10 \text{ с})^2)/2 = 200 \text{ м} - 100 \text{ м} = 100 \text{ м}$.

2. Термодинамика: Закон Гей-Люссака: $V_1/T_1 = V_2/T_2$. $T_1 = 27^\circ\text{C} + 273.15 = 300.15 \text{ K}$; $T_2 = 127^\circ\text{C} + 273.15 = 400.15 \text{ K}$. $V_2 = V_1 \times (T_2/T_1) = 5 \text{ л} \times (400.15 \text{ K} / 300.15 \text{ K}) \approx 6.67 \text{ л}$.

3. Электричество:

- Закон Ома: $U = IR = 0.5 \text{ А} \times 10 \text{ Ом} = 5 \text{ В}$.
- Мощность: $P = UI = 5 \text{ В} \times 0.5 \text{ А} = 2.5 \text{ Вт}$.

4. Оптика: Угол отражения равен углу падения (30°). Угол между падающим и отраженным лучом равен $30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$.

5. Ядерная физика: Уран-235 имеет 92 протона (порядковый номер) и $235 - 92 = 143$ нейтрона. ($^{235}_{92}\text{U}$)

Решения (Вариант 2)

1. Механика:

- а) $v = v_0 + gt$. В наивысшей точке $v = 0$, поэтому $0 = 15 \text{ м/с} + (-9.8 \text{ м/с}^2) \times t$. Отсюда, $t \approx 1.53 \text{ с}$.
- б) $h = v_0 t + (gt^2)/2 = (15 \text{ м/с} \times 1.53 \text{ с}) + (-9.8 \text{ м/с}^2 \times (1.53 \text{ с})^2)/2 \approx 11.48 \text{ м}$.

2. Термодинамика: Внутренняя энергия идеального одноатомного газа: $U = (3/2) \times nRT = (3/2) \times 2 \text{ моля} \times 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \times 300 \text{ К} = 7479 \text{ Дж}$.

3. Электричество:

- Последовательное соединение: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 5 \text{ Ом} + 15 \text{ Ом} = 20 \text{ Ом}$.
- Закон Ома: $I = U/R_{\text{общ}} = 20 \text{ В} / 20 \text{ Ом} = 1 \text{ А}$.

4. Оптика: Формула тонкой линзы: $1/F = 1/d + 1/f$, где F - фокусное расстояние, d - расстояние до предмета, f - расстояние до изображения. $1/10 \text{ см} = 1/20 \text{ см} + 1/f$. $1/f = 1/10 \text{ см} - 1/20 \text{ см} = 1/20 \text{ см}$. Отсюда, $f = 20 \text{ см}$.

5. Ядерная физика: α -распад: $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$. Образуются ядро радона-222 и альфа-частица (ядро гелия-4).

Решения (Вариант 3)

1. Механика: $s = v_0 t + (at^2)/2$; $v = v_0 + at$; $v = 3v_0$. Подставляем второе уравнение в первое: $a = (3v_0 - v_0)/t = 2v_0/t$. Подставляем в первое уравнение: $300 \text{ м} = v_0 \times 10 \text{ с} + (2v_0/10 \text{ с} \times (10 \text{ с})^2)/2 = 10v_0 + 10v_0 = 20v_0$. Отсюда, $v_0 = 300 \text{ м} / 20 \text{ с} = 15 \text{ м/с}$.

2. Термодинамика: Уравнение Менделеева-Клапейрона: $\times pV = nRT \times$; $\times n = m/M = 4 \text{ г} / 4 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль} \times$. $\times V = 10 \text{ л} = 0.01 \text{ м}^3 \times$; $\times T = 27^\circ\text{C} + 273.15 = 300.15 \text{ К} \times$. $\times p = nRT/V = (1 \text{ моль} \times 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \times 300.15 \text{ К}) / 0.01 \text{ м}^3 \approx 249450 \text{ Па} \approx 249.45 \text{ кПа} \times$.

3. Электричество: Закон Ома для полной цепи: $\times I = E / (R + r) = 12 \text{ В} / (5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}) = 2 \text{ А} \times$.

4. Оптика: Формула дифракционной решетки: $\times d \sin \theta = k\lambda \times$; $\times d = 1 \text{ мм} / 500 = 2 \times 10^{-6} \text{ м} \times$; $\times k = 2 \times$; $\times \lambda = 500 \text{ нм} = 5 \times 10^{-7} \text{ м} \times$. $\times \sin \theta = (k\lambda) / d = (2 \times 5 \times 10^{-7} \text{ м}) / (2 \times 10^{-6} \text{ м}) = 0.5 \times$; $\times \theta = \arcsin(0.5) = 30^\circ \times$.

5. Квантовая физика: $\times E = h\nu = hc/\lambda \times$; $\times \lambda = 400 \text{ нм} = 4 \times 10^{-7} \text{ м} \times$. $\times E = (6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \times 3 \times 10^8 \text{ м/с}) / (4 \times 10^{-7} \text{ м}) \approx 4.97 \times 10^{-19} \text{ Дж} \times$.

Решения (Вариант 4)

1. Механика: Второй закон Ньютона: $\times F - mg = ma \times$; $\times F = 6000 \text{ Н} \times$; $\times m = 500 \text{ кг} \times$; $\times g = 9.8 \text{ м/с}^2 \times$. $\times a = (F - mg) / m = (6000 \text{ Н} - 500 \text{ кг} \times 9.8 \text{ м/с}^2) / 500 \text{ кг} = (6000 \text{ Н} - 4900 \text{ Н}) / 500 \text{ кг} = 1100 \text{ Н} / 500 \text{ кг} = 2.2 \text{ м/с}^2 \times$.

2. Термодинамика: $\times Q = mc\Delta T \times$; $\times m = 500 \text{ г} = 0.5 \text{ кг} \times$; $\times c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \times$; $\times \Delta T = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C} \times$. $\times Q = 0.5 \text{ кг} \times 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \times 80^\circ\text{C} = 168000 \text{ Дж} = 168 \text{ кДж} \times$.

3. Электричество: Закон Кулона: $\times F = k |q_1 q_2| / r^2 \times$; $\times k = 9 \times 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2 \times$; $\times q_1 = 2 \text{ нКл} = 2 \times 10^{-9} \text{ Кл} \times$; $\times q_2 = -4 \text{ нКл} = -4 \times 10^{-9} \text{ Кл} \times$; $\times r = 20 \text{ см} = 0.2 \text{ м} \times$. $\times F = (9 \times 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2 \times |2 \times 10^{-9} \text{ Кл} \times -4 \times 10^{-9} \text{ Кл}|) / (0.2 \text{ м})^2 = (9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-18}) / 0.04 = 1.8 \times 10^{-6} \text{ Н} \times$.

4. Оптика: $\times n = c/v \times$; $\times c = 3 \times 10^8 \text{ м/с} \times$; $\times v = 2 \times 10^8 \text{ м/с} \times$. $\times n = (3 \times 10^8 \text{ м/с}) / (2 \times 10^8 \text{ м/с}) = 1.5 \times$.

5. Квантовая физика: Длина волны де Бройля: $\times \lambda = h / (mv) \times$; $\times h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \times$; $\times m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ кг} \times$; $\times v = 10^6 \text{ м/с} \times$. $\times \lambda = (6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}) / (9.11 \times 10^{-31} \text{ кг} \times 10^6 \text{ м/с}) \approx 7.27 \times 10^{-10} \text{ м} = 0.727 \text{ нм} \times$.

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет

	теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

4 Список рекомендуемой литературы

1. Основные источники:

1 Мякишев, Г. Я. Физика: 10-й класс: базовый и углублённый уровни : учебник / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; под редакцией Н. А. Парфентьевой. — 10-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-09-103619-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/335051> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1 Мякишев, Г. Я. Физика: 11-й класс: базовый и углублённый уровни : учебник / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин ; под редакцией Н. А. Парфентьевой. — 11-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-09-103620-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/335054> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дополнительные источники:

1. Родионов, В. Н. Физика для колледжей : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Н. Родионов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 202 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10835-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494934> (дата обращения: 14.04.2022).

2. Горлач, В. В. Физика : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 215 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09366-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492624> (дата обращения: 14.04.2022).

3. Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 301 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08112-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494416> (дата обращения: 14.04.2022).

4. Астрономия : учебное пособие для среднего профессионального

образования / А. В. Коломиец [и др.] ; ответственные редакторы А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 282 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5- 534-15278-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488152> (дата обращения: 12.04.2022).

Интернет-ресурсы

3. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов). www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
4. www.booksgid.com (Books Gid. Электронная библиотека).
5. www.globalteka.ru (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов). www.window.edu.ru (Единое окно доступа к образовательным ресурсам). www.st-books.ru (Лучшая учебная литература).
6. www.ru/book (Электронная библиотечная система).
7. www.alleng.ru/edu/phys.htm (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
8. www.school-collection.edu.ru (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов). <https://fiz.1september.ru> (учебно-методическая газета «Физика»).
9. www.n-t.ru/nl/fz (Нобелевские лауреаты по физике).
10. www.nuclphys.sinp.msu.ru (Ядерная физика в Интернете).
11. www.kvant.mccme.ru (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»). www.yos.ru/natural-sciences/html (естественно-научный журнал для молодежи «Путь в науку»).