

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ  
МО «СВЕТЛОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ»  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 1

**РАССМОТРЕНО**

Руководитель  
ШМО учителей математики,  
физики, информатики

И.В. Винник

протокол № 01 от «25» августа  
2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель  
методического совета

Л.В. Ракович

протокол № 01 от «26» августа  
2023 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Директор  
МБОУ СОШ № 1

Т.В. Дерганова

приказ № 421 от «30» августа  
2023 г.

Документ подписан электронной подписью  
Владелец: Дерганова Татьяна Васильевна  
Директор  
Сертификат:  
00F26935D97D7FB7F19D20A32BE316D55F  
Срок действия с 26.05.2023 до 18.08.2024  
Подписано: 31.08.2023 08:36 (UTC)

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ФИЗИКЕ, 11 КЛАСС

г. Светлый  
2023 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа по физике для 11 классов составлена на основе примерной программы среднего общего образования по физике (Примерные программы по учебным предметам. Физика. 10-11 классы: проект. - М.: Просвещение, 2010 г.), авторской программы по физике для общеобразовательных учреждений В.С. Данюшенкова, О.В. Коршуновой «Физика 10-11 класс, базовый уровень» (Физика. Программы общеобразовательных учреждений: 10-11 классы/ В.А. Орлов, П.Г. Саенко, О.Ф. Кабардин, В.С. Данюшенков, О.В. Коршунова, Н.В. Шаронова, Е.П. Левитан. - М.: Просвещение, 2011).

Ориентирована на УМК:

- Физика. 11 класс: учебник для общеобразоват. учреждений: базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. - М.: Просвещение, 2010.
- Физика. 11 класс. Электронное приложение (DVD) к учебнику Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, В.М. Чаругина. под ред. Н.А. Парфентьевой.
- Физика: 10-11 кл.: поуроч. планирование: пособие для учителей общеобразоват. организаций/ В. Ф. Шилов. — М.: Просвещение, 2013.
- Физика. 11 класс Модели уроков: Книга для учителя / Ю.А. Сауров. - М.: Просвещение, 2005.
- Физика. Задачник 10-11 классы. / А.П. Рымкевич - М.: Дрофа, 2008.
- Физика-11. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. / Л.А. Кирик. - М.: Илекса, 2015.
- «Физика». 11 класс. Дидактические материалы. / А.Е.Марон, Е.А.Марон - М.: Дрофа, 2014.

На изучение физики в 11 классе отводится 68 час. из расчета 2 час. в неделю.

**Уровень обучения** – базовый.

**Форма обучения** – очная.

Реализация воспитательного аспекта обучения:

- формирование сознания связи с обществом, необходимости согласовывать свое поведение с интересами общества;
- осознание практической значимости того или иного открытия, осознание значимости этого открытия на пути цивилизации человеческого общества,
- воспитание уважения к ученым и их труду,
- формирование устойчивых нравственных чувств, высокой культуры поведения как одной из главных проявлений уважения человека к людям.
- использование школьные знания по физике в процессе получения профессионального образования и в практической жизни.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИКЕ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Освоение учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования (базовый уровень) должно обеспечить достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

#### ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

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:

##### 1) 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 образовательной организации;

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

готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

**2) патриотического воспитания:**

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;

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

**3) 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;

**4) эстетического воспитания:**

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

**5) 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;

**6) 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;

**7) 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.

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

#### **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.

#### **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.

#### **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.

#### **Коммуникативные универсальные учебные действия:**

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;

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.

#### **Регулятивные универсальные учебные действия**

##### **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, эмоциональный интеллект:**

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;  
принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;  
принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;  
признавать своё право и право других на ошибки.

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.

#### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу обучения в **10 классе** предметные результаты на базовом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

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 изопротессах, 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.

К концу обучения в **11 классе** предметные результаты на базовом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

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.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНИКА

Темы, раскрывающие данный раздел программы	Количество часов, отводимых на данную тему	Характеристика основных видов деятельности ученика (на уровне учебных действий)
Электродинамика (продолжение)	13	Вычислять силы, действующие на проводник с током в магнитном поле. Вычислять силы, действующие на электрический заряд, движущийся в магнитном поле. Наблюдать и объяснять действие магнитного поля на ток. Определять направление силы Ампера и силы Лоренца. Объяснять принцип действия электродвигателя. Исследовать явление электромагнитной индукции.
Колебание и волны	16	Исследовать зависимость периода колебаний математического маятника от его длины, массы и амплитуды колебаний. Определение ускорения свободного падения с помощью маятника. Наблюдать осциллограммы гармонических колебаний силы тока в цепи. Наблюдать явление интерференции электромагнитных волн. Исследовать свойства электромагнитных волн Объяснять принцип действия генератора переменного электрического тока

Оптика	13	<p>Применять на практике законы отражения и преломления света при решении задач.</p> <p>Наблюдать явление дифракции света.</p> <p>Определять спектральные границы чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решётки.</p> <p>Строить изображения предметов, даваемые линзами.</p> <p>Рассчитывать расстояние от линзы до изображения предмета с помощью формулы тонкой линзы.</p> <p>Рассчитывать оптическую силу линзы.</p> <p>Измерять фокусное расстояние линзы.</p> <p>Доказывать опытным путем поперечность световых волн.</p> <p>Наблюдать и объяснять дисперсию света.</p>
Элементы теории относительности	3	<p>Рассчитывать энергию покоя системы тел.</p> <p>Рассчитывать энергию связи системы тел по дефекту масс.</p>
Квантовая физика	16	<p>Наблюдать фотоэлектрический эффект.</p> <p>Рассчитывать максимальную кинетическую энергию электронов при фотоэлектрическом эффекте.</p> <p>Объяснять давление света на основе квантовых представлений.</p> <p>Наблюдать линейчатые спектры.</p> <p>Рассчитывать частоту и длину волны испускаемого света при переходе атома из одного стационарного состояния в другое.</p> <p>Рассчитывать энергию связи атомных ядер.</p> <p>Регистрировать ядерные излучения с помощью счётчика Гейгера.</p> <p>Вычислять энергию, освобождающуюся при радиоактивном распаде.</p> <p>Определять продукты ядерной реакции.</p> <p>Вычислять энергию, освобождающуюся при ядерных реакциях.</p>
Повторение	5	Повторение и обобщение материала, изученного в курсе физики

**Организация проектной и учебно-исследовательской деятельности учащихся на уроках физики** в 11 классе реализуется в форме творческой проектной деятельности, лабораторных работ, реферата, опережающего задания, использования мультимедийных средств обучения в групповой, коллективной, индивидуально-дифференцированной формах. Тематика для исследовательских и проектных работ определяется по ходу освоения материала.

### **Критерии и нормы оценки знаний, умений и навыков обучающихся по физике**

#### **1. Оценка письменных самостоятельных и контрольных работ**

**Оценка «5»** ставится за работу, выполненную без ошибок и недочетов или имеющую не более одного недочета.

**Оценка «4»** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней:

- а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- б) или не более двух недочетов.

**Оценка «3»** ставится в том случае, если ученик правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

- а) не более двух грубых ошибок,
- б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета,
- в) или не более двух-трех негрубых ошибок,
- г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов,
- д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

**Оценка «2»** ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее половины работы.

**Оценка «1»** ставится в том случае, если ученик не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 % всех заданий, т.е. записал условие одной задачи в общепринятых символических обозначениях.

## **2. Оценка устных ответов**

**Оценка «5»** ставится в том случае, если учащийся:

- а) обнаруживает полное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, знание законов и теорий, умеет подтвердить их конкретными примерами, применить в новой ситуации и при выполнении практических заданий;
- б) дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;
- в) технически грамотно выполняет физические опыты, чертежи, схемы, графики, сопутствующие ответу, правильно записывает формулы, пользуясь принятой системой условных обозначений;
- г) при ответе не повторяет дословно текст учебника, а умеет отобрать главное, обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений, умеет установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других смежных предметов;
- д) умеет подкрепить ответ несложными демонстрационными опытами;
- е) умеет делать анализ, обобщения и собственные выводы по данному вопросу;
- ж) умеет самостоятельно и рационально работать с учебником, дополнительной литературой и справочниками.

**Оценка «4»** ставится в том случае, если ответ удовлетворяет названным выше требованиям, но учащийся:

- а) допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно, или при небольшой помощи учителя;
- б) не обладает достаточными навыками работы со справочной литературой (например, ученик умеет все найти, правильно ориентируется в справочниках, но работает медленно).

**Оценка «3»** ставится в том случае, если учащийся правильно понимает физическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но при ответе:

- а) обнаруживает отдельные пробелы в усвоении существенных вопросов курса физики, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала;
- б) испытывает затруднения в применении знаний, необходимых для решения задач различных типов, при объяснении конкретных физических явлений на основе теории и законов, или в подтверждении конкретных примеров практического применения теории;
- в) отвечает неполно на вопросы учителя (упуская и основное), или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение в этом тексте;
- г) обнаруживает недостаточное понимание отдельных положений при воспроизведении текста учебника, или отвечает неполно на вопросы учителя, допуская одну-две грубые ошибки.

**Оценка «2»** ставится в том случае, если ученик:

- а) не знает и не понимает значительную или основную часть программного материала в пределах поставленных вопросов;
- б) или имеет слабо сформулированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов и задач по образцу и к проведению опытов;
- в) или при ответе допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи учителя.

**Оценка «1»** ставится в том случае, если ученик не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

## **3. Оценка лабораторных и практических работ**

**Оценка «5»** ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

**Оценка «4»** ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

**Оценка «2»** ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

**Оценка «1»** ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда

## СОДЕРЖАНИЕ ИЗУЧАЕМОГО КУРСА 11 КЛАСС

### 1. Электродинамика (продолжение) (13 часов)

Магнитное поле. Взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Электродвигатель. Электромагнитная индукция. Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля. Электромагнитное поле. Индукционный генератор электрического тока.

### 2. Колебания и волны (16 часов)

Механические колебания. Свободные колебания. Математический маятник. Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс. Электрические колебания. Колебательный контур. Свободные колебания в колебательном контуре. Период свободных электрических колебаний. Вынужденные колебания. Переменный электрический ток. Производство, передача и потребление электрической энергии. Генерирование энергии. Трансформатор. Передача электрической энергии. Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Электромагнитные волны. Скорость электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи

### 3. Оптика (13 часов)

Скорость света. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Линзы. Получение изображения с помощью линзы. Формула тонкой линзы. Оптические приборы. Дисперсия света. Интерференция света. Когерентность. Дифракция света. Дифракционная решётка. Поперечность световых волн. Поляризация света. Излучение и спектры. Шкала электромагнитных излучений.

**4. Элементы теории относительности (3 часа)**

Постулаты специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Постоянство скорости света. Полная энергия. Энергия покоя. Релятивистский импульс. Дефект масс и энергия связи.

**5. Квантовая физика (16 часов)**

Гипотеза Планка о квантах. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотон. Давление света. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Модели строения атома. Опыты Резерфорда. Квантовые постулаты Бора. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора. Дуализм свойств света. Модели строения атомного ядра: протонно-нейтронная модель строения атомного ядра. Свойства ядерных сил. Энергия связи атомных ядер. Дефект массы и энергия связи нуклонов в ядре. Виды радиоактивных превращений атомных ядер. Закон радиоактивного распада и его статистический характер. Свойства ионизирующих ядерных излучений. Доза излучения. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы. Доза излучения, закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер. Ядерная энергетика. Термоядерный синтез. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия

**6. Повторение (5 часов)**

Повторение и обобщение материала, изученного в курсе физики

**Тематический план**

№п/п	Тема (содержание)	Кол-во часов	Контрольные мероприятия:		Воспитательный аспект урока	Задания по формированию функциональной грамотности
			Контрольные работы	лабораторные работы		
1.	Электродинамика (продолжение)	13	Контрольная работа №1 «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»	Лабораторная работа "Наблюдение действия магнитного поля на ток"	День знаний. День солидарности и борьбы с терроризмом.	Электронный банк заданий для формирования функциональной грамотности <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>
				Лабораторная работа "Изучение явления электромагнитной индукции."		
2.	Колебания и волны	16	Контрольная работа №2 «Колебания и волны»	Лабораторная работа "Определение ускорения свободного падения при помощи маятника"	Интеллектуальные интернет-конкурсы	Электронный банк заданий для формирования функциональной грамотности <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>
3.	Оптика	13	Контрольная работа №3 «Геометрическая и волновая оптика»	Лабораторная работа "Измерение показателя преломления стекла"	Предметные олимпиады  онь информатики в России. Всероссийская акция «Час кода».	Электронный банк заданий для формирования функциональной грамотности <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>
				Лабораторная работа "Определение оптической силы и"		

				фокусного расстояния собирающей линзы"	предметная неделя.	
				<i>Лабораторная работа</i> "Наблюдение сплошного и линейчатого спектров"	урок исследование «Космос — это мы»	
4.	Элементы теории относительности	3			Неделя науки и техники для детей и юношества	Электронный банк заданий для формирования функциональной <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>
5.	Квантовая физика	16	Контрольная работа №4 «Физика атома»		Дистанционные олимпиады	Электронный банк заданий для формирования функциональной <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>
6.	Повторение	5	Контрольная работа №5 «Итоговая контрольная работа»			Электронный банк заданий для формирования функциональной <a href="https://fg.reshe.edu.ru/">https://fg.reshe.edu.ru/</a>

### Поурочное планирование курса

№ урока	Тема урока	Кол-во уроков
<b>Раздел 1. Электродинамика (продолжение).</b>		<b>13</b>
1	Введение. Инструктаж по технике безопасности в кабинете физики, при проведении лабораторных работ и лабораторного практикума	1
2	Магнитное поле тока. Вектор магнитной индукции.	1
3	Сила Ампера. Электродвигатель.	1
4	<b>Лабораторная работа №1 «Наблюдение действия магнитного поля на ток»</b>	1
5	Сила Лоренца.	1
6	Магнитные свойства вещества.	1
7	Явление электромагнитной индукции. Магнитный поток.	1
8	Направление индукционного тока. Правило Ленца. <b>Лабораторная работа № 2 «Изучение явления электромагнитной индукции»</b>	1
9	Закон электромагнитной индукции. ЭДС индукции в движущихся проводниках.	1
10	Вихревое электрическое поле. Электромагнитное поле. Решение задач.	1
11	Самоиндукция. Индуктивность.	1
12	Энергия магнитного поля тока. Электромагнитное поле.	1
13	<b>Контрольная работа № 1 по теме «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»</b>	1
<b>Раздел 2. Колебание и волны</b>		<b>16</b>
14	Механические колебания. Свободные и вынужденные колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Математический маятник.	1
15	Гармонические колебания. Фаза колебаний.	1

16	<b>Лабораторная работа № 3 «Определение ускорения свободного падения при помощи маятника»</b>	1
17	Преобразование энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс.	1
18	Электромагнитные колебания. Свободные и вынужденные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Преобразование энергии в колебательном контуре.	1
19	Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями.	1
20	Решение задач на характеристики электромагнитных свободных колебаний.	1
21	Переменный электрический ток. Генератор переменного электрического тока.	1
22	Трансформатор.	1
23	Производство, передача и использование электрической энергии.	1
24	Возникновение, распространение и характеристика волн.	1
25	Электромагнитная волна и ее обнаружение.	1
26	Принципы радиосвязи.	1
27	Свойства электромагнитных волн.	1
28	Обобщающе-повторительное занятие по теме «Колебания и волны».	1
29	<b>Контрольная работа № 2 по теме «Колебания и волны»</b>	1
<b>Раздел 3. Оптика</b>		<b>13</b>
30	Введение в оптику. Скорость света. Закон отражения света.	1
31	Закон преломления света. Полное отражение.	1
32	<b>Лабораторная работа №4 «Измерение показателя преломления стекла».</b>	1
33	Линза. Построение изображения в линзе.	1
34	Формула тонкой линзы. Решение задач.	1
35	<b>Лабораторная работа №5 «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы».</b>	1
36	Дисперсия света. Спектральные аппараты.	1
37	Интерференция волн. Интерференция света	1
38	Дифракция волн. Дифракция света. Дифракционная решетка	1
39	Поперечность световых волн. Поляризация света.	1
40	Шкала электромагнитных волн.	1
41	Повторение и обобщение. Решение задач.	1
42	<b>Контрольная работа №3 по теме «Геометрическая и волновая оптика»</b>	1
<b>Раздел 4. Элементы теории относительности</b>		<b>3</b>
43	Законы электродинамики и принцип относительности. Постулаты Эйнштейна.	1
44	Энергия, импульс и масса в релятивистской динамике.	1
45	Решение задач	1
<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		<b>16</b>
46	Фотоэффект. Законы фотоэффекта.	1
47	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.	1
48	Решение задач на законы фотоэффекта.	1
49	Фотоны. Гипотеза де Бройля. Давление света.	1
50	Строение атома. Опыты Резерфорда.	1
51	Квантовые постулаты Бора. Излучение и поглощение света атомом.	1
52	<b>Лабораторная работа №6 «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»</b>	1
53	<b>Контрольная работа №4 по теме «Квантовая физика»</b>	1
54	Радиоактивность.	1
55	Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Изотопы.	1
56	Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер.	1

57	Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепная ядерная реакция.	1
58	Ядерная энергетика.	1
59	Термоядерные реакции.	1
60	Биологическое действие радиоактивных излучений.	1
61	Элементарные частицы.	1
<b>Раздел 6. Повторение.</b>		<b>5</b>
62	Повторение. Механика	1
63	Повторение. Молекулярная физика	1
64	Повторение. Электрические явления. Магнитное поле. Явление ЭМИ	1
65	Повторение. Электромагнитные колебания и волны. Оптика	1
66	<b>Контрольная работа № 5 «Итоговая контрольная работа»</b>	1

### Демонстрация итоговой контрольной работы

1. Определите направление сил, действующих на проводник с током в магнитном поле (рис. 1).

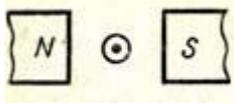


Рис. 1

А. вверх Б. вниз В. вправо Г. влево Д. определить невозможно

2. Определите величину и направление силы Лоренца, действующей на протон в изображенном на рис. 2 случае.  $B = 80$  мТл,  $v = 200$  км/с.

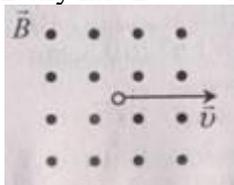
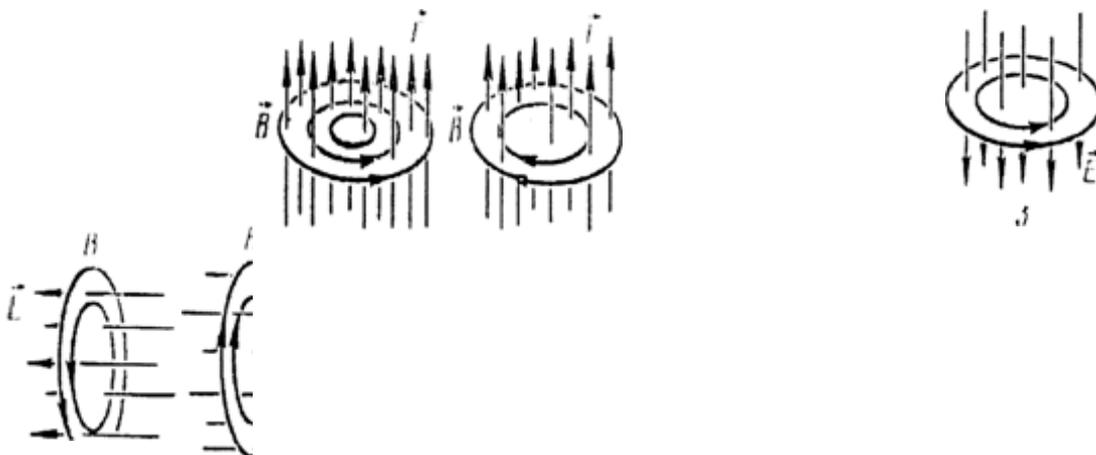


Рис. 2

- А.  $5,12 \cdot 10^4$  Н, влево
- Б.  $2,56 \cdot 10^4$  Н, вниз
- В.  $2,5 \cdot 10^8$  Н, вниз
- Г.  $2,56 \cdot 10^4$  Н, вверх
- Д. Среди ответов
- А-Г нет правильного.

3. Какой из рисунков (рис. 3) соответствует случаю возникновения магнитного поля при возрастании напряженности электрического поля?

Рис. 3



Рис

- А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4 Д. 5

4. Проводник MN с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника можно пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если проводник покоится?

А. 0,5 А Б. 2 А В. 20 А Г. 0,2 А Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. На рис. 4 представлен график зависимости от времени координаты  $x$  тела, совершающего гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ . Чему равен период колебаний тела?

Рис 4.  $x$ , м

0,2

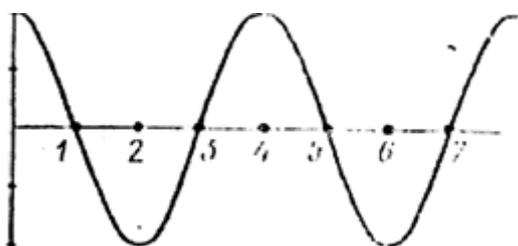
0,1

0

-0,1

-0,2

$t$ , с



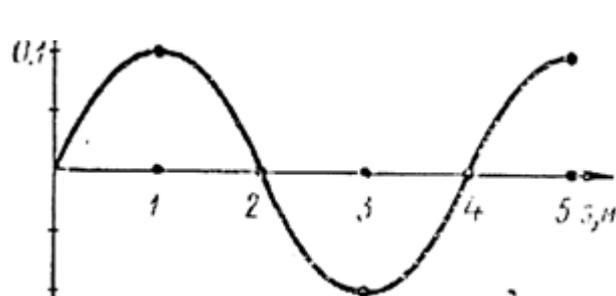
А. 1 с. Б. 2 с. В. 3 с. Г. 4 с. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

6. Как изменится частота колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

А. Не изменится. Б. Увеличится в 2 раза. В. Увеличится в 4 раза. Г. Уменьшится в 2 раза. Д. Уменьшится в 4 раза.

7. Какие из перечисленных ниже волн являются поперечными: 1 – волны на поверхности воды, 2 – звуковые волны, 3 – радиоволны, 4 – ультразвуковые волны в жидкостях?

А. Только 1-ое. Б. 1 и 3. В. 2 и 4. Г. 1,2,3, и 4. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.



8. На рис. 5 представлен профиль волны в определенный момент времени. Чему равна длина волны?

Рис. 5

А. 0,1 м. Б. 0,2 м. В. 2 м. Г. 4 м. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

9. Частота колебаний источника волны равна  $0,2 \text{ с}^{-1}$ , скорость распространения волны 10 м/с. Чему равна длина волны?

А. 0,02 м. Б. 2 м. В. 50 м. Г. По условию задачи длину волны определить нельзя. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

10. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а амплитуда напряжения на нем 10 В. В таком контуре максимальная энергия магнитного поля катушки равна:

А. 100 Дж. Б. 0,01 Дж. В.  $10^{-3}$  Дж. Г.  $10^{-4}$  Дж. Д. 20 Дж.

11. Каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим лучом угол  $50^\circ$ ?

А.  $20^\circ$ . Б.  $25^\circ$ . В.  $40^\circ$ . Г.  $50^\circ$ . Д.  $100^\circ$ .

12. При переходе луча из первой среды во вторую угол падения равен  $60^\circ$ , а угол преломления  $30^\circ$ . Чему равен относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

А. 0,5. Б.  $\sqrt{3}/3$ . В.  $\sqrt{3}$ . Г. 2. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

13. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла, и алмаза соответственно равны 1,33, 1,5, 2,42. В каких из этих веществ предельный угол полного отражения при выходе в воздух имеет максимальное значение?

А. В воде. Б. В стекле. В. В алмазе. Г. Во всех трех веществах одинаковое. Д. Ни в одном веществе полного отражения не будет.

14. На рис. 6 показано положение линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов и предмета MN. Где находится изображение предмета, создаваемое линзой?

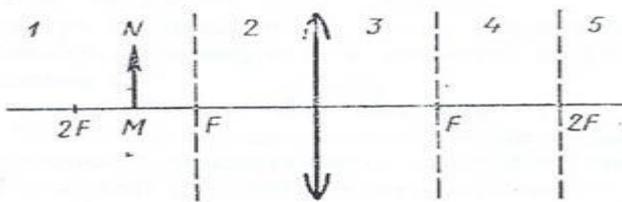


Рис. 6

А. В области 1. Б. В области 2. В. В области 3. Г. В области 4. Д. В области 5.

15. С помощью собирающей линзы получили изображение светящейся точки. Чему равно фокусное расстояние линзы, если  $d = 0,5$  м,  $f = 1$  м?

А. 0,33 м. Б. 0,5 м. В. 1,5 м. Г. 3 м. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

16. По условию предыдущей задачи определите, чему равно увеличение?

А. 0,33. Б. 0,5. В. 1,5. Г. 2. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

17. Свет какого цвета обладает наибольшим показателем преломления при переходе из воздуха в стекло?

А. Красного. Б. Синего. В. Зеленого. Г. Фиолетового. Д. У всех одинаковый.

18. На какой из схем (рис. 7) правильно представлен ход лучей при разложении пучка белого света стеклянной призмой?

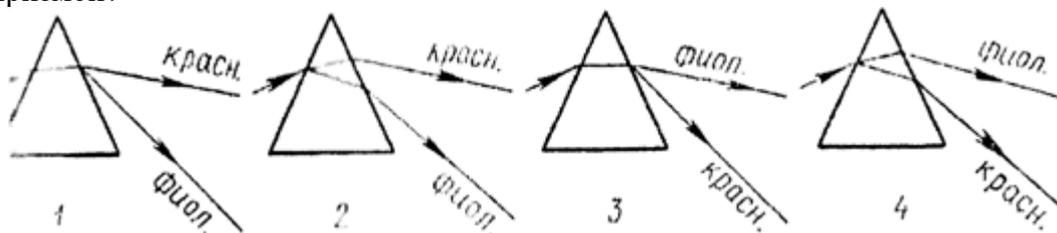


Рис. 7

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. На всех схемах неправильно.

19. Два автомобиля движутся навстречу друг другу, скорость каждого относительно Земли равна  $v$ . Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем? Скорость света в системе отсчета, связанной с Землей, равна  $c$ .

А.  $c$ . Б.  $c+v$ . В.  $c+2v$ . Г.  $c-v$ . Д.  $c-2v$ .

20. Какие излучения из перечисленных ниже обладают способностью к дифракции: 1-видимый свет, 2-радиоволны, 3-рентгеновские лучи, 4-инфракрасные лучи?

А. Только 1 . Б. Только 1 и 2. В. Только 1, 2 и 3. Г. Только 1, 3 и 4. Д. 1, 2, 3 и 4.

21. Разность фаз двух интерферирующих лучей равна  $\pi/2$ . Какова минимальная разность хода этих лучей?

А.  $\lambda$ . Б.  $\lambda/2$ . В.  $\lambda/4$ . Г.  $3\lambda/4$ . Д.  $3\lambda/2$ .

22. Чему равна частота света, если энергия фотона  $E$ ?

А.  $Eh$ . Б.  $E/h$ . В.  $E/c$ . Г.  $E/c^2$ . Д.  $Eh/c^2$ .

23. Какое из приведенных ниже выражений является и условием наблюдения главных максимумов в спектре дифракционной решетки с периодом  $d$  под углом  $\varphi$ ?

А.  $d \sin\varphi = k\lambda$ . Б.  $d \cos\varphi = k\lambda$ . В.  $d \sin\varphi = (2k+1)\lambda/2$ . Г.  $d \cos\varphi = (2k+1)\lambda/2$ . Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

24. Снимаются вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Максимальному числу фотонов, падающих на фотокатод за единицу времени, соответствует характеристика:



А. 1 . Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Не зависит от числа фотонов.

25. На рис. 8 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Стрелкой с какой цифрой обозначен переход с излучением фотона наибольшей частоты?

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

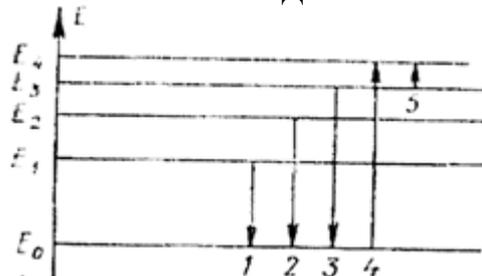


Рис. 8

Сколько протонов  $Z$  и сколько нейтронов  $N$  в ядре изотопа кислорода  $^{17}O$ ?

А.  $Z = 8, N = 17$ . Б.  $Z = 8, N = 9$ . В.  $Z = 17, N = 8$ . Г.  $Z = 9, N = 8$ . Д.  $Z = 8, N = 8$ .

26. Что такое альфа-излучение?

А. Поток электронов. Б. Поток протонов. В. Поток ядер атомов гелия. Г. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами. Д. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых при торможении быстрых электронов веществе.

27. Какое из трех видов излучений –  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение – обладает наибольшей проникающей способностью?

А.  $\alpha$ -излучение. Б.  $\beta$ -излучение. В.  $\gamma$ -излучение. Г. Все примерно одинаковой. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

28. Какое соотношение между массой  $m_{\text{я}}$  атомного ядра и суммой масс свободных протонов  $Zm_p$  и свободных нейтронов  $Nm_n$ , из которых составлено это ядро, справедливо?

А.  $m_{\text{я}} > Zm_p + Nm_n$ . Б.  $m_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$ . В.  $m_{\text{я}} = Zm_p + Nm_n$ . Г. Для стабильных ядер правильный ответ А, для радиоактивных ядер - Б. Д. Для стабильных ядер правильный ответ Б, для радиоактивных ядер - А.

29. В какой зоне Солнца происходят термоядерные реакции?

- А. лучистая зона
- Б. ядро
- В. зона конвекции.