


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**

«Утверждаю»  
Декан факультета  
Экономики и управления  
Фозилханов Д.О.  
2026 г.



**Фонд оценочных средств  
По дисциплине: «Физика»**

Специальность: 38.02.08 Торговое дело  
Квалификация выпускника: специалист торгового дела  
Срок освоения программы: 2 года 10 месяцев  
Вид подготовки: базовый  
Уровень образования: основное общее образование  
Профиль получаемого образования: социально-экономический  
Год начала подготовки - 2026 год.

ДУШАНБЕ - 2026



## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Паспорт комплекта оценочных средств по учебной дисциплине
  2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке
  3. Распределение основных показателей оценки результатов по видам аттестации
  4. Комплект оценочных средств для проведения текущего, рубежного контроля и критерии, и нормы их оценки
    - 4.1 Виды КОС
    - 4.2 Макеты оценочных средств, критерии и нормы их оценки.
  5. Комплект оценочных средств для проведения промежуточной (итоговой) аттестации и критерии, и нормы их оценки.
    - 5.1 Формы проведения промежуточной (итоговой) аттестации.
    - 5.2 Макеты оценочных средств, критерии и нормы их оценки.
- Приложение

## **ПАСПОРТ**

## комплекта оценочных средств

### 1.1. Область применения

Комплект оценочных средств для учебной дисциплины «Физика» предназначен для реализации программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности 38.02.08 Торговое дело

### 1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Учебная дисциплина входит в цикл общеобразовательных профильных дисциплин.

### 1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

Содержание программы «Физика» направлено на достижение следующих **целей**:

- формирование у обучающихся уверенности в ценности образования, значимости физических знаний для современного квалифицированного специалиста при осуществлении его профессиональной деятельности;
- формирование естественно-научной грамотности;
- овладение специфической системой физических понятий, терминологией и символикой;
- освоение основных физических теорий, законов, закономерностей;
- овладение основными методами научного познания природы, используемыми в физике (наблюдение, описание, измерение, выдвижение гипотез, проведение эксперимента);
- овладение умениями обрабатывать данные эксперимента, объяснять полученные результаты, устанавливать зависимости между физическими величинами в наблюдаемом явлении, делать выводы;
- формирование умения решать физические задачи разных уровней сложности;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний с использованием различных источников информации и современных информационных технологий; умений формулировать и обосновывать собственную позицию по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- воспитание чувства гордости за российскую физическую науку.

#### **Задачи:**

- приобретение знаний о фундаментальных физических законах, лежащих в основе современной физической картины мира, принципов действия технических устройств и производственных процессов, о наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- понимание физической сущности явлений, проявляющихся производственной деятельности;
- освоение способов использования физических знаний для практических и профессиональных задач, объяснения явлений производственных и технологических процессов, принципов технических приборов и устройств, обеспечения безопасности производства и охраны природы;
- формирование умений решать учебно-практические задачи физического содержания с учётом профессиональной направленности;

- приобретение опыта познания и самопознания; умений ставить задачи и решать проблемы с учётом профессиональной направленности;
- формирование умений искать, анализировать и обрабатывать физическую информацию с учётом профессиональной направленности;
- подготовка обучающихся к успешному освоению дисциплин и модулей профессионального цикла: формирование у них умений и опыта деятельности, характерных для профессий / должностей служащих или специальностей, получаемых в профессиональных образовательных организациях;
- подготовка к формированию общих компетенций будущего специалиста: самообразования, коммуникации, проявления гражданско- патриотической позиции, сотрудничества, принятия решений в стандартной и нестандартной ситуациях, проектирования, проведения физических измерений, эффективного и безопасного использования различных технических устройств, соблюдения правил охраны труда при работе с физическими приборами и оборудованием.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения;
- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты,
- выдвигать гипотезы и строить модели, • применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ;
- практически использовать физические знания;
- оценивать достоверность естественно-научной информации;
- использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.
- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- отличать гипотезы от научных теорий;
- делать выводы на основе экспериментальных данных;
- приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;

- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;

- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научнопопулярных статьях.

- применять полученные знания для решения физических задач;

- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле\*;  
измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей.

## Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Код и наименование формируемых компетенций	Планируемые результаты освоения дисциплины	
	Общие	Дисциплинарные
<b>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам</b>	<p><b>В части трудового воспитания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;</li> <li>- готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;</li> <li>- интерес к различным сферам профессиональной деятельности,</li> </ul> <p><b>Овладение универсальными учебными познавательными действиями:</b></p> <p><b>а) базовые логические действия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;</li> <li>-устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;</li> <li>- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;</li> <li>- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;</li> <li>- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;</li> <li>- развивать креативное мышление при решении жизненных проблем</li> </ul> <p><b>б) базовые исследовательские действия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать представления о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;</li> <li>- сформировать умения решать расчетные 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 ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;</li> <li>- владеть основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;</li> <li>- уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;</li> <li>- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;</li> <li>- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения;</li> <li>- способность их использования в познавательной и социальной практике</li> </ul>	<p>строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов.</li> </ul>
<p><b>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности</b></p>	<p><b>В области ценности научного познания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;</li> <li>- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;</li> <li>- осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-уметь учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач.</li> </ul>

	<p>исследовательскую деятельность индивидуально и в группе;</p> <p><b>Овладение универсальными учебными познавательными действиями:</b></p> <p><b>в) работа с информацией:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;</li> <li>- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;</li> <li>- оценивать достоверность, легитимность информации, ее соответствие правовым и морально-этическим нормам;</li> <li>- 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;</li> <li>- владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности.</li> </ul>	
<p><b>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях</b></p>	<p><b>В области духовно-нравственного воспитания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность нравственного сознания, этического поведения;</li> <li>- способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;</li> <li>- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;</li> <li>- ответственное отношение к своим родителям и (или) другим членам семьи, созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>владеть основными методами научного познания, используемыми в физике:</i></li> <li>- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений,</li> <li>- проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений,</li> <li>- объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать</li> </ul>

	<p>семейной жизни в соответствии с традициями народов России;</p> <p><b>Овладение универсальными регулятивными действиями:</b></p> <p><b>а) самоорганизация:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;</li> <li>- самостоятельно составлять план решения проблемы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений; - давать оценку новым ситуациям; способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень;</li> </ul> <p><b>б) самоконтроль:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;</li> <li>- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;</li> </ul> <p><b>в) эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 коммуникации, способность к сочувствию и сопереживанию; социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.</li> </ul>	<p>выводы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования;</li> <li>- сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний</li> <li>- овладеть (сформировать представления) правилами записи физических формул рельефно-точечной системы обозначений Л. Брайля (для слепых и слабовидящих обучающихся).</li> </ul>
<p>ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- готовность и способность к образованию и саморазвитию, самостоятельности и самоопределению;</li> <li>- овладение навыками учебно-исследовательской,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- овладеть умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных</li> </ul>

	<p>проектной и социальной деятельности;</p> <p><b>Овладение универсальными коммуникативными действиями:</b></p> <p><i>б) совместная деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;</li> <li>- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;</li> <li>- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;</li> <li>- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным</li> </ul> <p><b>Овладение универсальными регулятивными действиями:</b></p> <p><i>г) принятие себя и других людей:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать мотивы и аргументы других людей при анализе результатов деятельности;</li> <li>- признавать свое право и право других людей на ошибки; развивать способность понимать мир с позиции другого человека.</li> </ul>	<p>ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы</p>
<p><b>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста</b></p>	<p><b>В области эстетического воспитания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке;</li> <li>- способность воспринимать различные виды искусства, традиции и творчество своего и других народов, ощущать эмоциональное воздействие искусства;</li> <li>- убежденность в значимости для личности и общества отечественного и мирового искусства, этнических культурных традиций и народного творчества; готовность к самовыражению в разных видах искусства, стремление проявлять</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового</li> </ul>

	<p>качества творческой личности;</p> <p><b>Овладение универсальными коммуникативными действиями:</b></p> <p><b>а) общение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять коммуникации во всех сферах жизни;</li> <li>- распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;</li> <li>- развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.</li> </ul>	<p>движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопротессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, 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, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность.</p>
<p><b>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</b></p>	<p><b>В области экологического воспитания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем;</li> <li>- планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;</li> <li>- умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий, предотвращать их;</li> <li>- расширение опыта деятельности экологической направленности на основе знаний по физике.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования.</li> </ul>

В результате освоения дисциплины Физика обучающийся должен **знать**:

- смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения;
- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты,
- выдвигать гипотезы и строить модели, • применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ;
- практически использовать физические знания;
- оценивать достоверность естественно-научной информации;
- использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.
- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- отличать гипотезы от научных теорий;
- делать выводы на основе экспериментальных данных;
- приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно популярных статьях. • применять полученные знания для решения физических задач;
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле\*; измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей.

**Оценка индивидуальных образовательных достижений обучающихся** предполагается в форме текущего, рубежного контроля умений и знаний и промежуточной аттестации. Ежемесячно преподавателем осуществляется оценка аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающихся.

Результаты текущего контроля складываются из результатов:

- работы студентов на занятиях, в т.ч. и лабораторных;
- обобщающих занятий.

Для получения допуска к промежуточной аттестации обязательно выполнение всех обобщающих занятий, контрольных, лабораторных работ.

## Распределение основных показателей оценки результатов по видам аттестации

### ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА

Код и наименование формируемых компетенций	Раздел/Тема	Тип оценочных мероприятий
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 4. Темы 4.1., 4.2. Раздел 5. Темы 5.1., 5.2., 5.3. Раздел 6. Темы 6.1., 6.2. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	- устный опрос; - фронтальный опрос; - оценка контрольных работ; - наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ; - оценка выполнения лабораторных работ;
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 4. Темы 4.1., 4.2. Раздел 5. Темы 5.1., 5.2., 5.3. Раздел 6. Темы 6.1., 6.2. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	лабораторных работ; - оценка практических работ (решения качественных, расчетных, профессионально ориентированных задач); - оценка тестовых заданий; - наблюдение за ходом выполнения индивидуальных проектов и оценка выполненных проектов;
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	- оценка выполнения домашних самостоятельных работ; - наблюдение и оценка решения кейс-задач; - наблюдение и оценка деловой игры; - экзамен
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 4. Темы 4.1., 4.2. Раздел 5. Темы 5.1., 5.2., 5.3. Раздел 6. Темы 6.1., 6.2. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 4. Темы 4.1., 4.2. Раздел 5. Темы 5.1., 5.2., 5.3. Раздел 6. Темы 6.1., 6.2. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Раздел 1. Темы 1.1., 1.2, 1.3 Раздел 2. Темы 2.1., 2.2., 2.3. Раздел 3. Темы 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. Раздел 4. Темы 4.1., 4.2. Раздел 6. Темы 6.1., 6.2. Раздел 7. Темы 7.1., 7.2.	

#### **4. Комплект оценочных средств для проведения текущего, рубежного контроля, критерии и нормы их оценки**

##### **4.1 Виды оценочных средств:**

- *Лабораторная работа;*
- *Контрольная работа*

## Лабораторные работы

**Лабораторная работа № 1:** Определение плотности твёрдого тела.

**Лабораторная работа № 2:** Сложение сил, направленных под углом друг к другу.

**Лабораторная работа № 3:** Измерение относительной влажности воздуха.

**Лабораторная работа № 4:** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

**Лабораторная работа № 5:** Определение удельной теплоты плавления льда.

**Лабораторная работа № 6:** Изучение законов последовательного соединения проводников

**Лабораторная работа № 7:** Изучение законов параллельного соединения проводников

**Лабораторная работа № 8:** Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

**Лабораторная работа № 9:** Исследование зависимости мощности, потребляемой резистором, от напряжения

**Лабораторная работа № 10:** Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.

**Лабораторная работа № 11:** Определение показателя преломления стекла

**Лабораторная работа № 12:** Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

**Лабораторная работа № 13:** Изучение карты звездного неба.

## **Критерии оценки и нормы оценки качества выполнения студентами лабораторной работы**

Лабораторная работа оценивается по пятибалльной системе.

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если студент:

1. Выполнил работу полностью (в соответствии с методической разработкой).
2. Правильно и аккуратно оформил все записи, таблицу и схему установки.
3. Самостоятельно и логично ответил на контрольные вопросы, сделал выводы.
4. Строго соблюдал последовательность проведения опытов и расчётов величин.
5. Выполнял правила техники безопасности и охраны труда, поддерживал чистоту и порядок на рабочем месте.
6. Был дисциплинирован, исполнитель, внимателен во время работы.

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если студент выполнил требования, предъявляемые к оценке «5», но:

1. Работу выполнял в условиях, не обеспечивающих достаточной точности исследований.
2. Было допущено два-три недочёта или более одной ошибки и одного недочёта.
3. Работа выполнена не полностью или в описании наблюдений допустил неточности, выводы сделал неполные.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент:

1. Работу выполнил не менее чем наполовину, не сделаны правильно выводы по основным задачам работы.
2. В ходе измерений допустил ошибки, проявил малую самостоятельность.
3. Физические величины определены с большой относительной ошибкой. Записи, рисунок, таблица, расчёты сделаны небрежно, неаккуратно. Плохо произведен анализ погрешностей.
4. Допустил грубую ошибку в объяснении физических процессов, в ответах на контрольные вопросы.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если студент

1. Не выполнил цель работы, часть работы, которую выполнил он, не позволяет сделать правильные выводы.
2. Опыты, измерения, вычисления производились неправильно.
3. Нарушал правила техники безопасности, учебную дисциплину, не участвовал в выполнении работы.

Студенту, получившему оценку «2» (неудовлетворительно), лабораторная работа не может быть **«ЗАЧТЕНА»** и выполняется повторно студентом в дополнительное время с дальнейшей её передачей со снижением оценки на один балл.

## Контрольные работы

Контрольная работа №1 «Молекулярная физика и термодинамика»  
Контрольная работа №2 «Электрическое поле. Законы постоянного тока»  
Контрольная работа №3 «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»  
Контрольная работа № 4 «Колебания и волны»  
Контрольная работа № 5 «Оптика»  
Контрольная работа № 6 «Квантовая физика»

### Критерии и нормы оценки контрольных работ

Письменная контрольная работа оценивается по пятибалльной системе.

***Оценка «5» (отлично)***

выставляется студенту, если работа выполнена без ошибок и недочётов; допущено не более одного недочёта;

***Оценка «4» (хорошо)***

выставляется студенту, если работа выполнена полностью, но допущено в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочёта; не более двух недочётов;

***Оценка «3» (удовлетворительно)***

выставляется студенту, если правильно выполнено не менее половины работы или допущено: не более двух грубых ошибок или не более одной грубой ошибки и одного недочёта;

***Оценка «2» (неудовлетворительно)***

выставляется студенту, если допущено число ошибок, недочётов, превышающих норму, при которой может быть выставлена оценка «3»; если правильно выполнено менее половины работы.

## **5. Комплект оценочных средств для проведения промежуточной (итоговой) аттестации, критерии и нормы их оценки**

Промежуточная (итоговая) аттестация проводится в форме дифференцированного зачета.

### **Критерии оценки дифференцированного зачета по предмету «Физика»:**

**Оценка 5 (отлично)** выставляется:

За глубокие и полные знания программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений при ответе на зачете; посещение занятий, активную и творческую работу на занятиях; выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой.

**Оценка 4 (хорошо)** выставляется:

За твёрдые и достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, последовательные, прав ильные и конкретные ответы на поставленные дополнительные (наводящие) вопросы; посещение занятий; активную и творческую работу на занятиях; выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой.

**Оценка 3 (удовлетворительно)** выставляется:

За достаточный объём знаний и понимание основных вопросов программы; правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на наводящие вопросы; самостоятельное устранение неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений; посещение учебных занятий.

**Оценка 2 (неудовлетворительно)** выставляется:

За неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; несистематическое посещение занятий, отсутствие работы на занятиях.

**Лабораторные работы  
по дисциплине «Физика»**

## Лабораторная работа № 1: Определение плотности твёрдого тела

**Цель работы:** 1. Изучить методику определения плотности твёрдого тела правильной и неправильной геометрической формы;  
2. приобрести практические навыки измерения линейных размеров тел с помощью штангенциркуля.

**Оборудование:** Весы электронные; набор металлических тел из стали, латуни, меди, алюминия; штангенциркуль.

### I. Краткие сведения из теории.

Измерение массы и объема тел, изготовленных из одинакового вещества, показывает, что их масса прямо пропорциональна объёму:

$$m = \rho V,$$

где  $m$  – масса тела,  $V$  – объём тела.

Величина  $\rho$ , характеризующая зависимость массы тела от рода вещества и внешних условий, называется плотностью вещества. Плотность измеряется массой вещества в единице объёма.

В системе СИ за единицу плотности принимают плотность такого вещества, которое в объёме  $1 \text{ м}^3$  имеет массу  $1 \text{ кг}$ , т.е.

$$[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

В работе исследуются тела в форме цилиндра, шара, прямоугольного параллелепипеда, объёмы которых определяются по формулам соответственно:

$$V_{\text{цил}} = \pi r^2 h = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) h,$$

где  $d$  - диаметр,  $h$  - высота цилиндра;

$$V_{\text{шар}} = \left(\frac{4}{3}\right) \pi r^3 = \left(\frac{1}{6}\right) \pi d^3,$$

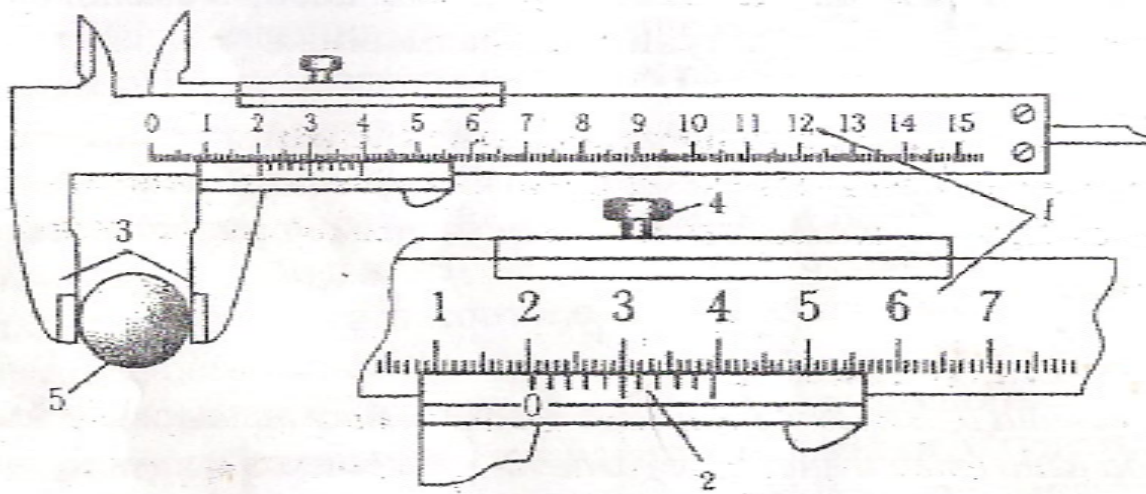
где  $d$  – диаметр шара;

$$V_{\text{пр.парал.}} = abc,$$

где  $a, b, c$  – длины рёбер прямоугольного параллелепипеда.

### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Определить массу тела на электронных весах  $m$ ;
2. Измерить с помощью штангенциркуля линейные размеры тела: для цилиндра - диаметр  $d$  и высоту  $h$ ; для шара - диаметр  $d$ , для прямоугольного параллелепипеда – длину  $a$ , ширину  $b$ , высоту  $c$ .



С этой целью тело 5 устанавливает между губками 3 штангенциркуля, зажимают стопорный винт 4 и по штриху «ноль» (0) делений нониуса 2, расположенного на подвижной части, отсчитывают число миллиметров по шкале линейки на неподвижной штанге 1. Шкала нониуса имеет 10 или (20) делений, цена деления равна 0,1 мм (0,05 мм). По штриху нониуса, совпавшему с любым миллиметровым штрихом неподвижной линейки штанги, определяют по делениям нониуса десятые доли миллиметра. На рис. выше приведён пример измерения диаметра, размер которого равен 20,5 мм (пятая риска нониуса совпала с риской 3 неподвижной линейки).

При наличии штангенциркуля с цифровой индикацией типа ШЦЦ-1, отсчёт размеров производится автоматически, показания отображаются на дисплее.



3. Начертить таблицу, соответствующую форме тела:

№№ тела	Форма тела	$m$ , кг	$d$ , м	$h$ , м	$V$ , м <sup>3</sup>	Опытное $\rho$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Табличное $\rho_{\text{табл}}$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Отн. погрешн. $\delta\rho, \%$
	цилиндр							

№№ тела	Форма тела	$m$ , кг	$d$ , м	$V$ , м <sup>3</sup>	Опытное $\rho$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Табличное $\rho_{\text{табл}}$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Отн. погрешн. $\delta\rho, \%$
	шар						

№№ тела	Форма тела	$m$ , кг	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м	$V$ , м <sup>3</sup>	Опытное $\rho$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Табличное $\rho_{\text{табл}}$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Отн. погрешн. $\delta\rho, \%$
	Прямоуг.								

4. Рассчитать объём тела  $V$ , опытное значение плотности  $\rho$ . Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

5. Определить абсолютную  $\Delta\rho$  и относительную  $\delta\rho$  погрешности определения плотности:

$$\Delta\rho = |\rho - \rho_{\text{табл}}|,$$

$$\delta\rho = \left(\frac{\Delta\rho}{\rho_{\text{табл}}}\right) \cdot 100\%$$

6. Относительную погрешность и табличное значение плотности также занести в таблицу.

*Примечание:* табличные значения плотностей некоторых металлов:

сталь –  $7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; медь -  $8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; алюминий -  $2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; латунь -  $8,45 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

### III. Контрольные вопросы

1. От чего зависит плотность?
2. Как измерить плотность тела неправильной формы?
3. Не пользуясь справочником, указать, у какого вещества больше плотность: у воды или льда, у молока или сливок?
4. Как измерить плотность жидкости?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Расчет относительной погрешности.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы.

## Лабораторная работа № 2: Сложение сил, направленных под углом

**Цель работы:** 1. Изучить закон сложения сил, направленных под углом.  
2. Получить практические навыки определения равнодействующей сил, приложенных к одной точке и направленных под углом.

**Оборудование:** Лист бумаги, линейка, транспортир.

### I. Краткие сведения из теории.

Сила в механике - мера механического воздействия на данное тело других тел, в результате которого тело приобретает ускорение. Сила - векторная величина, которая характеризуется численным значением (модулем), направлением в пространстве и точкой приложения.

Сила  $F$  определяется как произведение массы  $m$  тела на ускорение  $a$  его движения:

$$F = ma.$$

Для определения модуля и направления силы можно либо измерить ускорение  $a$  тела известной массы  $m$ , находящегося под действием этой силы, либо использовать прибор для измерения силы, называемый *динамометром*. Основными рабочими частями динамометра являются *пружина*, соединённая со стержнем, и *шкала*, отградуирована в единицах силы – Н. Приложив измеряемую силу через нить к крючку на стержне динамометра и удерживая неподвижным другой конец пружины, соединённый с корпусом динамометра, можно измерить модуль силы  $F$  по указателю на шкале динамометра. Вектор силы направлен вдоль нити, присоединённой к крючку динамометра.

Если на тело действуют две силы, их можно заменить одной – *равнодействующей*, которая определяется геометрически. Сложение двух векторов, направленных под углом друг к другу, осуществляется по правилу параллелограмма (или треугольника).

### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

#### Таблица определения вариантов:

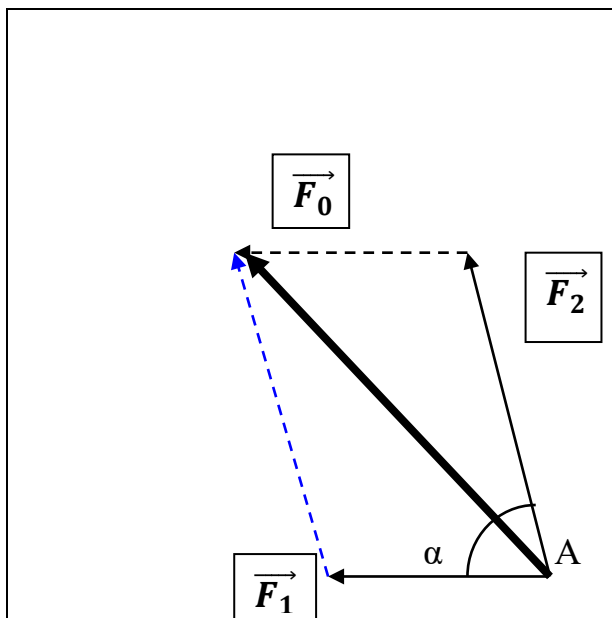
№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$F_1, Н$	4	6	8	10	8	6	4	2	4	6	8	10	4
$F_2, Н$	10	6	4	2	6	4	10	12	8	6	8	4	4
$\alpha, ^\circ$	30	45	60	90	30	45	60	90	30	45	60	90	30

3. Начертить таблицу.

№ пп	$F_1, Н$	$F_2, Н$	$\alpha, ^\circ$	$F_0 \text{ анал}, Н$	$F_0 \text{ граф}, Н$	$\delta F_0, \%$

2. Данные своего варианта занести в таблицу.

3. Вычислить *равнодействующую* двух сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  *геометрическим способом*.



- На чистом листе бумаги в правом нижнем углу поставить точку А.
- От неё отложить силу  $\vec{F}_1$  и под заданным углом  $\alpha$  силу  $\vec{F}_2$ . Масштаб: 1Н в 1 см.
- Используя метод параллелограмма, построить результирующий вектор  $\vec{F}_0$ , равный сумме двух сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ .
- Определить модуль силы  $\vec{F}_0$  геометрическим путём, используя масштаб.
- Занести  $F_{0\text{граф}}$  в таблицу.

4. Вычислить равнодействующую двух сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  аналитическим способом, воспользовавшись теоремой косинусов:

$$F_{0\text{анал}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - F_1 F_2 \cos(\pi - \alpha)}$$

если  $\alpha < \frac{\pi}{2}$ , то  $F_{0\text{анал}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_1 F_2 \cos \alpha}$

Занести  $F_{0\text{анал}}$  в таблицу.

5. Определить относительную погрешность  $\delta F$  определения равнодействующей:

$$\delta F = \left( \frac{F_{0\text{граф}} - F_{0\text{анал}}}{F_{0\text{анал}}} \right) \cdot 100\%$$

### III. Контрольные вопросы

1. Что называется равнодействующей нескольких сил?
2. Как Вы определяли направление и модуль равнодействующей двух сил, направленных под углом друг к другу?
3. Сформулируйте правило сложения двух сил, направленных под углом.
4. По рис. 1 укажите значение вектора  $F_3$ . Чему равен  $F_3$  для Вашего варианта?
5. Какие физические величины (кроме сил) можно складывать по правилу параллелограмма?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы и оборудование.
2. Чертёж.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Расчет относительной погрешности.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы.

## Лабораторная работа № 3: Измерение относительной влажности воздуха

**Цель работы:**

1. закрепить знания по абсолютной и относительной влажности воздуха;
2. приобрести практические навыки измерения относительной влажности воздуха психрометром.

**Оборудование:** психрометр, психрометрическая таблица.

### I. Краткие сведения из теории.

В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды, которая испаряется с поверхности морей, рек, океанов и т.п.

*Воздух, содержащий водяной пар, называют влажным.*

Влажность воздуха оказывает огромное влияние на многие процессы на Земле: на развитие флоры и фауны, на урожай сельхоз. культур, на продуктивность животноводства и т.д. Влажность воздуха имеет большое значение для здоровья людей, т.к. от неё зависит теплообмен организма человека с окружающей средой. При низкой влажности происходит быстрое испарение с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, что приводит к ухудшению состояния.

Значит, влажность воздуха надо уметь измерять. Для количественной оценки влажности воздуха используют понятия абсолютной и относительной влажности.

**Абсолютная влажность** – величина, показывающая, какая масса паров воды находится в  $1 \text{ м}^3$  воздуха (т.е. это плотность водяного пара). Она равна парциальному давлению пара при данной температуре.

**Парциальное давление пара** – это давление, которое оказывал бы водяной пар, находящийся в воздухе, если бы все остальные газы отсутствовали.

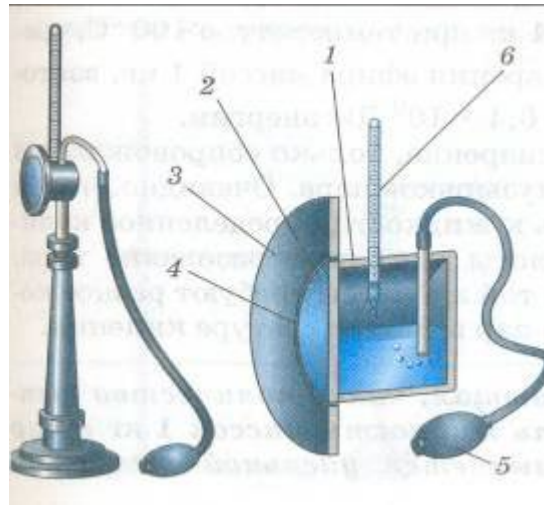
**Относительная влажность воздуха** – это величина, показывающая, как далек пар от насыщения. Это отношение парциального давления  $p$  водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара  $p_0$  при той же температуре, выраженное в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$$

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равны 0. Предельное значение относительной влажности – 100%. Нормальной для человеческого организма считается влажность 60%.

Для измерения влажности воздуха используют приборы **гигрометры** и **психрометры**.

#### 1. Конденсационный гигрометр.



Состоит из укрепленной на подставке металлической круглой коробочки с отполированной плоской поверхностью. В коробочке сверху имеются два отверстия. Через одно из них в коробочку наливают эфир и вставляют термометр, а другое соединяют с резиновой грушей. Действие конденсационного гигрометра основано на определении точки росы.

**Точка росы** – это температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным.

Продувают воздух через эфир (с помощью резиновой груши), при этом эфир быстро испаряется и охлаждает коробочку. Слой водяного пара, находящийся вблизи поверхности коробочки, благодаря теплообмену тоже станет охлаждаться. При определенной температуре этот водяной пар начнет конденсироваться и на отполированной поверхности коробочки появляются капельки воды (роса). По термометру определяют эту температуру, это и будет точка росы. В таблице «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» по точке росы находят абсолютную влажность – соответствующую этой температуре плотность паров или их давление.

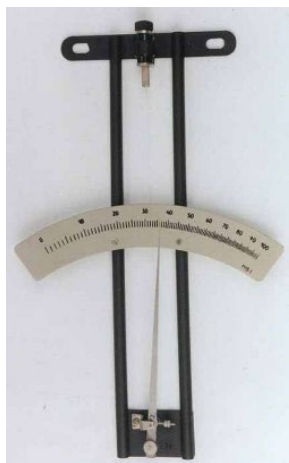
**Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах**

t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>
- 5	401	3,24	6	933	7,30	17	1933	14,5
- 4	437	3,51	7	1000	7,80	18	2066	15,4
- 3	476	3,81	8	1066	8,30	19	2199	16,3
- 2	517	4,13	9	1146	8,80	20	2333	17,3
- 1	563	4,47	10	1226	9,40	21	2493	18,8
0	613	4,80	11	1306	10,0	22	2639	19,4

1	653	5,20	12	1399	10,7	23	2813	20,6
2	706	5,60	13	1492	11,4	24	2986	21,8
3	760	6,00	14	1599	12,1	25	3173	23,0
4	813	6,40	15	1706	12,8	26	3359	24,4
5	880	6,80	16	1813	13,6	27	3559	25,8

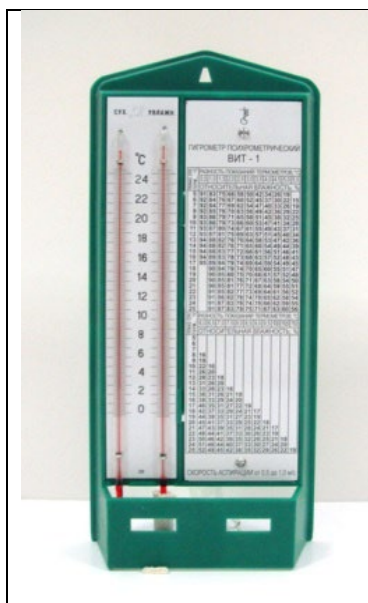
Чтобы найти относительную влажность, надо давление насыщенного пара при температуре точки росы разделить на давление насыщенного пара при температуре окружающего воздуха и умножить на 100%.

## 2. Волосной гигрометр.



Его работа основана на том, что обезжиренный человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется, а при уменьшении влажности укорачивается. Волос оборачивают вокруг легкого блока, прикрепив один конец к раме, а к другому подвешивают груз. При изменении длины волоса указатель (стрелка), прикрепленный к блоку, будет двигаться, перемещаясь по шкале. Шкалу градуируют по эталонному прибору.

## 3. Психрометр (от греч «психриа» - холод).



Состоит из двух одинаковых термометров. Резервуар одного из них обернут марлей, опущенной в сосуд с водой. Вода смачивает марлю на резервуаре термометра и при её испарении он охлаждается. По разности температур сухого и влажного термометров по психрометрической таблице определяют влажность воздуха.

## II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

**Задание 1.** Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

1. Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				

2. Рассмотреть устройство психрометра.

3. По имеющемуся психрометру измерить  $t_{\text{сухого}}$ ,  $t_{\text{влажного}}$  и записать в таблицу. Если психрометра нет, то необходимо измерить  $t$  сухого термометра. Обмотать его резервуар тканью и опустить ткань в воду. Термометр закрепить в штативе. Когда установится температура  $t_{\text{влажного}}$ , измерить её и записать в таблицу.

4. По психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха.

5. Сделайте вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

## III. Контрольные вопросы.

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?

2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?

3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?

4. При каком условии разность показаний термометров наибольшая?

5. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого» термометра?

6. Сухой и влажный термометр психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?

7. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

## Психрометрическая таблица.

$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометров											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	100	86	72	58	45	32	19	6				
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
7	100	87	74	61	49	37	26	14				
8	100	87	75	63	51	40	28	18				
9	100	88	76	64	53	42	31	21				
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11		
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	

14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15	8
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20	13
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
26	100	92	85	78	71	64	58	51	45	40	34	29
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32

#### **IV. Отчёт должен содержать:**

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

## Лабораторная работа № 4: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

- Цель работы:** 1. Изучить явление поверхностного натяжения жидкости;  
2. определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.
- Оборудование:** Весы электронные, алюминиевый сосуд, шприц, вода.

### I. Краткие сведения из теории.

Внутри жидкости результирующая сила, действующая на молекулу со стороны соседних молекул, равна нулю. Молекулы поверхностного слоя жидкости притягиваются только молекулами внутренних слоёв и под действием результирующей силы притяжения втягиваются внутрь жидкости. *Молекулы поверхностного слоя оказывают молекулярное давление на жидкость. Этот эффект называется поверхностным натяжением.* Это притяжение обуславливает *дополнительную потенциальную энергию* молекул поверхностного слоя, которая называется поверхностной энергией.

(Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией молекул, находящихся внутри жидкости.)

Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости стремится уменьшить потенциальную энергию и сокращается. За счет уменьшения этой энергии молекулярные силы – *силы поверхностного натяжения* – совершают работу  $A$ , сокращая площадь свободной поверхности жидкости  $S$  на величину  $\Delta S$ :

$$A = \sigma \Delta S \quad (1)$$

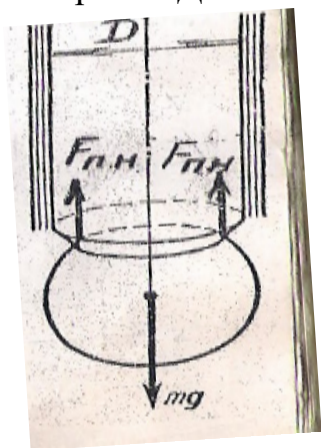
где  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения, который равен силе поверхностного натяжения  $F_{nn}$ , действующей на единицу длины  $l$  линии, ограничивающей какую-либо часть свободной поверхности жидкости. Единицы измерения Дж/м<sup>2</sup> или Н/м. Когда капля отрывается от капельницы,

для обеспечения условия равновесия сила тяжести должна быть равна силе поверхностного натяжения:

$$mg = F_{nn} \quad (2)$$

$$F_{nn} = \sigma l = \sigma 2\pi r = \sigma \pi D, \quad (3)$$

где  $m$  – масса капли,  $D$  - диаметр отверстия.



Чтобы определить массу одной капли, нужно измерить массу  $n$  капель и разделить на  $n$ . Так как вода смачивает стекло, капля отрывается от воды по линии, иеньшей, чем длина окружности отверстия. Поэтому вводится коэффициент 0,9:

$$\sigma = \frac{Mg}{0,9n\pi D}, \quad (4)$$

где  $M$  – масса  $n$  капель.

## II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Определить диаметр  $D$  канала шприца с помощью мерной иглы и штангенциркуля.
2. Измерить массу пустого алюминиевого сосуда.
3. Отмерить в сосуд из шприца  $n$  капель (не менее 100) холодной воды и определить массу  $M$  воды.
4. Вычислить коэффициент  $\sigma$  поверхностного натяжения воды.
5. Прodelать то же самое с теплой или мыльной водой.
6. Результаты измерений занести в таблицу.

№ опыта	Масса капель $M$ , кг	Число капель $n$	Диаметр канала шприца $D$ , м	Коэффициент поверхностного натяжения $\sigma$ , Н/м	Табличное значение коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}$ , Н/м	Относительная погрешность $\delta$ %
1					0,072	
2						

7. Рассчитать относительну погрешность  $\delta\sigma$ .

## III. Контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?
3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?
4. Изменится ли результат вычисления, если диаметр капель трубки будет меньше?
5. Почему следует добиваться медленного падения капель?
6. Как влияет примесь мыла на коэффициент поверхностного натяжения? Какое отношение имеет лабораторная работа к моющим средствам, которые используют в домашнем хозяйстве?

#### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

#### Лабораторная работа № 5: Определение удельной теплоты плавления льда.

**Цель работы:** 1. выяснить физический смысл процессов плавления и кристаллизации;  
2. экспериментально определить удельную теплоту плавления льда;

**Оборудование:** Весы электронные, калориметр, лёд, вода, термометр.

##### I. Краткие сведения из теории.

Переход вещества из твёрдого состояния в жидкое называется плавлением, а переход из жидкого состояния в твёрдое – отвердеванием или кристаллизацией. На процесс плавления затрачивается тепловая энергия. Когда твердое тело получает энергию, сначала расстояние между частицами в кристаллической решётке и скорость их движения увеличивается, т.е. возрастает молекулярно-потенциальная и молекулярно-кинетическая энергия (внутренняя) энергии вещества.

Затем, при определённой температуре (температуре плавления) начинается разрушение кристаллической решётки. Пока всё вещество не расплавится, его температура останется неизменной, а вся получаемая веществом энергия расходуется только на преодоление сил молекулярного сцепления. Вещество состоит из двух фаз: твёрдой и жидкой.

Когда остаётся только жидкая фаза, то, продолжая получать энергию, она нагревается, т.е. начнёт возрастать её молекулярно-кинетическая энергия (внутренняя энергия).

Количество теплоты (теплота плавления), которое надо сообщить телу при температуре плавления, чтобы его расплавить, равно:

$$Q_{\text{пл}} = \lambda m \quad \lambda = \frac{Q_{\text{пл}}}{m} \quad (1)$$

Количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг вещества, взятого при температуре плавления, называется удельной теплотой плавления вещества  $\lambda$ .

Величина  $\lambda$  зависит от рода вещества и внешних условий.

Удельную теплоту плавления можно определить экспериментально. Например, если в калориметр с водой поместить кусочки льда, то между телами (калориметр – вода – лёд) будет проходить теплообмен, лёд растает и установится температура смеси  $\theta$ .

Согласно уравнению теплового баланса (закону сохранения энергии) имеем:

$$\Sigma Q_{\text{отд}} = \Sigma Q_{\text{получ}}$$

## II. Порядок выполнения работы

1. Измерить массу калориметра (алюминиевого стакана)  $m_k$ .
2. Измерить массу термометра  $m_t$ .
3. Налить в стакан воды (приблизительно 0,6 от объёма стакана) и измерить массу калориметра с водой ( $m_k + m_в$ ).
4. Определить массу воды  $(m_k + m_в) - m_k$ .
5. Установить термометр в воду и измерить начальную температуру воды (и калориметра)  $T_в$ .
6. Не вынимая термометр из воды, опустить кусочки льда в воду и поставить алюминиевый стакан в пластмассовый стакан. По термометру наблюдать за процессом плавления льда и теплообменом (температура воды понижается).
7. Измерить температуру смеси (минимальная температура)  $\Theta$ .
8. Измерить суммарную массу  $M = (m_k + m_в + m_л + m_t)$ .
9. Определить массу льда  $m_л = M - (m_k + m_в) - m_t$ .
10. Изначальную температуру льда считать равной  $T_{пл}$ .
11. Измеренные величины занести в таблицу.

$m_k$ кг	$m_в$ кг	$T_в$ К	$m_л$ кг	$T_{пл}$ К	$\Theta$ К	$c_в$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$c_k$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\lambda_{оп}$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\lambda_{табл}$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\Delta\lambda$ %

12. Составить уравнение теплового баланса:

$$c_в m_в (T_в - \Theta) + c_k m_k (T_в - \Theta) = \lambda m_л + c_л m_л (\Theta - T_{пл})$$

13. Определить величину  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{c_в m_в (T_в - \theta) + c_k m_k (T_в - \theta) - c_л m_л (\theta - T_{пл})}{m_л}$$

14. Рассчитать относительную погрешность определения величины  $\lambda$ :

$$\Delta\lambda = \frac{|\lambda - \lambda_{табл}|}{\lambda_{табл}} \cdot 100\%$$

## III. Контрольные вопросы

7. Что называется удельной теплотой плавления, от чего она зависит? В каких единицах измеряется?
8. Почему процесс плавления вещества происходит при постоянной температуре?
9. Написать формулу для расчета количества теплоты, которое необходимо сообщить куску меди массой  $m$ , имеющему температуру 700 К, чтобы его расплавить

#### IV. Отчёт должен содержать:

7. Название и цель лабораторной работы.
8. Перечень оборудования.
9. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
10. Ответы на контрольные вопросы.
11. Выводы.

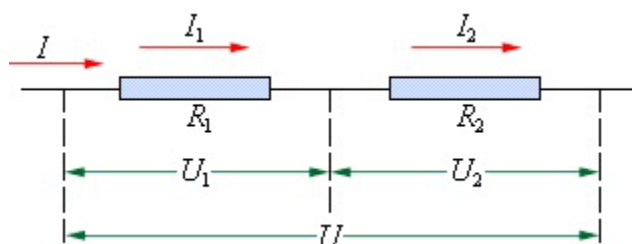
### Лабораторная работа № 6: Изучение законов последовательного соединения проводников

**Цель работы:**

- узнать, как распределяются ток, напряжение и сопротивление на участке последовательного соединения резисторов;
- получить практические навыки сборки электрических цепей.

**Оборудование:** Источник электрической энергии постоянного тока, два резистора, макетная плата, вольтметр, амперметр, соединительные провода с наконечниками.

#### I. Краткие сведения из теории.



Последовательным соединением проводников называется такое соединение, при котором ток поочерёдно протекает через друг за другом соединённые проводники.

Рассмотрим соединение двух резисторов:

- сила тока в любых частях такого участка цепи одна и та же:

$$I_1 = I_2 = I_3 \quad (1)$$

- полное напряжение на участке цепи равно сумме напряжений на отдельных резисторах:

$$U = U_1 + U_2 \quad (2)$$

- эквивалентное сопротивление соединения равно сумме сопротивлений отдельных резисторов:

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 \quad (3)$$

#### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Проверить экспериментально, выполняется ли формула (1):

1.1. начертить электрическую схему (рис.1), указав на направление тока и потенциалы точек на входе и на выходе резисторов и приборов

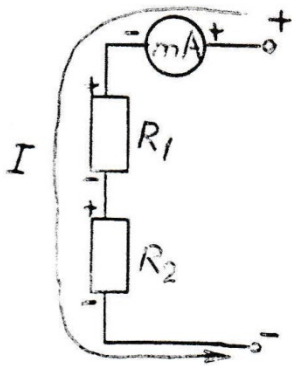


Рис. 1

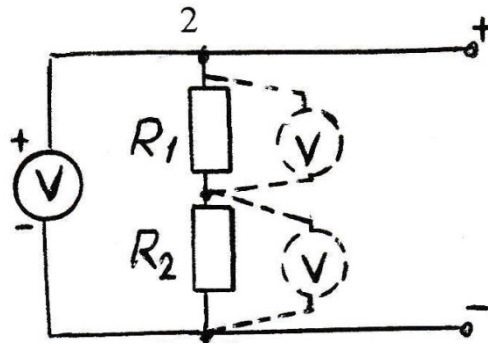


Рис. 2

- 1.2. собрать схему;
- 1.3. измерить силу тока на входе  $I$ , между резисторами  $I_1$  и на выходе  $I_2$ , включая миллиамперметр в разрыв электрической цепи;
- 1.4. результаты измерений записать в таблицу 1.

$I, A$	$I_1, A$	$I_2, A$	$U_{\text{посл}}, B$	$U_1, B$	$U_2, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{\text{экв}}, Ом(3)$	$R_{\text{экв}}, Ом(4)$

2. Убедиться в том, что **общее напряжение** на участке цепи равно **сумме напряжений** на каждом резисторе в отдельности:

- 2.1. начертить электрическую схему (рис.2);
- 2.2. собрать схему;
- 2.3. измерить общее напряжение  $U_{\text{посл}}$ ;
- 2.4. измерить напряжения на резисторах  $U_1, U_2$  в отдельности;
- 2.5. результаты измерений записать в таблицу 1.

3. Установить взаимосвязь между эквивалентным сопротивлением  $R$  и сопротивлениями отдельных резисторов  $R_1, R_2$ :

- 3.1. используя закон Ома для участка цепи, по измеренным величинам определить сопротивления:

$$R_1 = \frac{U_1}{I}; R_2 = \frac{U_2}{I}; R_{\text{экв}} = \frac{U_{\text{посл}}}{I}. \quad (4)$$

- 3.2. рассчитать  $R_{\text{экв}}$  по формуле (3) и сравнить с  $R_{\text{экв}}$ , вычисленным по формуле (4).
- 3.3. результаты вычислений записать в таблицу 1.

### III. Контрольные вопросы

1. Что называется последовательным соединением проводников? Привести примеры такого соединения в практической деятельности человека.
2. Правила включения амперметра и вольтметра в электрическую цепь. Чему равны сопротивления идеального амперметра и идеального вольтметра?
3. Написать и объяснить формулу закона Ома для участка электрической цепи. Привести пример.
4. Назвать достоинства и недостатки последовательного соединения проводников.

5. Каким образом обозначаются на электрических схемах больший и меньший потенциал точек? Что называется напряжением на участке цепи?

#### IV. Отчёт должен содержать:

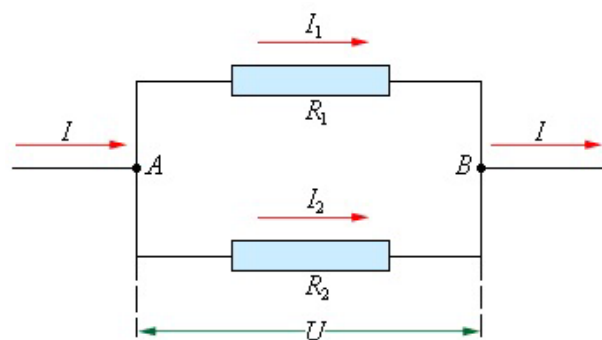
1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Электрические схемы.
4. Таблицы результатов измерений и расчёты.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы, в которых должны быть отражены результаты сравнения измеренных величин, вычислений, выполнения целей и т.д.

### Лабораторная работа № 7: Изучение законов параллельного соединения проводников

**Цель работы:** - узнать о закономерностях цепи, состоящей из параллельно соединённых проводников;  
- получить практические навыки сборки электрических цепей.

**Оборудование:** Источник электрической энергии постоянного тока, два резистора, макетная плата, вольтметр, амперметр, соединительные провода.

#### I. Краткие сведения из теории.



Параллельным соединением проводников называется такое соединение, при котором одни концы всех проводников соединены в один узел (т.А, рис. 1), а вторые концы – в другой узел (т.В).

Рис.1

Рассмотрим соединение двух резисторов:

- Напряжение  $U$  на всем участке АВ и на концах параллельных ветвей (на  $R_1$  и  $R_2$ ) **одно и то же:**

$$U_1 = U_2 = U \quad (1)$$

- Ток  $I$  в точке А разветвляется на  $I_1$  и  $I_2$ , которые вновь сходятся в точке В.

Поэтому **сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов в отдельных ветвях:**

$$I = I_1 + I_2 \quad (2)$$

- **эквивалентное сопротивление** определяется из формулы

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

## II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Проверить справедливость утверждения о том, что **общее напряжение равно напряжению на каждой ветви** т.е., выполняется формула (1):

3.4. начертить и собрать электрическую схему (рис.2)

3.5. измерить напряжения  $U_1$ ,  $U_2$  на резисторах в отдельности и общее  $U$ ;

3.6. измеренные величины занести в таблицу 1.

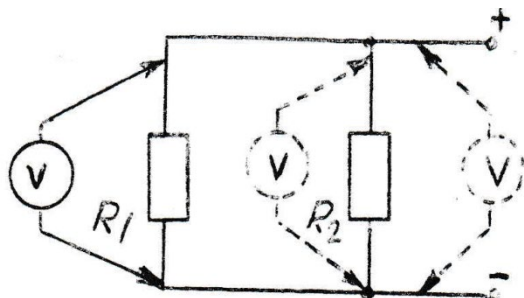


Рис. 2

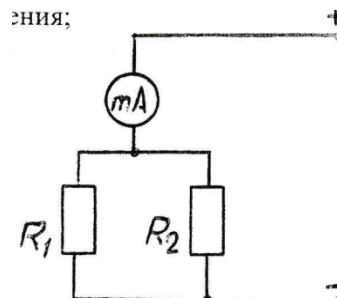


Рис. 3

4. Убедиться в том, что **сила тока в неразветвлённой цепи равна сумме сил тока в ветвях**, т.е. выполняется формула (2);

4.1. начертить и собрать схему на рис.3;

4.2. измерить силу тока  $I_{пар}$  до разветвления;

4.3. собрать электрическую схему на рис. 4 и измерить силу тока  $I_1$ ;

4.4. собрать электрическую схему на рис. 5 и измерить силу тока  $I_2$ ;

4.5. результаты измерений записать в таблицу 1.

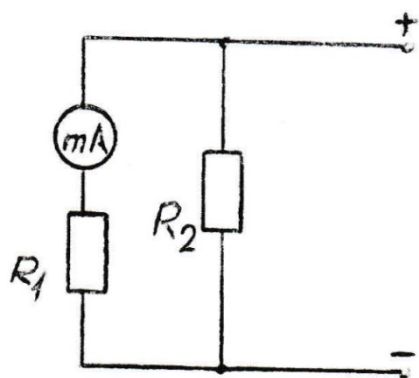


Рис. 4

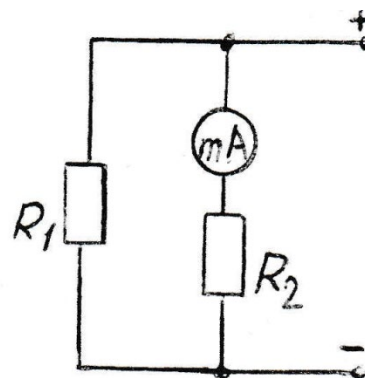


Рис. 5

5. Установить взаимосвязь между **эквивалентным сопротивлением R** и **сопротивлениями отдельных резисторов  $R_1$ ,  $R_2$** , т.е. справедливость формулы (3):

5.1. используя закон Ома для участка цепи, по измеренным величинам определить сопротивления:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = \frac{U}{I_2}; R_{э\text{кв}} = \frac{U}{I_{\text{пар}}}. \quad (4)$$

5.2. рассчитать  $R_{э\text{кв}}$  по формуле (3) и сравнить с  $R_{э\text{кв}}$ , вычисленным по формуле (4).

5.3. результаты вычислений записать в таблицу 1.

$U_1, B$	$U_2, B$	$U, B$	$I_1, A$	$I_2, A$	$I_{\text{пар}}, A$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{э\text{кв}}, Ом(3)$	$R_{э\text{кв}}, Ом(4)$

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### III. Контрольные вопросы

1. Что называется параллельным соединением проводников? Привести примеры такого соединения в практической деятельности человека.
2. Какая электрическая величина является одинаковой для всех проводников, соединенных параллельно?
3. Как найти силу тока в неразветвленной части цепи, зная силы тока, протекающие через каждый проводник?
4. Назвать достоинства и недостатки параллельного соединения проводников.
5. Сравнить значения  $R_{экв}$ , полученных по формулам (3) и (4), и отразить в выводе.

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Электрические схемы.
4. Таблицы результатов измерений и расчёты.
5. Ответы на контрольные вопросы.

Выводы, в которых должны быть отражены результаты сравнения измеренных величин, вычислений, выполнения целей и т.д.

## Лабораторная работа № 8: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

**Цель работы:** Изучить физический смысл сторонних сил в источнике электрической энергии; практически ознакомиться с одним из методов определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника питания.

**Оборудование:** Источник постоянного тока, экспериментальный модуль с вольтметром и миллиамперметром, два резистора.

### I. Краткие сведения из теории.

Во внешней части замкнутой цепи электроны движутся под действием сил электрического поля, перенос зарядов против сил поля происходит в источнике электрической энергии под действием сторонних сил. Эти силы могут быть обусловлены химическими процессами (аккумуляторы) или иметь электромагнитное происхождение (генераторы тока). Именно сторонние силы и «поставляют» энергию в электрическую цепь.

В источнике под действием этих сил происходит разделение зарядов: на одном полюсе источника — положительный заряд, на другом - отрицательный. Возникшая разность потенциалов обеспечивает существование тока во внешней части цепи. Работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда называется электродвижущей силой источника  $E$ .

Согласно закону Ома для полной цепи, имеем:

$$I = \frac{E}{R+r}$$

где  $R$  – сопротивление внешней части цепи,  $r$  – внутреннее сопротивление источника электрической энергии.

Подключая к исследуемому источнику поочередно два резистора  $R_1, R_2$  с разными сопротивлениями, получим:

$$E = U_1 + I_1 r; \quad E = U_2 + I_2 r \quad (1)$$

где  $U_1 = I_1 R_1$ ,  $U_2 = I_2 R_2$  – напряжения на резисторах  $R_1$  и  $R_2$ .

Решив эти два уравнения, имеем:

$$r = (U_1 - U_2)/(I_2 - I_1) \quad (2)$$

ЭДС определяем по формулам (1).

### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Собрать электрическую цепь (рис. 8), замкнув ключ  $K$ .
2. Измерить силу тока  $I_1$  и напряжение  $U_1$  на резисторе  $R_1$ .
3. Заменить резистор  $R_1$  на резистор  $R_2$ , измерить  $I_2$  и  $U_2$ .
4. Рассчитать внутреннее сопротивление  $r$  и ЭДС  $E$  источника питания.
5. Разорвать электрическую цепь, разомкнув ключ (создать режим холостого хода), подключить к зажимам источника вольтметр (пунктир).
6. Измерить непосредственно ЭДС источника ( $U_{xx} = E_{\text{измер}}$ ).
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу

$I_1, A$	$I_2, A$	$U_1, B$	$U_2, B$	$r, Ом$	$E_{\text{расч}}, B$	$E_{\text{измер}}, B$	$\delta E, \%$

8. Сравнив  $E_{расч}$  и  $E_{измер}$ , оценить относительную погрешность эксперимента, отразить в выводе.

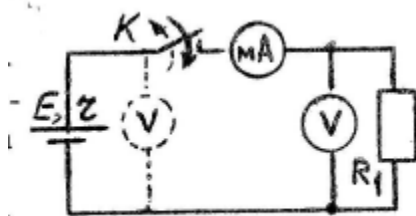


Рис. 8

### III. Контрольные вопросы

1. Объяснить физический смысл сторонних сил.
2. Что такое ЭДС источника, каковы единицы измерения её?
3. В каком случае вольтметр, включённый на зажимы источника, показывает ЭДС, и в каком случае — напряжение на внешней части электрической цепи?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель работы, перечень оборудования.
2. Электрическую цепь, таблицу.
3. Расчёт относительной погрешности определения ЭДС.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

## Лабораторная работа № 9: Исследование зависимости мощности, потребляемой резистором, от напряжения

**Цель работы:** Изучить физический смысл мощности электрического тока; экспериментально исследовать зависимость мощности, потребляемой резистором, от напряжения.

**Оборудование:** Источник электрической энергии, постоянный резистор, макетная плата с переменным резистором (потенциометром), вольтметром и миллиамперметром.

### I. Краткие сведения из теории.

При прохождении тока в металле электроны разгоняются под действием электрического поля, сталкиваются с ионами кристаллической решётки и полностью отдают им свою кинетическую энергию. Затем снова разгоняются до следующего столкновения и т.д. В результате таких столкновений происходит нагревание проводника, т.е. энергия электрического поля переходит во внутреннюю энергию проводника.

*Величина, характеризующая скорость преобразования энергии из одного вида в другой, называется мощностью  $P$  электрического тока.* В то же время мощность есть работа, совершаемая током в единицу времени, и, следовательно, равна:

$$P = \frac{A}{t} = IU = I^2R = \frac{U^2}{R} \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что при фиксированном сопротивлении  $R$  проводника (например, резистора) *зависимость мощности тока от напряжения — квадратичная (парабола).*

Эту зависимость можно проверить экспериментально с помощью переменного резистора, который является потенциометром  $\Pi$  (рис. 9). Потенциометр предназначен для регулирования напряжения на исследуемом резисторе  $R$ .

Переменный резистор имеет три вывода (1, 2, 3). Два вывода потенциометра (концы обмотки потенциометра) подключаются к полюсам источника электрической энергии. Третий вывод (3) связан с подвижным контактом, скользящим по поверхности проводящего слоя. Движок переменного резистора перемещается рукой посредством поворота выступающей ручки. С выхода потенциометра (3) напряжение подаётся на исследуемый резистор. При вращении ручки напряжение на резисторе  $R$  меняется. Измеряя напряжение  $U$  и силу тока  $I$ , можно вычислить мощность:  $P = IU$ .

### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Собрать электрическую цепь согласно рис. 9.

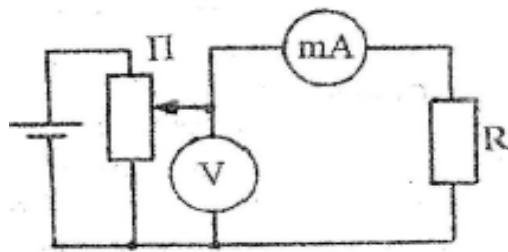


Рис. 9

2. Установить потенциометром наименьшее напряжение. Измерить это напряжение и соответствующее значение силы тока.
3. Постепенно увеличивая потенциометром напряжение на резисторе  $R$ , снять 8-10 показаний вольтметра и миллиамперметра.
4. Для каждого значения напряжения вычислить мощность, потребляемую резистором:  $P = IU$ .
4. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

№ опыта	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$R, Ом$

6. Построить график зависимости мощности, потребляемой резистором  $R$ , от напряжения  $U$ , т.е.  $P = f(U)$ . По оси ординат отложить мощность в ваттах, по оси абсцисс — напряжение в вольтах.
7. Построить график зависимости  $I = \varphi(U)$ . Этот график называется *вольт-амперной характеристикой*. ВАХ является одной из главных характеристик многих физических приборов — полупроводниковых, электровакуумных и др. С помощью её можно определить, для каких целей следует применить данный прибор, ряд параметров электрических цепей, в которых данные приборы включены и т. д.

### III. Контрольные вопросы

1. Что называется мощностью электрического тока.
2. Назовите примерные мощности широко распространенных бытовых потребителей электрической энергии: ламп, электрочайника, электропаяльника, компьютера.
3. Каков характер зависимости потребляемой резистором мощности от напряжения на его концах?
4. При каком условии можно получить максимальную мощность от источника, если его ЭДС и внутреннее сопротивление постоянны?
5. По какой формуле можно рассчитать количество теплоты, выделяемое током в проводнике?
6. Что такое ВАХ физического прибора, её значение?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название, цель работы.
2. Перечень оборудования.
3. Электрическую схему.
4. Таблицу измерений и результатов измерений.
5. Графики  $P = f(U)$ ,  $I = \varphi(U)$ .
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Выводы.

## Лабораторная работа № 10

### Определение ускорения свободного падения с помощью маятника

**Цель работы:** Изучение методики определения ускорения свободного падения с помощью маятника.

**Оборудование:** нить произвольной длины, линейка, груз, секундомер.

#### I. Краткие теоретические сведения.

Для измерения ускорения свободного падения применяются разнообразные гравиметры, в частности маятниковые приборы. С их помощью удается измерить ускорение свободного падения с абсолютной погрешностью порядка  $10^{-5} \frac{M}{c^2}$ .

В работе используется простейший маятниковый прибор – шарик на нити. При малых размерах шарика по сравнению с длиной нити и небольших отклонениях от положения равновесия период колебания равен

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1)$$

Для увеличения точности измерения периода нужно измерить время  $t$  достаточно большого числа  $N$  полных колебаний маятника.

Тогда период

$$T = \frac{t}{N}, \quad (2)$$

и ускорение свободного падения может быть вычислено по формуле

$$g = \frac{4\pi^2 l N^2}{t^2} \quad (3)$$

#### II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Начертите таблицу

t, с	N	T, с	L, м	Опытное g, м/с <sup>2</sup>	Табличное g <sub>табл</sub> , м/с <sup>2</sup>	Относ. погрешн. δg, %

2. Возьмите нить, привяжите к одному концу груз. Держите нить одной рукой.

3. Измерьте длину нити от точки подвеса до центра груза.

4. Отклоните груз от положения равновесия на 10 – 15 см и отпустите его. Одновременно постарайтесь включить секундомер.

5. Измерьте время  $N$  полных колебаний (например, 100). Рассчитайте период  $T$ .

6. Вычислите ускорение свободного падения  $g$  (м/с<sup>2</sup>), используя формулу (3).

7. Определить абсолютную  $\Delta g$  и относительную  $\delta g$  погрешности определения ускорения свободного падения:

$$|\Delta g = g - g_{\text{табл}}$$

$$\delta g = (\Delta g / g_{\text{табл}}) 100\%$$

8. Относительную погрешность и табличное значение занести в таблицу.

*Примечание:* табличное значение ускорения свободного падения  $g_{\text{табл}} = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

### III. Контрольные вопросы.

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?
3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит ускорение свободного падения?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название, цель работы, оборудование.
2. Расчёт ускорения свободного падения.
3. Таблицу измерений и результаты расчётов.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод.

## Лабораторная работа № 11: Определение показателя преломления стекла

**Цель работы:**

1. Закрепить знания по теме: закон преломления света;
2. ознакомиться с методом определения показателя преломления стекла.

**Оборудование:** Линейка, плоскопараллельная стеклянная пластина.

### I. Краткие теоретические сведения

Преломление света обусловлено изменением скорости распространения света при переходе из одной среды в другую. Абсолютный показатель преломления среды равен отношению скорости света в вакууме к скорости света в среде:

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

При переходе света из одной среды в другую происходит изменение направления светового луча – преломление, по закону:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

где  $n_1$ ,  $n_2$  - абсолютный показатель преломления среды относительно вакуума,  $n_{21}$  - относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

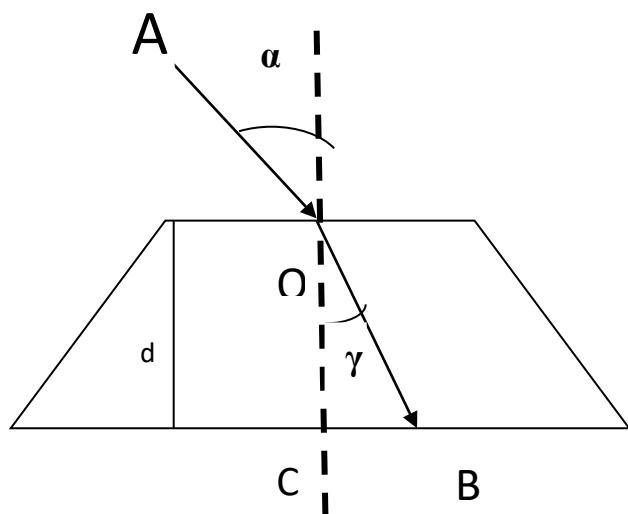
Абсолютный показатель преломления – величина, равная отношению скорости распространения электромагнитной волны в вакууме к скорости распространения в данной среде:

$$n = \frac{c}{v}, \text{ где } c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Абсолютный показатель преломления для некоторых веществ:

вещество	n	вещество	n	вещество	n	вещество	n
Алмаз	2,42	Глицерин	1,47	Лед	1,31	Скипидар	1,47
Вода	1,33	Кварц	1,54	Плексиглас	1,50	Стекло	1,57

Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений



4. На листе бумаги начертите трапецию высотой  $d$  (это будет плоскопараллельная стеклянная пластинка, в которой будем изучать преломление света).

5. На верхнем основании трапеции поставьте точку  $O$  – точку падения световых лучей из воздуха в стеклянную плоскопараллельную пластинку.

6. Восстановите перпендикуляр к поверхности пластинки в точке падения световых лучей –  $OC$ .

7. Под углом падения  $\alpha$  (своего варианта) нарисуйте падающий луч –  $AO$ .

8. Зная показатель преломления воздуха и стекла рассчитайте угол преломления  $\gamma$  и нарисуйте преломленный луч –  $OB$ .

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

где  $n_1=1, n_2 = 1,57$

6. Начертить таблицу, соответствующую своему варианту:

№№ варианта	$d$ , см	$\alpha^\circ$	$n_1$	$n_2$	$\gamma^\circ$
1.	3	30	1	1,57	
2.	4	40	1	1,57	
3.	5	50	1	1,57	
4.	6	60	1	1,57	
5.	3	35	1	1,57	
6.	4	45	1	1,57	
7.	5	55	1	1,57	
8.	6	65	1	1,57	
9.	3	60	1	1,57	

10.	4	50	1	1,57	
11.	5	40	1	1,57	
12.	6	30	1	1,57	
13.	3	50	1	1,57	

7. На рисунке изобразите:

7.1. в точке О отраженный луч и обозначьте его ОД.

7.2. в точке В отраженный луч и обозначьте его ВГ.

7.3. в точке В преломленный луч и обозначьте его ВЕ.

7.4. Укажите все углы падения и преломления.

Доп. задание на «5»:

8. Рассчитайте, на сколько см отклонился преломленный луч от первоначального направления распространения.

## II. Контрольные вопросы

1. Физический смысл абсолютного показателя преломления вещества.
2. Физический смысл относительного показателя преломления вещества.
3. Условия наблюдения полного внутреннего отражения.
4. Как идёт луч в однородной среде?

## III. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Построения.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы.

**Лабораторная работа № 12:** Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

**Цель работы:**

1. Познакомиться на опыте с явлением многолучевой интерференции световых волн.
  2. Используя решётку с известным расстоянием между штрихами измерить длину волны светового излучения.
- Дифракционная линейка, дифракционная решётка 100 штрихов на мм.

**Оборудова**

**ние:**

### I. Краткие сведения из теории.

**Дифракция волн** - огибание волнами различных препятствий (неоднородностей).

Препятствия нарушают прямолинейность распространения фронта волны.

Дифракция волн свойственна всякому волновому движению; проявляется особенно отчетливо в случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней, однако проявляется всегда. Для увеличения яркости дифракционной картины нужно пропускать свет через несколько параллельных щелей. В этом случае кроме явления

дифракции будет происходить ещё и явление интерференции, т.к. лучи, идущие от всех лучей, оказываются когерентными.

**Когерентными** называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Большое число параллельных и очень близко расположенных узких щелей, которые пропускают или отражают свет, называют **дифракционной решёткой**.

Параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda$ , проходя через дифракционную решётку, вследствие дифракции за решёткой, распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерференционную картину:



Максимумы света наблюдаются в точках экрана, для которых выполняется условие максимума:

<p style="text-align: right;">рис.1</p>	<p style="text-align: center;"><b>Условие максимума:</b> на разности хода волн укладывается четное число полуволн (целое число длин волн): <math>\Delta = k \cdot \lambda</math>, (1)</p> <p style="text-align: center;">где <math>\Delta = AC</math> - разность хода волн; <math>\lambda</math> - длина световой волны; <math>k</math> - номер максимума.</p>
	<p>Центральный максимум (в точке <math>O</math>) называют <b>нулевым</b>; для него <math>\Delta = 0</math>. Слева и справа от него располагаются максимумы высших порядков. Условие возникновения максимума можно записать иначе:</p> $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ <p>где <math>k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3 \dots</math></p> <p>Здесь <math>d</math> - период дифракционной решётки в мм, <math>\varphi</math> - угол, под которым виден световой максимум <math>k</math>-го порядка в точке <math>N</math> на расстоянии <math>a</math> от нулевого максимума, а <math>\lambda</math> - длина волны</p>

Так как углы дифракции малы, то для них можно принять:  $\sin \varphi \approx \tan \varphi$ , а  $\tan \varphi = a/b$ .

Поэтому:  $k\lambda = d \cdot \frac{a}{b}$ , и искомая длина световой волны равна  $\lambda = \frac{d \cdot a}{k \cdot b}$  (2)

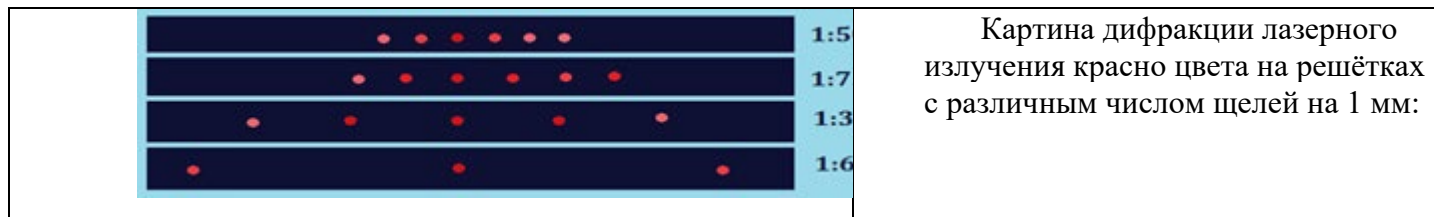
Из условия максимума следует  $\sin \varphi = (k \cdot \lambda) / d$ .

Пусть  $k=1$ , тогда  $\sin \varphi_{кр} = \lambda_{кр} / d$  и  $\sin \varphi_{\phi} = \lambda_{\phi} / d$ .

Известно, что  $\lambda_{кр} > \lambda_{ф}$ , следовательно  $\sin\varphi_{кр} > \sin\varphi_{ф}$ . Т.к.  $y = \sin\varphi$  - функция возрастающая, то  $\varphi_{кр} > \varphi_{ф}$

Поэтому фиолетовый цвет в дифракционном спектре располагается ближе к центру.

Между максимумами расположены минимумы освещенности. Чем больше общее число щелей и чем ближе друг к другу они расположены, тем более широкими промежутками разделены максимумы.



Картина дифракции лазерного излучения красного цвета на решётках с различным числом щелей на 1 мм:

## II. Порядок выполнения работы и обработки результатов измерений

1. Перенести рис.1 в тетрадь.
2. Подготовить таблицу для записи результатов измерений:

Порядок спектра, цвет $k$	Постоянная решётки, $D$ мм	Расстояние от решётки до экрана, $b$ мм	Расстояние от нулевого максимума до максимума $k$ -порядка $a$ . мм	Длина волны, м	Средняя длина волны .нм	Относительная погрешность измерения $\delta$ %
1,красный						
2,красный						
1,фиол						
2,фиол						

3. Укрепить в штативе линейку с экраном и закрепить на направляющей линейки дифракционную решётку.

4. Установить расстояние от решётки до экрана 40 см ( $b$ ). Результат записать в таблицу.

5. Смотря через дифракционную решётку, направить прибор на источник света. Пронаблюдать спектр и измерить на экране расстояние  $a$  между нулевым максимумом и максимумом 1-го порядка для красного света. Результат записать в таблицу.

6. Измерить на экране расстояние  $a$  между нулевым максимумом и максимумом 2-го порядка для красного света. Результат записать в таблицу.

7. Повторить опыт, измерив на экране расстояние  $a$  между нулевым максимумом и максимумом 1-го и 2-го порядка для фиолетового света. Результат записать в таблицу.

8. По формуле  $\lambda = \frac{a \cdot a}{k \cdot b}$  рассчитать длину волны излучения.

9. Найти среднее значение длины волны светового излучения для красного

$$\lambda_{кр ср} = (\lambda_{кр1} + \lambda_{кр2}) / 2 \quad \text{и фиолетового света} \quad \lambda_{ф ср} = (\lambda_{ф1} + \lambda_{ф2}) / 2$$

10. Зная истинное значение длины волны излучения, рассчитать относительную погрешность измерений:

$$\delta = (\lambda_{кр ср} - \lambda_{кр табл}) / \lambda_{кр табл} * 100\% \quad \text{и} \quad \delta = (\lambda_{ф ср} - \lambda_{ф табл}) / \lambda_{ф табл} * 100\%$$

## 11. Диапазон длин волн, нм

Красный 625—740 нм ( $\lambda_{\text{кр табл}} = 680$ нм)	Голубой 485-500 нм ( $\lambda_{\text{гол табл}} = 490$ нм)
Оранжевый 590—625 нм ( $\lambda_{\text{ор табл}} = 605$ нм)	Синий 440—485 нм ( $\lambda_{\text{син табл}} = 460$ нм)
Желтый 565—590 нм ( $\lambda_{\text{ж табл}} = 575$ нм)	Фиолетовый 380—440 нм ( $\lambda_{\text{ф табл}} = 410$ нм)
Зелёный 500-565 нм ( $\lambda_{\text{зел табл}} = 530$ нм)	

### III. Контрольные вопросы

1. Какие волны называются когерентными?
2. В чём заключается явление дифракции?
3. Какие свойства света подтверждает дифракция света?
4. При каких условиях наблюдается дифракция света?
5. Как образуется дифракционный спектр?
6. Почему максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максимума?
7. В чём разница в дифракционных картинах решёток с 50 и 300 штрихами на одном миллиметре?

### IV. Отчёт должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования.
3. Таблицу измерений, и результатов вычислений. Вычисления.
4. Расчет относительной погрешности.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы.

## Лабораторная работа № 13: Изучение карты звездного неба

**Цель:** познакомиться с подвижной картой звёздного неба, научиться определять условия видимости созвездий, научиться определять координаты звезд по карте

**Оборудование:** подвижная карта звёздного неба.

### Краткие теоретические сведения

Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Работа посвящена знакомству со звёздным небом, решению задач на условия видимости созвездий и определении их координат.

На карте:

- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;
- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1 ч;
- небесные параллели нанесены через  $30^\circ$ . С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил  $\delta$ ;
- точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего и осеннего равноденствий;
- по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;
- зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

- Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.
- Небесный экватор — *большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора*. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное полушарие, с вершиной в северном полюсе мира, и южное полушарие, с вершиной в южном полюсе мира. Созвездия, через которые проходит небесный экватор, называют экваториальными. Различают созвездия южные и северные.
- Созвездия Северного полушария: Большая и Малая Медведицы, Кассиопея, Цефей, Дракон, Лебедь, Лира, Волопас и др.
- К южным относятся Южный Крест, Центавр, Муха, Жервентник, Южный Треугольник.
- **Полюс мира** — *точка на небесной сфере, вокруг которой происходит видимое суточное движение звёзд из-за вращения Земли вокруг своей оси*. Направление на Северный полюс мира совпадает с направлением на географический север, а на Южный полюс мира — с направлением на географический юг. Северный полюс мира находится в созвездии Малой Медведицы с поляриссимой (видимая яркая звезда, находящаяся на оси вращения Земли) — Полярной звездой, южный — в созвездии Октант.
- **Туманность** — *участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением излучения на общем фоне неба*. Ранее туманностями называли всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 1920-е годы выяснилось, что среди туманностей много галактик (например, Туманность Андромеды). После этого термин «туманность» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле. Туманности состоят из пыли, газа и плазмы.
- **Эклиптика** — *большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца*. Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты).
- В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд.

На средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды. **Под восходом** понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а **под заходом** — западной части этого горизонта.

Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть **незаходящими**.

А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться **невосходящими**

Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем  $|\delta| < 90^\circ - \varphi$ .

Если  $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$ , то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей).

Тогда очевидно, что те светила, склонение которых  $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$ , являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного.)

## Порядок выполнения работы

### Вариант 1

**Задача 1.** Определите экваториальные координаты Альтаира ( $\alpha$  Орла), Сириуса ( $\alpha$  Большого Пса) и Веги ( $\alpha$  Лир).

**Задача 2.** Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам:  $\delta = +35^\circ$ ;  $\alpha = 1$  ч 6м.

**Задача 3.** Определите, какой является звезда  $\delta$  Стрельца, для наблюдателя, находящегося на широте  $55^\circ 15'$ . Определить, восходящей или невосходящей является звезда двумя способами: с использованием накладного круга подвижной карты звёздного неба и с использованием формул условия видимости звезд.

- **Практический способ.** Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или заходящей.

- **Теоретический способ.**

Используем формулы условия видимости звезд:

Если  $|\delta| < 90^\circ - \varphi$ , то звезда является восходящей и заходящей.

Если  $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является незаходящей

Если  $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

**Задача 4.** Установить подвижную карту звёздного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в южной части неба от горизонта до полюса мира; на востоке – от горизонта до полюса мира.

**Задача 5.** Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

**Задача 6.** Найти на звёздной карте созвездия с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом на день и час выполнения лабораторной работы.

**Задача 7.** Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака. Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

**Задача 8.** Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

**Задача 9.** На карте звёздного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Лебедь, Лира, Геркулес, Северная корона – и определить приближённо небесные координаты (склонение, и прямое восхождение)  $\alpha$ -звёзд этих созвездий.

**Задача 10.** Определить, какие созвездия будут находиться вблизи горизонта на Севере, Юге, Западе и Востоке 5 мая в полночь.

**Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Что такое звёздное небо?
2. Что такое созвездия?
3. Сколько на сегодняшний день созвездий?
4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете.
5. Что такое карта неба?
6. Что такое небесный экватор?

**По окончании практической работы студент должен представить отчет.**

Отчёт должен включать название работы, цель работы, перечень оборудования, ответы на все указанные пункты порядка выполнения работы, ответы на контрольные вопросы и вывод по итогам работы.

## Вариант 2.

### Задачи лабораторной работы:

**Задача 1.** Определите экваториальные координаты Южной Рыбы,  $\alpha$  Малого Пса и  $\alpha$  Ориона.

**Задача 2.** По карте звёздного неба найдите звезду по её координатам:  $\delta = +4^{\circ}36'$ ;  $\alpha = 16^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ .

**Задача 3.** Определите, какой является звезда  $\alpha$  Возничего, для наблюдателя, находящего на широте  $60^{\circ} 30'$ . Определить, восходящей или невосходящей является звезда двумя способами: с использованием накладного круга подвижной карты звездного неба и с использованием формул условия видимости звезд.

• **Практический способ.** Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или заходящей.

• **Теоретический способ.**

Используем формулы условия видимости звезд:

Если  $|\delta| < 90^{\circ} - \varphi$ , то звезда является восходящей и заходящей.

Если  $|\delta| \geq 90^{\circ} - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является незаходящей

Если  $|\delta| \leq 90^{\circ} - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

**Задача 4.** Установить подвижную карту звёздного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в северной части неба от горизонта до полюса мира; на западе – от горизонта до полюса мира.

**Задача 5.** Найти созвездия, расположенные между точками запада и юга, 10 октября в 21 час.

**Задача 6.** Найти на звёздной карте созвездия с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом на день и час выполнения лабораторной работы.

**Задача 7.** Определить, будут ли видны созвездия Водолея, Тельца, Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на юге?

**Задача 8.** Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут невосходящими? Незаходящими?

**Задача 9.** На карте звёздного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Дева, Близнецы, Орёл, Андромеда, Скорпион, Лебедь, Лира, Б. Пёс, Северная корона – и определить приближённо небесные координаты (склонение, и прямое восхождение)  $\alpha$ -звёзд этих созвездий.

**Задача 10.** Определить, какие созвездия будут находиться вблизи горизонта на Севере, Юге, Западе и Востоке 5 мая в полночь.

### Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что такое звёздное небо?
2. Что такое созвездия?
3. Сколько на сегодняшний день созвездий?
4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете.
5. Что такое карта неба?
6. Что такое небесный экватор?

### По окончании практической работы студент должен представить отчет.

Отчёт должен включать ответы на все указанные пункты порядка выполнения работы, ответы на контрольные вопросы и вывод по итогам работы.

**Контрольные работы  
по дисциплине «Физика»**

## Контрольная работа № 1

### Вариант 1

1. Каковы масса и вес воздуха, занимающего объём  $0,831 \text{ м}^3$  при  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  ( $M_{\text{возд}} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ )?
2. Определить давление газа в цилиндре при  $700 \text{ К}$ , если в объёме  $2 \text{ м}^3$  находится  $5,4 \cdot 10^{26}$  молекул.
3. Газ при давлении  $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и при температуре  $27^\circ\text{C}$  занимает объём  $0,9 \text{ м}^3$ . Каким будет давление, если та же масса газа при температуре  $320 \text{ К}$  занимает объём  $0,8 \text{ м}^3$ ?
4. На сколько повысилась средняя кинетическая энергия молекул при нагревании воздуха, находящегося в сосуде, от  $27$  до  $577^\circ\text{C}$ ?
5. Определить массу молекулы, количество вещества, число молекул в  $20 \text{ г}$  азота  $\text{N}_2$ .
6. В латунный калориметр массой  $128 \text{ г}$  налили  $230 \text{ г}$  воды при температуре  $8,4^\circ\text{C}$  и опустили нагретый до  $100^\circ\text{C}$  кусок металла массой  $192 \text{ г}$ . В калориметре установилась температура  $21,5^\circ\text{C}$ . Кусок какого металла опустили в калориметр?
7. Какое количество теплоты нужно для плавления  $4,5 \text{ кг}$  серебра, взятого при температуре  $22^\circ\text{C}$ ?
8. Определить расход (массу) дизельного горючего в двигателе мощностью  $65 \text{ кВт}$  за  $7$  часов работы, если КПД двигателя  $23\%$ ?

### Вариант 2

1. Определить плотность воздуха при температуре  $-48^\circ\text{C}$  и давлении  $3 \cdot 10^4 \text{ Па}$  ( $M_{\text{возд}} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ).
2. Давление гелия в баллоне  $1,5 \cdot 10^7 \text{ Па}$ . Каково число молекул в единице объёма при  $27^\circ\text{C}$ ?
3. Площадь поперечного сечения медной проволоки  $2 \text{ мм}^2$ . Чему равна длина проволоки, если её масса  $40 \text{ кг}$ ?
4. Какова масса воздуха, занимающего объём  $0,831 \text{ м}^3$  при температуре  $290 \text{ К}$  и при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?
5. Определить массу молекулы, количество вещества, число молекул в  $20 \text{ г}$  кислорода  $\text{O}_2$ .
6. Отработанный пар, имеющий температуру  $100^\circ\text{C}$ , направляют в ёмкость, содержащую  $2 \text{ т}$  воды при  $20^\circ\text{C}$ . Сколько пара необходимо пропустить, чтобы повысилась температура воды до  $36^\circ\text{C}$ ?
7. Имеется  $200 \text{ г}$  нафталина при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты следует затратить, чтобы довести до температуры плавления и расплавить нафталин?
8. На спиртовке нагрели  $224 \text{ г}$  воды от  $15^\circ\text{C}$  до  $75^\circ\text{C}$  и сожгли при этом  $5 \text{ г}$  спирта. Определить КПД спиртовки.

### Вариант 3

1. Объём, занимаемый кислородом при  $16^{\circ}\text{C}$  и давлении  $1 \cdot 10^7$  Па равен 20 л. Каков объём кислорода при  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении  $1 \cdot 10^5$  Па?
2. Чему равна средняя кинетическая энергия молекул газа при  $127^{\circ}\text{C}$ ?
3. Стальной стержень длиной 2 м и площадью поперечного сечения  $4 \text{ см}^2$  имеют массу 6,28 кг. Определить плотность стали.
4. Определить плотность воздуха на высоте 10 км над уровнем моря, если температура воздуха равна  $-48^{\circ}\text{C}$ , а его давление  $3 \cdot 10^4$  Па.
5. Определить массу молекулы, количество вещества, число молекул в 20 г гелия He.
6. Стальной брусок при температуре  $873 \text{ К}$  положили на лёд, начальная температура которого  $0^{\circ}\text{C}$ . При этом расплавилось 28,6 кг льда. Чему равна масса бруска?
7. На превращение в пар эфира при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  было израсходовано 300 кДж теплоты. Определить массу эфира.
8. Сколько серого чугуна можно расплавить в печи с КПД 16 %, сжигая 2,2 т каменного угля, если начальная температура чугуна равна  $20^{\circ}\text{C}$ ?

### Вариант 4

1. Объём газа при давлении  $7,5 \cdot 10^5$  Па и температуре 300 К равен  $0,6 \text{ м}^3$ . При какой температуре та же масса газа займёт объём  $2 \text{ м}^3$ , если давление станет  $3 \cdot 10^5$  Па?
2. Чему равна средняя кинетическая энергия молекулы газа, если концентрация молекул  $3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ , а давление  $2 \cdot 10^5$  Па?
3. При одинаковых объёмах масса куска стали на 12,75 кг больше, чем масса куска алюминия. Определить массу кусков стали и алюминия.
4. В баллоне ёмкостью  $25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  находится 1 кг азота при давлении  $35 \cdot 10^5$  Па. Определите температуру газа.
5. Определить массу молекулы, количество вещества, число молекул в 20 г серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$
6. Чтобы охладить 5 л воды от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $8^{\circ}\text{C}$ , в воду бросают лёд при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . Какое количество льда потребуется для охлаждения воды?
7. Сколько теплоты надо затратить для превращения в пар 15 кг ртути, имеющей температуру  $27^{\circ}\text{C}$ ?
8. Авиационный двигатель мощностью 3000 кВт расходует 600 кг бензина за 1 час. Определить КПД двигателя.

### Вариант 5

1. Масса воздуха, занимающего объём  $0,638 \text{ м}^3$  равна 1,5 кг. Какова температура воздуха, если его давление равно  $1 \cdot 10^5$  Па?
2. Давление газа в цилиндре  $2,6 \cdot 10^6$  Па, температура  $17^{\circ}\text{C}$ . Определить концентрацию молекул газа.
3. В баллоне ёмкостью  $0,02 \text{ м}^3$  при температуре  $16^{\circ}\text{C}$  находится кислород при давлении  $10^7$  Па. Каков будет его объём при  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па?

4. Вычислить среднюю энергию хаотического движения молекул газа при температуре  $127^{\circ}\text{C}$ ?
5. Определить массу молекулы, количество вещества, число молекул в 20 г водорода  $\text{H}_2$ .
6. Какую температуру будет иметь вода, если смешать 400 л воды при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  со 100 л воды при температуре  $70^{\circ}\text{C}$ ?
7. Какое количество теплоты необходимо подвести в 10 г олова, взятого при  $20^{\circ}\text{C}$ , нагреть до плавления и расплавить?
8. Найти КПД двигателя, развивающего мощность 110 кВт и расходует в час 28 кг дизельного топлива.

## Контрольная работа № 2 «Электрическое поле. Законы постоянного тока»

### Вариант № 1

1. В вершинах правильного шестиугольника со стороной  $a$  помещены друг за другом одинаковые по модулю заряды: сначала три положительных, а затем три отрицательных заряда. Найти силу, действующую на такой же положительный заряд, который помещен в центр шестиугольника.
2. Расстояние между двумя точечными зарядами 6,7 нКл и  $-13,3$  нКл равно 5 см. Найти напряженность поля в точке, расположенной на расстоянии 3 см от положительного заряда и 4 см от отрицательного.
3. Работа при переносе заряда  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл из бесконечности в некоторую точку электрического поля равна  $8 \cdot 10^{-4}$  Дж. Определить потенциал в этой точке.
4. Источник электрической энергии сопротивлением 0,5 Ом замкнут никелиновым проводником, длина которого равна 12,5 м, а площадь поперечного сечения  $0,5 \text{ мм}^2$ . Найти силу тока в цепи и ЭДС, если напряжение на зажимах источника 5,25 В.
5. Лифт массой 1,6 т поднимается со скоростью 1 м/с. Какую мощность потребляет электродвигатель, приводящий в движение лифт? Определить силу тока двигателя, если напряжение в сети 220 В, а КПД двигателя 92%.
6. Какое сопротивление нужно включить в цепь с напряжением 220 В, чтобы в нем за 10 минут выделилось 66 кДж теплоты?
7. Определите силу тока и падение напряжения на проводнике  $R_1$  электрической цепи, изображенной на рисунке 121, если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 4$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом, ЭДС аккумулятора  $E = 4$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 0,6$  Ом.

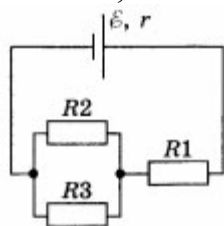


Рис. 121

5.

## Вариант № 2

1. Сила притяжения между двумя зарядами в керосине равна 7,8 Н. С какой силой заряды будут притягиваться друг к другу, если их поместить в глицерин на расстояние, в два раза меньше, чем в керосине?
2. Два заряда по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 5 см от каждого из зарядов. Решить задачу для двух случаев: оба положительные; один положительный, а другой отрицательный.
3. Какую скорость может сообщить электрону, находящемуся в состоянии покоя, ускоряющая разность потенциалов в 100 В?
4. Определить ЭДС источника, имеющего сопротивление 0,25 Ом, если при замыкании его контактов стальным проводником длиной 5 м и сечением 0,2 мм<sup>2</sup> в цепи возникает ток 0,5 А.
5. Какое максимальное тяговое усилие развивает электротрактор при скорости движения 2 км/ч, если его тяговый электродвигатель с КПД 72% работает при напряжении 470 В и силе тока 360 А?
6. Ток протекает через два последовательно соединенных резистора 55 Ом и 50 Ом, напряжение на втором резисторе 100 В. Какое количество теплоты выделяется на 1 резисторе за 5 мин?
7. Рассчитайте ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, если при внешнем сопротивлении 3,9 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А, а при внешнем сопротивлении 1,9 Ом сила тока равна 1 А.

## Вариант № 3

1. Два тела, имеющие равные отрицательные электрические заряды, отталкиваются в воздухе с силой 0,9 Н. определить число избыточных электронов в каждом теле, если расстояние между ними равно 8 см.
2. Расстояние между двумя разноименными зарядами равно  $a$ . Один заряд по модулю в 4 раза больше другого. В какой точке пространства напряженность поля равна нулю?
3. Определить разность потенциалов между точками А и В, лежащими на одной силовой линии поля, созданного точечным зарядом  $4 \cdot 10^{-8}$  Кл, если расстояния от этих точек до заряда равны 1 м и 4 м.
4. К генератору с ЭДС 120 В и сопротивлением 3 Ом присоединен нагревательный прибор, сопротивление которого 20 Ом. Определить силу тока в цепи и падение напряжения внутри генератора.
5. Тяговый электродвигатель подъемного крана работает от сети 220 В при силе тока 10 А и за 1 час 20 минут равномерно поднимает груз массой 26 т на высоту 30 м. Определить мощность тока и КПД крана.
6. Через резистор 200 Ом протекает ток 750 мА. Определить количество теплоты, которая выделяется в резисторе за 10 мин.
7. ЭДС источника тока равна 1,6 В, его внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Чему равен КПД источника при силе тока 2,4 А?

#### Вариант № 4

1. Расстояние между зарядами  $1,67$  нКл и  $3,33$  нКл равно  $20$  см. В какой точке на линии, соединяющей эти заряды, поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии?
2. Определить напряженность поля в центре равностороннего треугольника, в вершинах которого расположены одинаковые по модулю заряды  $q$ : два положительные, один – отрицательный. Сторона треугольника равна  $a$ .
3. При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов  $1$  кВ поле совершило работу  $40$  мкДж. Чему равен заряд?
4. Батарея аккумуляторов имеет ЭДС  $12$  В и внутреннее сопротивление  $0,005$  Ом. Определить силу тока, протекающего через стартер автомобиля в момент его запуска, и напряжение на зажимах батареи, если сопротивление стартера  $0,06$  Ом, а соединительных проводов  $0,01$  Ом.
5. Сколько льда, имеющего температуру  $263$ К, можно растопить за  $10$  мин на электроплитке, работающей от сети с напряжением  $220$  В, при силе тока  $3$  А, если общий КПД установки равен  $80\%$ .
6. Какова сила тока, протекающего через резистор  $50$  Ом, если в нем выделяется  $375$  кДж теплоты за  $5$  минут?
7. Электрический чайник имеет два нагревателя. При включении одного из них вода в чайнике закипает за  $10$  мин, при включении второго — за  $40$  мин. Через какое время закипает вода, если оба нагревателя включены последовательно?

#### Вариант № 5

1. Шарик массой  $2$  г и с зарядом  $3 \cdot 10^{-7}$  Кл подвешен на нити. На какое расстояние снизу к нему следует поднести другой такой же шарик с зарядом  $5 \cdot 10^{-7}$  Кл, чтобы сила натяжения нити уменьшилась в  $2$  раза?
2. Два заряда  $3 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $-2 \cdot 10^{-7}$  Кл находятся в вакууме на расстоянии  $20$  см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, расположенной на продолжении линии, соединяющей заряды, на расстоянии  $5$  см от второго заряда вправо.
3. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от  $10$  до  $30$  Мм/с?
4. Источник питания при замыкании на резистор с сопротивлением  $2$  Ом дает ток  $0,6$  А, а при замыкании на резистор сопротивлением  $1$  Ом дает ток  $1$  А. Определить ЭДС и сопротивление источника.
5. Электродвигатель токарного станка при напряжении  $380$  В развивает мощность  $3,5$  кВт. Сила тока электродвигателя  $10$  А. Определить КПД двигателя.
6. Какое количество теплоты выделится в проводнике, по которому пройдут  $5 \cdot 10^{20}$  электронов при разности потенциалов  $220$  В?

7. Найдите силу тока в каждом сопротивлении (рис. 122), а также ЭДС источника с малым внутренним сопротивлением, если  $R_1 = 7,5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 6 \text{ Ом}$  и показания амперметра  $I = 10 \text{ А}$ .

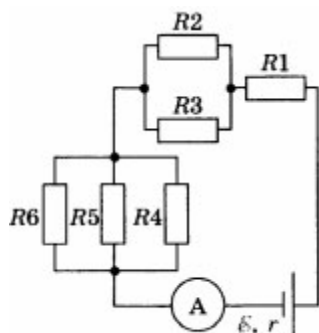


Рис. 122

**9. Удельное сопротивление  $\rho$  (при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и температурный коэффициент сопротивления  $\alpha$  металлов и сплавов**



Вещество	$\rho$ , $\times 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ или $\times 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	$\alpha$ , $\text{K}^{-1}$	Вещество	$\rho$ , $\times 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ или $\times 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	$\alpha$ , $\text{K}^{-1}$
Алюминий	2,8	0,0042	Нихром	110	0,0001
Вольфрам	5,5	0,0048	Свинец	21	0,0037
Латунь	7,1	0,001	Серебро	1,6	0,004
Медь	1,7	0,0043	Сталь	12	0,006
Никелин	42	0,0001	Константан	50	0,00003

Таблица 1

**Удельная теплоемкость некоторых веществ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$**

Золото	130	Железо	460	Масло под-солнечное	1700
Ртуть	140	Сталь	500	Лед	2100
Свинец	140	Чугун	540	Керосин	2100
Олово	230	Графит	750	Эфир	2350
Серебро	250	Стекло лабораторное	840	Дерево (дуб)	2400
Медь	400	Кирпич	880	Спирт	2500
Цинк	400	Алюминий	920	Вода	4200

Удельная теплота парообразования некоторых веществ,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
(при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении)

Вода	$2,3 \cdot 10^6$	Эфир	$0,4 \cdot 10^6$
Аммиак (жидкий)	$1,4 \cdot 10^6$	Ртуть	$0,3 \cdot 10^6$
Спирт	$0,9 \cdot 10^6$	Воздух (жидкий)	$0,2 \cdot 10^6$

### Контрольная работа № 3 «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»

I вариант.

1. Чему равна индуктивность проволочной рамки, если при силе тока 2 А в рамке возникает магнитный поток, равный 8 Вб?
2. Какой должна быть сила тока в катушке с индуктивностью 1 Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 2 Дж?
3. В магнитном поле с индукцией 0,5 Тл перпендикулярно линиям индукции со скоростью 4 м/с движется проводник длиной 0,5 м. Чему равна ЭДС индукции в проводнике?
4. Протон, влетев в магнитное поле со скоростью 100 км/с, описал окружность радиусом 30 см. определить индукцию магнитного поля.
5. За какое время магнитный поток изменится с 5 мВб до 1 мВб, если в результате этого изменения в катушке сопротивлением 100 Ом, содержащей 50 витков провода, установится индукционный ток силой 0,1 А?
6. В магнитном поле находится проводник с током. Каково направление силы Ампера, действующей на проводник?

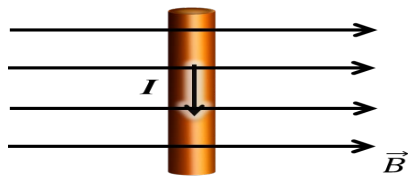


II вариант.

1. Найти силу тока в проводящем контуре с индуктивностью 0,5 Гн, если её пронизывает магнитный поток, равный 2 Вб.
2. Сила тока в катушке 5 А. При какой индуктивности катушки энергия её магнитного поля будет равна 25 Дж?
3. Какова магнитная индукция поля, если при движении проводника длиной 1 м перпендикулярно линиям магнитного поля со скоростью 0,5 м/с в нём возникает ЭДС индукции 3 В?
4. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $4 \cdot 10^{-6}$  Тл по окружности радиусом 6 см. Определить скорость движения электрона.

5. В проволочное кольцо вставили магнит, при этом по кольцу прошёл заряд  $2 \cdot 10^{-5}$  Кл. Определите магнитный поток, пересекающий кольцо, если сопротивление кольца 30 Ом.

6. В магнитном поле находится проводник с током. Каково направление силы Ампера, действующей на проводник?



Табличные данные:  $m_{\text{электрона}}=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;  $m_{\text{протона}}=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг;  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл

### Контрольная работа № 4 «Колебания и волны»

Контрольная работа №4

Вариант №1

1. Контур состоит из конденсатора ёмкостью 500 пФ и вариометра индуктивностью (0,5 – 1,5) мГн. Найти диапазон длин волн, излучаемых контуром.
2. Определить частоту волн в вакууме, на которую настроен контур, если максимальное напряжение на конденсаторе 20 В, ёмкость конденсатора 2 нФ, индуктивность катушки 20 мкГн. Какая максимальная сила тока? Определить максимальный заряд конденсатора.
3. ЭДС индукции, возникающая в рамке при вращении её в однородном магнитном поле, изменяется по закону  $E = 12 \sin 100\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение ЭДС, период и частоту тока, мгновенное значение ЭДС при  $t=0,01$  с.
4. Катушка индуктивностью 20 мГн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.
5. Контур излучает в воздухе волны длиной 300 м. Определить индуктивность контура, если его ёмкость равна 5 мкФ. Активным сопротивлением пренебречь.
6. Определить дальность до цели от радиолокатора, если он успевает излучать 800 импульсов в секунду.

Контрольная работа №4

Вариант №2

1. Длина волн, излучаемых контуром, изменяется в пределах  $1 \text{ км} < \lambda < 2 \text{ км}$ . Найти диапазон изменения индуктивности вариометра, если ёмкость равна 1000 пФ.
2. Полная энергия контура равна 100 нДж. Ёмкость контура 2 нФ, индуктивность 20

мкГн. Чему равен ток в контуре и заряд на конденсаторе в момент, когда энергия электрического поля будет равна энергии магнитного поля, определить резонансную частоту и длину волны.

3. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается уравнением  $I=3 \sin 157t$ . Определить амплитудное и действующее значение силы тока, период и частоту тока, мгновенное значение силы тока при  $t=0,01$  с.

4. Определить частоту переменного тока, если конденсатор ёмкостью 500 мкФ имеет ёмкостное сопротивление 0,3 Ом.

5. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Сколько волн укладывается на расстоянии 100 км по направлению распространения сигнала?

6. На каком расстоянии от радиолокационной станции находится цель, если отраженный сигнал возвратился через 200 мкс?

#### Контрольная работа №4

#### Вариант №3

1. Радиопередатчик работает на частоте 8 МГц. Сколько волн уложится на расстоянии 200 км по направлению распространения сигнала?

2. Когда энергия магнитного поля составляет  $\frac{2}{3}$  от полной энергии контура, сила тока равна 1 А. Чему равно напряжение на конденсаторе в этот момент? Каковы полная энергия контура и резонансная частота, если ёмкость равна 2000 пФ, а индуктивность  $- 2 \cdot 10^{-7}$  Гн? Чему равен максимальный заряд конденсатора?

3. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается уравнением  $I=6 \sin 157\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение силы тока, период и частоту тока, мгновенное значение силы тока при  $t=0,01$  с.

4. Конденсатор ёмкостью  $10^{-6}$  Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить ёмкостное сопротивление конденсатора.

5. На какую волну будет резонировать контур, в котором индуктивность катушки 8 мкГн, а ёмкость конденсатора 20 нФ?

6. Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна 1,2 Тм. Через какой минимальный промежуток времени можно получить информацию с космического корабля, находящегося около Сатурна?

Контрольная работа №4  
Вариант №4

1. Определить индуктивность контура, если при ёмкости  $0,001 \text{ мкФ}$  он излучает электромагнитные волны длиной  $188,4 \text{ м}$ .
2. Индуктивность контура  $10 \text{ мГн}$ . Определить амплитуду колебаний напряжения, если амплитуда колебаний тока  $100 \text{ мА}$ , ёмкость конденсатора  $400 \text{ пФ}$ .
3. Переменное напряжение в цепи изменяется по закону  $U = 120 \sin 100\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение напряжения, период и частоту тока, мгновенное значение напряжения при  $t=0,01 \text{ с}$ .
4. Резонансная частота контура  $1 \text{ кГц}$ . Определить индуктивность катушки, если ёмкость конденсатора  $4 \text{ пФ}$ .
5. В цепь переменного тока частотой  $50 \text{ Гц}$  и напряжением  $U_0 = 220 \text{ В}$  включена катушка индуктивности. Сила тока в цепи  $I_0 = 1 \text{ А}$ . Определите индуктивность катушки, если её активным сопротивлением можно пренебречь.
6. Радиосигнал, посланный на Луну, отразился и был принят на Земле через  $3,5 \text{ с}$  после посылки. Такой же сигнал, посланный на Венеру, был принят через  $2,5 \text{ мин}$ . Определить расстояние от Земли до Луны и от Земли до Венеры.

Контрольная работа №4  
Вариант №5

1. Можно ли приёмным контуром с индуктивностью  $0,001 \text{ Гн}$  и ёмкостью  $10 \text{ пФ}$  принимать передачи радиостанции, работающей на длине волны  $100 \text{ м}$ ?
2. Амплитуда колебаний тока  $20 \text{ мА}$ , а индуктивность контура  $1,8 \text{ Гн}$ . Найти энергию электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки в момент, когда мгновенное значение тока в 2 раза меньше амплитудного значения. Определить полную энергию контура.
3. Электрический заряд конденсатора в контуре изменяется по закону  $q = 24 \sin 100\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение заряда, период и частоту тока, мгновенное значение заряда при  $t=0,01 \text{ с}$ .
4. Катушка индуктивностью  $0,8 \text{ Гн}$  включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.
5. Определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых контуром ёмкостью  $3 \text{ нФ}$  и индуктивностью  $0,012 \text{ Гн}$ . Активное сопротивление контура принять равным нулю.

6. Наименьшее расстояние от Земли до планеты 1,0 Тм. Через какой минимальный промежуток времени можно получить информацию с космического корабля, находящегося около планеты?

#### Контрольная работа №4

##### Вариант №6

1. Приемный контур состоит из катушки индуктивностью 40 мкГн и конденсатора ёмкостью 90 пФ. На какую частоту рассчитан контур?
2. Конденсатор ёмкостью 100 пФ сначала подключили к источнику с ЭДС 6 В, а затем к катушке индуктивностью 10 мкГн. Чему равна частота колебаний в контуре? Чему равна амплитуда тока в контуре? Какова энергия магнитного поля, если величина силы тока в 2 раза меньше амплитуды тока?
3. ЭДС индукции, возникающая в рамке при вращении её в однородном магнитном поле, изменяется по закону  $E = 24 \sin 200\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение ЭДС, период и частоту тока, мгновенное значение ЭДС при  $t=0,02$  с.
4. Определить дальность до цели от радиолокатора, если он успевает излучать 800 импульсов в секунду.
5. Катушка индуктивностью 420 мГн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.
6. Определить дальность до цели от радиолокатора, если он успевает излучать 600 импульсов в секунду.

#### Контрольная работа №4

##### Вариант №7

1. Определить ёмкость контура, если при индуктивности 20 мкГн он излучает электромагнитные волны длиной 18,84 м.
2. В контуре индуктивность 0,4 Гн, а амплитуда колебаний тока 20 мА. Найти энергию электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки в момент, когда мгновенное значение тока в 2 раза меньше амплитудного значения. Определить полную энергию контура.
3. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается уравнением  $I=3 \sin 157t$ . Определить амплитудное и действующее значение силы тока, период и частоту тока, мгновенное значение силы тока при  $t=0,01$  с.
4. Определить частоту переменного тока, если конденсатор ёмкостью 600 мкФ имеет

ёмкостное сопротивление 0,3 Ом.

5. Определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых контуром ёмкостью 6 нФ и индуктивностью 0,024 Гн. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

6. В сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В включают конденсатор ёмкостью 4 мкФ. Найти амплитудное и действующее значение силы тока в цепи конденсатора.

#### Контрольная работа №4

##### Вариант №8

1. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L$  и конденсатора с ёмкостью  $C = \text{var}$  (раздвигающиеся пластины). Что нужно сделать с пластинами конденсатора, чтобы настроить контур на более длинные волны?

2. Ёмкость конденсатора 3 мкФ, максимальное напряжение на нём 4 В. Определить максимальную энергию магнитного поля катушки; энергию магнитного поля в тот момент, когда напряжение на конденсаторе в 2 раза меньше максимального.

3. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается уравнением  $I = 9 \sin 157t$ . Определить амплитудное и действующее значение силы тока, период и частоту тока, мгновенное значение силы тока при  $t = 0,01$  с.

4. Конденсатор ёмкостью  $2 \cdot 10^{-6}$  Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить ёмкостное сопротивление конденсатора.

5. Резонансная частота контура 1 кГц. Определить индуктивность катушки, если ёмкость конденсатора 4 пФ.

6. Какова дальность до цели, если отраженный сигнал возвращается обратно через 400 мкс после посылки зондирующего импульса?

#### Контрольная работа №4

##### Вариант №9

1. На какой диапазон длин волн рассчитан приёмник, если индуктивность катушки 1,5 мГн, а ёмкость конденсатора изменяется от 75 до 650 пФ?

2. В колебательном контуре конденсатор ёмкостью 40 нФ заряжен до максимального напряжения 30 В. Определить заряд конденсатора и резонансную частоту колебаний, если максимальная сила тока в контуре 1 А. Чему равна индуктивность катушки? Полная энергия контура?

3. Переменное напряжение в цепи изменяется по закону  $U = 220 \sin 200\pi t$ .

Определить амплитудное и действующее значение напряжения, период и частоту тока, мгновенное значение напряжения при  $t=0,01$  с.

4. Резонансная частота контура 2 кГц. Определить индуктивность катушки, если ёмкость конденсатора 4 пФ.

5. В сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 360 В включают конденсатор ёмкостью 8 мкФ. Найти амплитудное и действующее значение силы тока в цепи конденсатора.

6. Искусственный спутник Земли находится в районе Сатурна. Сигнал, посланный с Земли, отразившись от спутника, вернулся на Землю через 2 часа 13 минут 20 секунд после посылки зондирующего импульса. Каково расстояние от Земли до Сатурна?

Контрольная работа №4

Вариант №10

1. Колебательный контур имеет индуктивность 0,32 мГн и переменную ёмкость. Радиоприёмник может принимать волны от 188 до 545 м. В каких пределах изменяется ёмкость контура в приёмнике?

2. Определить амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе, если амплитуда колебаний тока 130 мА, ёмкость 420 пФ, индуктивность 12 мГн. Определить полную энергию контура.

3. Электрический заряд конденсатора в контуре изменяется по закону  $q = 12 \sin 200\pi t$ . Определить амплитудное и действующее значение заряда, период и частоту тока, мгновенное значение заряда при  $t=0,01$  с.

4. Катушка индуктивностью 0,6 Гн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.

5. Определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых контуром ёмкостью 6 нФ и индуктивностью 0,024 Гн. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

6. Радиосигнал, посланный в космос, отразился от планеты и был принят на Земле через 2,5 с. Каково расстояние от планеты до Земли?

**Контрольная работа № 5 «Оптика»**  
**I вариант.**

**1. Геометрической оптикой называется раздел оптики, в котором...**

- а) изучаются законы распространения в прозрачных средах световой энергии на основе представления о световом луче;
- б) глубоко рассматриваются свойства света и его взаимодействие с веществом.

**2. Основоположителем корпускулярной теории света был...**

- а) Рёмер;
- б) Ньютон;
- в) Максвелл;
- г) Аристотель;
- д) Гюйгенс.

**3. В чем сущность метода определения скорости света в опыте Физо?**

- а) для измерения времени распространения света использовалось вращающееся зеркало;
- б) для измерения времени распространения света использовался “прерыватель” – вращающееся зубчатое колесо.

**4. Для того чтобы отраженный луч составлял с падающим угол  $20^\circ$ , угол падения светового луча должен быть следующим:**

- а)  $40^\circ$
- б)  $30^\circ$
- в)  $20^\circ$
- г)  $10^\circ$

**5. Выясните, чему будет равен угол падения при переходе светового луча в оптически более плотную среду из оптической менее плотной?**

- а) угол падения равен углу преломления
- б) свет проходит без преломления
- в) угол падения больше угла преломления
- г) угол падения меньше угла преломления.

**6. Определяя глубину водоема “на глаз”...**

- а) мы точно определяем глубину;
- б) дно кажется нам глубже;
- в) дно кажется всегда ближе к нам, т.е. мельче.

**7. Какие линзы называют вогнутыми, когда — выпуклыми?**

- а) Вогнутыми — у которых края толще, чем середина; выпуклыми — у которых края тоньше, чем середина
- б) Вогнутыми — у которых края тоньше, чем середина; выпуклыми — у которых края толще, чем середина
- в) Вогнутыми — тела с поверхностями, обращенными внутрь; выпуклыми — с поверхностями, обращенными наружу.



**17. Свечение экрана телевизора относится к:**

- а) хемиллюминесценции;
- б) катодоллюминесценции;
- в) электролюминесценции;
- г) фотоллюминесценции.

**18. Плазма дает:**

- а) спектр поглощения;
- б) полосатый спектр;
- в) линейчатый спектр;
- г) сплошной спектр.

**19. Каков диапазон частот инфракрасного излучения?**

- а) от  $10^{-6}$  до  $10^{-7}$  Гц
- б) от  $10^{-8}$  до  $10^{-11}$  Гц
- в) от  $6,6 \cdot 10^{-18}$  до  $6,6 \cdot 10^{-15}$  Гц
- г) от  $3 \cdot 10^{11}$  до  $3 \cdot 10^{14}$  Гц

**20. Перечислите виды электромагнитных излучений в порядке возрастания их длин волн:**

- а) гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, радиоизлучение, низкочастотное;
- б) низкочастотное, радиоизлучение, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение;
- в) низкочастотное, радиоизлучение, инфракрасное, видимое, рентгеновское, гамма-излучение, ультрафиолетовое;
- г) гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, низкочастотное, радиоизлучение.

**II вариант.**

**1. Что называется световым лучом?**

- а) геометрическое место точек, имеющих одинаковые фазы в момент времени;
- б) линия, указывающая направление распространения световой энергии;
- в) воображаемая линия, параллельная фронту распространения световой волны.

**2. Кто впервые определил скорость света?**

- а) Майкельсон;
- б) Галилей;
- в) Рёмер;
- г) Физо.

**3. Чем объяснялся успех астрономического метода измерения скорости тела?**

- а) движением Юпитера вокруг Солнца;

- б) проходимые светом расстояния были очень велики;
- в) тем, что свет любые расстояния преодолевает мгновенно.

**4. Для того чтобы отраженный луч составлял с падающим угол  $40^\circ$ , угол падения светового луча должен быть следующим:**

- а)  $20^\circ$
- б)  $80^\circ$
- в)  $40^\circ$
- г)  $10^\circ$

**5. Выясните, чему будет равен угол падения при переходе светового луча в оптически менее плотную среду из оптической более плотной?**

- а) угол падения равен углу преломления
- б) свет проходит без преломления
- в) угол падения больше угла преломления
- г) угол падения меньше угла преломления

**6. Абсолютный показатель преломления зависит?**

- а) от частоты;
- б) от скорости света;
- в) от физических свойств и состояния среды;
- г) от угла преломления.

**7. Линза это:**

- а) прозрачное тело, имеющее с двух сторон гладкие поверхности
- б) прозрачное тело, ограниченное сферическими поверхностями
- в) тело, стороны которого отполированы и округлены
- г) любое тело с гладкими изогнутыми поверхностями

**8. В каких единицах измеряют оптическую силу линзы?**

- а) Омах
- б) Вольтах
- в) Калориях
- г) Диоптриях

**9. Найдите оптические силы линз, фокусные расстояния которых 25 см и 50 см.**

- а) 0,04 дптр и 0,02 дптр
- б) 4 дптр и 2 дптр
- в) 1 дптр и 2 дптр
- г) 4 дптр и 1 дптр

**10. Чему равно линейное увеличение линзы?**

- а)  $\Gamma = 1/d$
- б)  $\Gamma = d/f$
- в)  $\Gamma = f/d$
- г)  $\Gamma = 1/f$

**11. Предмет кажется нам белым, если он...**

- а) частично отражает все лучи;
- б) частично поглощает все лучи;

- в) одинаково отражает все лучи;
- г) одинаково поглощает все лучи.

**12. Дисперсией называется:**

- а) зависимость показателя преломления света от среды, в которой рассеивается свет;
- б) зависимость показателя преломления света от длины волны (или частоты колебаний световой волны);
- в) зависимость показателя преломления света от угла падения светового пучка на поверхность среды.

**13. Длина волны для красного цвета равна:**

- а)  $2 \cdot 10^{-7}$  м
- б)  $4 \cdot 10^{-7}$  м
- в)  $6 \cdot 10^{-7}$  м
- г)  $8 \cdot 10^{-7}$  м

**14. В чем заключается явление дифракции света?**

- а) в усилении одного светового пучка другим;
- б) в получении спектра белого света;
- в) в огибании световой волной препятствий;
- г) в наложении световых волн.

**15. Условие максимума в дифракционной картине, полученной с помощью решетки,  $d \sin \varphi = k\lambda$ . В этой формуле выражение  $d \sin \varphi$ :**

- а) разность хода между волнами,
- б) период решетки,
- в) ширина максимума на экране.

**16. Масса тела  $m = 2$  кг. Вычислите полную его энергию.**

- а)  $6 \cdot 10^8$  Дж
- б)  $36 \cdot 10^8$  Дж
- в)  $6 \cdot 10^{16}$  Дж
- г)  $18 \cdot 10^{16}$  Дж

**17. Свечение лампы дневного света относится к:**

- а) хемиллюминесценции;
- б) катодоллюминесценции;
- в) электролюминесценции;
- г) фотолюминесценции.

**18. Линейчатый спектр дает вещество, находящееся в**

- а) жидком молекулярном состоянии;
- б) газообразном молекулярном состоянии;
- в) газообразном атомарном состоянии;
- г) твердом состоянии.

**19. Каков диапазон частот рентгеновского излучения?**

- а) от  $3 \cdot 10^{16}$  до  $3 \cdot 10^{20}$  Гц  
 б) от  $10^{-8}$  до  $10^{-11}$  Гц  
 в) от  $6,6 \cdot 10^{-18}$  до  $6,6 \cdot 10^{-15}$  Гц  
 г) от  $10^{-6}$  до  $10^{-7}$  Гц

**20. Перечислите виды электромагнитных излучений в порядке убывания их длин волн:**

- а) гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, радиоизлучение, низкочастотное;  
 б) низкочастотное, радиоизлучение, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение;  
 в) низкочастотное, радиоизлучение, инфракрасное, видимое, рентгеновское, гамма-излучение, ультрафиолетовое;  
 г) гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, низкочастотное, радиоизлучение.

**Ответы**

<b>Вариант 1</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>в</b>	<b>в</b>	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>а</b>	<b>г</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>в</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>г</b>	<b>а</b>

<b>Вариант 2</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>а</b>	<b>а</b>	<b>г</b>	<b>в</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>в</b>	<b>б</b>	<b>г</b>	<b>в</b>	<b>а</b>	<b>г</b>	<b>г</b>	<b>в</b>	<b>а</b>	<b>б</b>

## Контрольная работа № 6 «Квантовая физика»

Вариант 1

A1. Внешний фотоэффект — это явление

- 1) почернения фотоэмульсии под действием света
- 2) вылета электронов с поверхности вещества под действием света
- 3) свечения некоторых веществ в темноте
- 4) излучения нагретого твердого тела

A2. Какой заряд имеет свет с частотой  $4,5 \cdot 10^{15}$  Гц?

- 1) 0 Кл
- 2)  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл
- 3)  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл
- 4)  $4,5 \cdot 10^{15}$  Кл

A3. Излучение лазера — это

- 1) тепловое излучение
- 2) вынужденное излучение
- 3) спонтанное (самопроизвольное) излучение
- 4) люминесценция

A4. Изотоп ксенона  $^{125}_{54}\text{Xe}$  после спонтанного  $\alpha$ -распада превратился в изотоп

- 1)  $^{108}_{52}\text{Te}$
- 2)  $^{110}_{50}\text{Sn}$
- 3)  $^{112}_{55}\text{Cs}$
- 4)  $^{113}_{54}\text{Xe}$

A5. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра  $^{48}_{20}\text{Ca}$ ?

	p — число протонов	n — число нейтронов
1)	48	68
2)	48	20
3)	20	48
4)	20	28

B1. Сколько квантов содержится в 1 Дж излучения с длиной волны 0,5 мкм?

B2. Ядро атома претерпевает спонтанный  $\alpha$ -распад. Как изменяются перечисленные ниже характеристики атомного ядра при таком распаде? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) масса ядра	1) не изменяется
Б) заряд ядра	2) увеличивается
В) число протонов в ядре	3) уменьшается

С1. При какой температуре газа средняя энергия теплового движения атомов одноатомного газа будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода  $A_{\text{вых}} = 2 \text{ эВ}$  при облучении монохроматическим светом с длиной волны  $300 \text{ нм}$ ? Учтите:  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### Вариант 2

А1. В своих опытах Столетов измерял максимальную силу тока (ток насыщения) при освещении электрода ультрафиолетовым светом. Сила тока насыщения при увеличении интенсивности источника света и неизменной его частоте будет

- 1) увеличиваться
- 2) уменьшаться
- 3) неизменной
- 4) сначала увеличиваться, затем уменьшаться

А2. Де Бройль выдвинул гипотезу, что частицы вещества (например, электрон) обладают волновыми свойствами. Эта гипотеза впоследствии была

- 1) опровергнута путем теоретических рассуждений
- 2) опровергнута экспериментально
- 3) подтверждена в экспериментах по дифракции электронов
- 4) подтверждена в экспериментах по выбиванию электронов из металлов при освещении

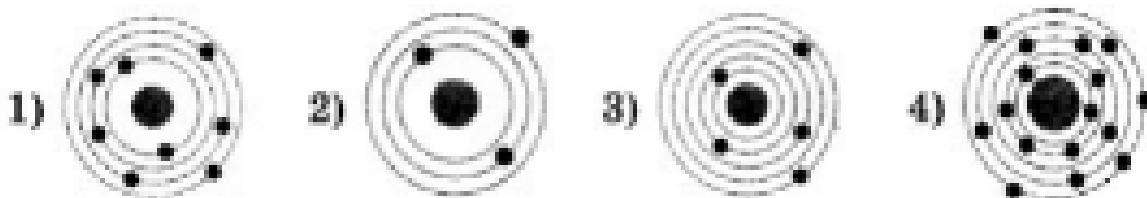
А3. Выберите верное утверждение.

- А. Излучение лазера является спонтанным  
 Б. Излучение лазера является индуцированным
- 1) только А
  - 2) только Б
  - 3) и А, и Б
  - 4) ни А, ни Б

А4. Ядро  ${}^{214}_{83}\text{Bi}$  испытывает  $\beta$ -распад, при этом образуется элемент X. Этот элемент можно обозначить как

- 1)  ${}^{214}_{82}\text{X}$
- 2)  ${}^{214}_{84}\text{X}$
- 3)  ${}^{213}_{83}\text{X}$
- 4)  ${}^{210}_{84}\text{X}$

А5. На рисунке изображены схемы четырёх атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому  ${}^{16}_8\text{O}$  соответствует схема



В1. Источник света мощностью 100 Вт испускает  $5 \cdot 10^{20}$  фотонов за 1 с. Найдите среднюю длину волны излучения.

В2. Ядро атома претерпевает спонтанный  $\beta$ -распад. Как изменяются перечисленные ниже характеристики атомного ядра при таком распаде? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) масса ядра	1) не изменяется
Б) заряд ядра	2) увеличивается
В) число протонов в ядре	3) уменьшается

С1. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8$  нФ. При длительном освещении катода светом с частотой  $\nu = 10^{15}$  Гц фототок, возникающий вначале, прекращается. Работа выхода электронов из кальция  $A_{\text{вых}} = 4,4 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какой заряд  $Q$  при этом оказывается на обкладках конденсатора? Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

### Вариант 3

А1. При фотоэффекте число электронов, выбиваемых монохроматическим светом из металла за единицу времени, не зависит от

- А) частоты падающего света
- Б) интенсивности падающего света
- В) работы выхода электронов из металла

Какие утверждения правильные?

- 1) А и В
- 2) А, Б, В
- 3) Б и В
- 4) А и Б

А2. Какой энергией обладает свет с частотой  $5 \cdot 10^{14}$  Гц

- 1)  $3,96 \cdot 10^{-40}$  Дж
- 2)  $3,3 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3)  $4,5 \cdot 10^{31}$  Дж
- 4) 0

А3. В настоящее время широко распространены лазерные указки, авторучки, брелоки. При неосторожном обращении с таким (полупроводниковым) лазером можно

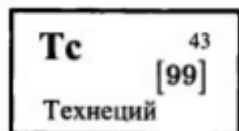
- 1) вызвать пожар
- 2) прожечь костюм и повредить тело
- 3) получить опасное облучение организма
- 4) повредить сетчатку глаза при прямом попадании лазерного луча в глаз

А4. Как изменится число нуклонов в ядре атома радиоактивного элемента, если ядро испустит  $\gamma$ -квант?

- 1) увеличится на 2
- 2) не изменится

- 3) уменьшится на 2
- 4) уменьшится на 4

A5. По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число нуклонов в ядре технеция.



- 1) 43
- 2) 56
- 3) 99
- 4) 142

B1. Ртутная лампа имеет мощность 125 Вт. Сколько квантов света испускается каждую секунду при излучении с длиной волны  $5,79 \cdot 10^{-1}$  м?

B2. Ядро атома претерпевает спонтанный  $\gamma$ -распад. Как изменяются перечисленные ниже характеристики атомного ядра при таком распаде? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) масса ядра	1) не изменяется
Б) заряд ядра	2) увеличивается
В) число протонов в ядре	3) уменьшается

C1. Плоский алюминиевый электрод освещается светом длиной волны 83 нм. На какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью 150 В/м? Красная граница фотоэффекта 332 нм. Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл

#### Вариант 4

A1. При исследовании фотоэффекта Столетов выяснил, что

- 1) энергия фотона прямо пропорциональна частоте света
- 2) вещество поглощает свет квантами
- 3) сила фототока прямо пропорциональна частоте падающего света
- 4) фототок возникает при частотах падающего света, превышающих некоторое значение

A2. Электрон и протон движутся с одинаковыми скоростями. У какой из этих частиц большая длина волны де Бройля?

- 1) у электрона
- 2) у протона
- 3) длины волн этих частиц одинаковы
- 4) частицы нельзя характеризовать длиной волны

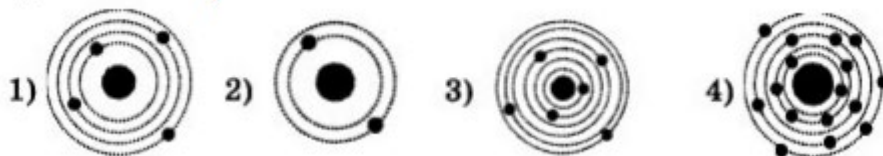
A3. Интерференцию света с помощью лазерной указки показать легче, чем с обычным источником, так как пучок света, даваемый лазером, более

- 1) мощный
- 2) когерентный
- 3) расходящийся
- 4) яркий

A4. Какой заряд  $Z$  и какое массовое число  $A$  будет иметь ядро элемента, получившегося из ядра изотопа  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после одного  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов?

- 1)  $Z = 234, A = 92$
- 2)  $Z = 92, A = 234$
- 3)  $Z = 88, A = 234$
- 4)  $Z = 234, A = 94$

A5. На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому  ${}^{12}_6\text{C}$  соответствует схема



B1. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. За время  $t = 5$  с на детектор падает  $N = 3 \cdot 10^5$  фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность? (Полученный ответ умножьте на  $10^{14}$  и округлите до десятых.)

B2. Ядро атома захватило электрон и испустило протон. Как изменяются перечисленные ниже характеристики атомного ядра при такой ядерной реакции? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) масса ядра	1) не изменяется
Б) заряд ядра	2) увеличивается
В) число нейтронов в ядре	3) уменьшается

C1. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода  $A_{\text{вых}} = 4,4 \cdot 10^{-19}$  Дж), освещается светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле индукцией  $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$  Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности  $R$ , по которой движутся электроны? Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, модуль его заряда  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл

### Вариант 5

A1. При фотоэффекте работа выхода электрона из металла, зависит от

- 1) частоты падающего света
- 2) интенсивности падающего света
- 3) химической природы металла
- 4) кинетической энергии вырываемых электронов

A2. Определите импульс фотона, обладающего энергией  $4 \cdot 10^{-19}$  Дж.

- 1)  $4,44 \cdot 10^{-36}$  кг · м/с
- 2)  $3,6 \cdot 10^{-2}$  кг · м/с
- 3)  $1,33 \cdot 10^{-21}$  кг · м/с
- 4)  $1,2 \cdot 10^{-10}$  кг · м/с

A3. Средняя мощность лазерного излучения равна  $P$ , длина волны  $\lambda$ . Число фотонов, ежесекундно излучаемых лазером, в среднем равно

- 1)  $P/\lambda$
- 2)  $P\lambda/c$
- 3)  $Pc/h\lambda$
- 4)  $P\lambda/hc$

A4. Радиоактивный изотоп урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после двух  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов превращается в изотоп

- 1)  ${}^{234}_{91}\text{Pa}$
- 2)  ${}^{230}_{90}\text{Th}$
- 3)  ${}^{238}_{92}\text{U}$
- 4)  ${}^{229}_{88}\text{Ra}$

A5. По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число нейтронов в ядре технеция.

- 1) 43
- 2) 56
- 3) 99
- 4) 142

B1. Детектор полностью поглощает падающий на него свет длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Поглощаемая мощность равна  $P = 3,3 \cdot 10^{-14}$  Вт. Сколько фотонов падает на детектор за время  $t = 3$  с? Полученный ответ разделите на 105.

B2. Ядро атома захватило нейтрон и испустило электрон. Как изменяются перечисленные ниже характеристики атомного ядра при такой реакции? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
A) масса ядра	1) не изменяется
B) заряд ядра	2) увеличивается
B) число нейтронов в ядре	3) уменьшается

C1. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода  $4,4 \cdot 10^{-19}$  Дж), освещается светом с частотой  $2 \cdot 10^{15}$  Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям максимального радиуса 5 мм. Чему равен модуль индукции магнитного поля? Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, его масса  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг

Ответы на контрольную работу Квантовая физика

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
A1	2	1	1	4	3
A2	1	3	2	1	3
A3	2	2	4	2	4
A4	1	2	2	2	4
A5	4	1	3	3	2
B1.	$2,5 \cdot 10^{18}$	$9,9 \cdot 10^{-7}$ м	$3,7 \cdot 10^{20}$	2,4	2,5
B2.	333	122	111	332	221
C1.	16 425 К	$11 \cdot 10^{-9}$ Кл	7,45 см	4,76 мм	1,58 мТл

**Комплект оценочных средств  
для проведения промежуточной (итоговой) аттестации,  
критерии и нормы их оценки**

## **5.1 Формы проведения промежуточной (итоговой) аттестации**

### **Перечень вопросов**

#### **Раздел 1: Механика**

1. Равномерное и равноускоренное движения
2. Ускорение, движение с ускорением
3. Равномерное движение по окружности
4. Законы Ньютона
5. Виды сил
6. Импульс. Закон сохранения импульса
7. Механическая работа и энергия
8. Механические колебания и волны
9. Гармонические колебания
10. Звуковые волны

#### **Раздел 2: Молекулярная физика. Тепловые явления**

1. Масса и размер молекул
2. Взаимные превращения жидкости и пара
3. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы
4. Свойства паров, жидкостей и твердых тел
5. Основы термодинамики
6. Внутренняя энергия
7. Первый закон термодинамики
8. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

#### **Раздел 3: Термодинамика**

1. Электростатика
2. Закон Кулона, электрическое поле
3. Проводники диэлектрики
4. Потенциальная энергия, энергия конденсаторов.
5. Законы постоянного тока
6. Законы Ома
7. Соединение проводников
8. Работа и мощность постоянного тока.
9. Магнитное поле
10. Магнитная индукция.
11. Электромагнитная индукция
12. Производство, передача и использование электроэнергии

## **Раздел 4: Оптика**

1. Световые волны
2. Законы отражения и преломления света
3. Построение изображений в линзах.
4. Оптические приборы.
5. Интерференция света.
6. Дифракция света.

## **Раздел 5: Квантовая физика**

1. Световые кванты
1. Физика атомного ядра

## Дифференцированный зачет

### Вариант №1

Дифференцированный зачет состоит из трех частей: А, Б, С. На выполнение работы отводится 45 минут. Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Выполнение различных по сложности заданий оценивается в один или более баллов (часть А - 1 балл, часть Б-2 балла, часть С -3 балла.). Максимальное количество баллов за работу - 30.

**Оценка «5»** выставляется, если вы набрали 26 - 30 баллов

**Оценка «4»** выставляется, если вы набрали 20 -25 баллов.

**Оценка «3»** выставляется, если вы набрали 15-19 баллов.

**Оценка «2»** выставляется, если вы набрали меньше 15 баллов.

Запрещается использование каких-либо информационных источников.

### Часть А. Выберите один правильный ответ.

#### Вопрос 1.

Человек идет со скоростью 5 км/ч относительно вагона поезда по направлению движения, поезд движется со скоростью 20 км/ч относительно Земли. Скорость движения человека относительно Земли равна:

- 1) 5 км/ч                      2)20 км/ч                      3)15 км/ч                      4)25км/ч

#### Вопрос 2.

Акула, масса которой 250 кг, плывет со скоростью 4 м/с. Ее кинетическая энергия равна:

- 1) 2000 Дж    2)1000 Дж    3)500 Дж                      4)62,5 Дж

#### Вопрос 3.

Количество теплоты вычисляют по формуле  $Q=cm(t_2-t_1)$

- 1)при превращении жидкости в пар                      2) при плавлении  
3)при сгорании вещества                      4) при нагревании тела в одном агрегатном состоянии

#### Вопрос 4.

В комнате на подоконник поставили два одинаковых стакана до краев наполненных: один – водой, другой – растительным маслом. Спустя неделю заметили, что масла осталось больше, чем воды. На основании этого опыта можно сделать вывод, что:

- 1) все жидкости испаряются                      2)освещение ускорило испарение воды  
3)освещение замедлило испарение масла                      4)вода испаряется быстрее, чем масло.

#### Вопрос 5.

Явление электромагнитной индукции открыл:

- 1) С. Якоби                      2)М. Фарадей                      3) Э.Х. Ленц                      4) А.Н.Ладыгин

#### Вопрос 6.

Атом серебра  $^{110}_{47}\text{Ag}$  содержит

- 1)63 протона, 47 нейтронов и 63 электрона                      2)110 протонов, 47 нейтронов и 63 электрона  
3)47 протонов, 63 нейтрона и 47 электронов                      4)110 протонов, 63 нейтрона и 47

электронов

**Вопрос 7.**

Изотопы хлора  $^{36}\text{Cl}$  и  $^{37}\text{Cl}$  отличаются друг от друга:

- 1) числом электронов в оболочке атома
- 2) числом протонов в ядре атома
- 3) числом нейтронов в ядре атома
- 4) числом электронов в ядре атома

**Вопрос 8.**

Ядро  $^{235}_{92}\text{U}$  поглотило нейтрон  $^1_0\text{n}$ . В результате образовалось ядро:

- 1)  $^{234}_{92}\text{U}$
- 2)  $^{235}_{93}\text{Np}$
- 3)  $^{236}_{92}\text{U}$
- 4)  $^{235}_{92}\text{U}$

**Вопрос 9.**

Формула общего сопротивления проводников при последовательном соединении:

1)  $R = R_1 + R_2$

2)  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

3)  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

4)  $R = \frac{R_1}{2}$

**Вопрос 10.**

Магнитные поля создаются:

- 1) неподвижными зарядами
- 2) электронами при их орбитальном движении
- 3) движущимися зарядами
- 4) постоянными магнитами

**Часть Б. Задания повышенной сложности.**

Решите задачу.

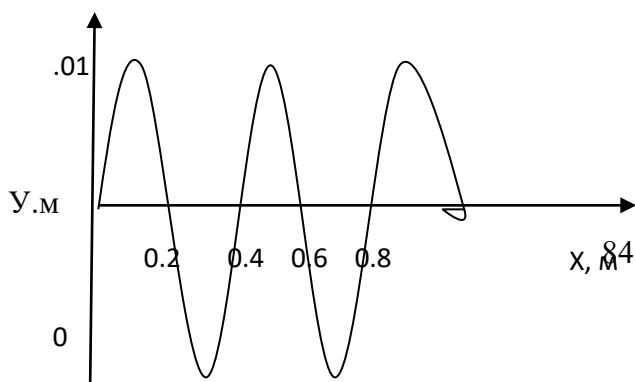
**Вопрос 11.**

Среднее время разряда молнии 0,002с. Если сила тока в канале молнии равна  $2 \cdot 10^3$  А, то по каналу молнии проходит заряд, равный:

- 1) 0,1 Кл
- 2) 2,2 Кл
- 3) 4 Кл
- 4) 10 Кл

**Вопрос 12.**

На рисунке представлен график волны. Частота колебаний частиц в воде составляет 10 Гц. Определите скорость ее распространения.



1) 25 м/с

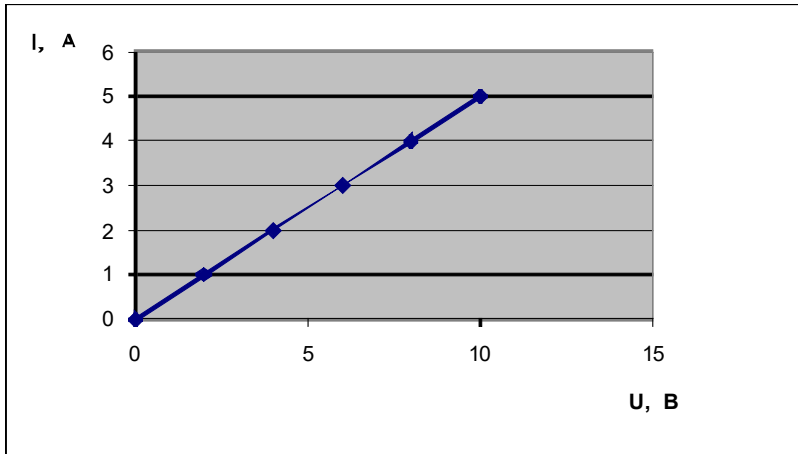
2) 4 м/с

3) 8 м/с

4) 0,1 м/с

**Вопрос 13.**

Пользуясь графиком зависимости силы тока от напряжения, определите сопротивление резистора.



1) 4 Ом

2) 3 Ом

3) 2 Ом

4) 1 Ом

**Задания с кратким ответом**

**Вопрос 14.**

Ядерная реакция может стать цепной, если одним из ее продуктов являются \_\_\_\_\_

**Вопрос 15.**

Если угол падения увеличится на  $15^\circ$ , угол между падающим на плоское зеркало лучом и отраженным от него лучом увеличится на \_\_\_\_\_ градусов.

**Задание на установление последовательности**

**Вопрос 16.**

Составьте истинное утверждение, выбрав необходимые фразы и используя разделительные союзы или знаки препинания.

Запишите ответ в виде последовательности понятий.

Понятия:

1) две стеклянные палочки, потертые о шелк,

2) имеют заряды разного знака

3) имеют заряды одного знака

4) отталкиваются друг от друга.

5) притягиваются друг к другу.

**Задание на установление соответствия**

**Вопрос 17.** Проставьте линиями связи между объектами.

Объекты:

- |         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| 1. пар  | А. вода в твердом состоянии      |
| 2. лед  | В. вода в жидком состоянии       |
| 3. иней | С. вода в газообразном состоянии |
| 4. роса | Д. туман                         |

**Часть С. Задания с развёрнутым ответом.**

**Вопрос 18.**

**Данные:** Спираль электроплитки при прохождении через нее в течении 1 мин тока в 4 А выделяет 52,8 кДж энергии. Сечение спирали  $0,1 \text{ мм}^2$ , удельное сопротивление материала спирали  $1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ . Чему равна длина спирали?

**Решение:**

**Вопрос 19.**

**Данные:** В сосуде объемом  $8,3 \text{ м}^3$  находится  $0,02 \text{ кг}$  водорода при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить давление.

**Решение:**

**Дифференцированный зачет**

**Вариант №2**

*Дифференцированный зачет состоит из трех частей: А, Б, С. На выполнение работы отводится 45 минут. Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Выполнение различных по сложности заданий оценивается в один или более баллов (часть А - 1 балл, часть Б-2 балла, часть С -3 балла.). Максимальное количество баллов за работу - 30.*

*Оценка «5» выставляется, если вы набрали 26 - 30 баллов*

*Оценка «4» выставляется, если вы набрали 20 -25 баллов.*

*Оценка «3» выставляется, если вы набрали 15-19 баллов.*

*Оценка «2» выставляется, если вы набрали меньше 15 баллов.*

*Запрещается использование каких-либо информационных источников.*

**Часть А. Выберите один правильный ответ.**

**Вопрос 1.**

Скорость пловца в неподвижной воде  $1,5 \text{ м/с}$ . Он плывет по течению реки, скорость которой  $2,5 \text{ м/с}$ . Определите результирующую скорость пловца относительно берега.

- А)  $1 \text{ м/с}$                       Б)  $1,5 \text{ м/с}$                       В)  $2,5 \text{ м/с}$                       Г)  $4 \text{ м/с}$

**Вопрос 2.**

Тело массой  $20 \text{ кг}$ , движущееся в инерциальной системе под действием силы  $60 \text{ Н}$ , приобретает ускорение равное:

- А)  $0,3 \text{ м/с}^2$ .                      Б)  $40 \text{ м/с}^2$ .                      В)  $3 \text{ м/с}^2$ .                      Г)  $80 \text{ м/с}^2$ .

**Вопрос 3.**

Физическая величина, равная произведению силы тяжести на высоту тела относительно выбранного уровня, называется:

- А) кинетической энергией тела в поле тяжести.                      Б) потенциальной энергией тела в поле тяжести.  
В) работой тела в поле тяжести.                      Г) потенциальной энергией упруго

деформированного тела

**Вопрос 4.**

Максимальное отклонение тела от положения равновесия, называется:

- А) смещением.      Б) частотой.      В) периодом.      Г) амплитудой

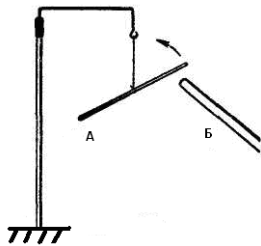
**Вопрос 5.**

Физическую величину, равную отношению заряда, протекающего через поперечное сечение проводника ко времени, в течение которого этот заряд протекает, называют:

- А) напряжением.      Б) силой тока.  
В) электрическим сопротивлением.      Г) электродвижущей силой.

**Вопрос 6.**

К стеклянной палочке *A*, натертой о шелк, подносят палочку *B*, после чего палочка *A* приходит в движение по направлению, указанному стрелкой. Какой заряд имеет палочка *B*?



- А) положительный.  
Б) отрицательный.  
В) положительный и отрицательный.  
Г) нет правильного ответа

**Вопрос 7.**

Количество вещества определяется выражением:

- А)  $\frac{M}{M_0}$ .      Б)  $\frac{m}{M}$ .      В)  $\frac{m}{m_0}$ .      Г)  $\frac{M}{N_a}$ .

**Вопрос 8.**

Силовой характеристикой магнитного поля служит:

- А) потенциал.      Б) магнитная проницаемость.  
В) магнитная индукция.      Г) работа.

**Вопрос 9.**

В ядре атома натрия 23 частицы, из них 12 нейтронов. Сколько в ядре протонов? Сколько электронов в нейтральном атоме?

- А. 11 протонов 23 электрона      В. 35 протонов 11 электронов  
С. 11 протонов 12 электронов      D. 11 протонов 11 электронов  
Е. 11 протонов 35 электронов

**Вопрос 10.**

Явление возникновения ЭДС индукции в катушке, по которой протекает переменный ток, называется:

- А) самоиндукцией.      Б) электродвижущей силой.  
В) электромагнитной индукцией.      Г) нет правильного ответа.

**Часть Б. Задания повышенной сложности.**

Решите задачу.

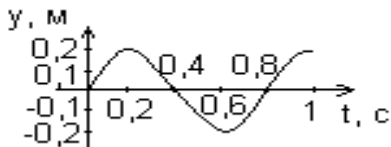
**Вопрос 11.**

Два точечных одноименных заряда, величиной 4 нКл каждый, находятся на расстоянии 4 см друг от друга. Сила, с которой будут действовать эти заряды друг на друга, равна:

- А) 9 ГН.                      Б) 36 нН.                      В) 90 мкН.                      Г) правильного ответа нет.

**Вопрос 12**

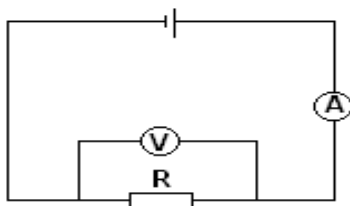
По графику зависимости координаты от времени определите амплитуду и период колебаний.



- А) 0.4 м, 0.8 с.  
 Б) 0.2 м, 0,4 с.  
 В) 0,4 м, 1 с.  
 Г) 0,2 м, 0,8 с

**Вопрос 13.**

На рисунке приведена схема электрической цепи. ЭДС источника равна 6 В, а его внутреннее сопротивление 1 Ом. Сопротивление резистора 9 Ом. Каковы показания амперметра и вольтметра? Электроизмерительные приборы считать идеальными.



- А)  $I = 0,7 \text{ A}$ ;  $U = 6 \text{ В}$ .  
 Б)  $I = 0,6 \text{ A}$ ;  $U = 6 \text{ В}$ .  
 В)  $I = 0,6 \text{ A}$ ;  $U = 5,4 \text{ В}$   
 Г)  $I = 0,7 \text{ A}$ ;  $U = 5,4 \text{ В}$ .

**Задания с кратким ответом****Вопрос 14.**

Ядерная реакция может стать цепной, если одним из ее продуктов являются \_\_\_\_\_

**Вопрос 15.**

Если угол падения увеличится на  $30^\circ$ , угол между падающим на плоское зеркало лучом и отраженным от него лучом увеличится на \_\_\_\_\_ градусов

**Задание на установление последовательности****Вопрос 16.****Задание на установление соответствия**

Установите соответствие между физическими величинами и приборами для измерения этих величин. Результат запишите в виде пары «число-буква».

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ПРИБОР
А) электрический заряд	1) амперметр
Б) электрическое напряжение	2) калориметр
В) сила электрического тока	3) вольтметр
	4) электрометр
	5) манометр

**Вопрос 17.**

Составьте истинное утверждение, выбрав необходимые фразы и используя разделительные союзы или знаки препинания.

*Запишите ответ в виде последовательности понятий.*

Понятия:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1) сила тока показывает,     | 2) протекает через поперечное сечение проводника |
| 3) сколько зарядов протекает | 4) за единицу времени.                           |

**Часть С. Задания с развёрнутым ответом.****Вопрос 18.**

**Данные:** Определите массу водорода, находящегося в баллоне емкостью 20 литров при давлении 830кПа, если температура газа равна 17 °С.

**Решение:**

**Вопрос 19.**

**Данные:** Определите индукцию однородного магнитного поля, если на проводник длиной 0,2м в нем действует сила 50мН. Проводник образует угол 30° с направлением силовых линий поля и по нему течет ток 10А.

**Решение:**

**Содержательный аспект:**

Дифференцированный зачет содержит в себе 2 варианта и включает следующие разделы:

**Часть А** - простые тестовые задания с четырьмя вариантами ответов, из которых обучающийся должен выбрать один правильный.

**Часть Б** - задания повышенной сложности, требующие от обучающегося краткого свободного ответа.

**Часть С** - сложные задания, которые требуют от обучающегося самостоятельно сформулированного развернутого ответа.

Каждый вариант имеет 19 заданий, из них 10 тестовых заданий; 7 заданий повышенной сложности; 2 задания с развернутым ответом.

Основным источником подготовки к зачету являются:

1. конспект лекций;
2. Учебник «Физика», автор Г.Я.Мякишев изд. Просвещение 2022 г.
4. самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся

Во время дифференцированного зачета обучающимся не разрешается использовать какие-либо информационные источники.

К сдаче дифференцированного зачета допускаются обучающиеся имеющие менее 50% пропусков по предмету, а так же итоговый средний балл не ниже 3,0.

Результаты дифференцированного зачета фиксируются в зачетной книжке студента и зачетной ведомости.

Результаты дифференцированного зачета объявляются обучающимся в течение 7 дней.

## 5.2 Макеты оценочных средств, критерии и нормы их оценки.

**Часть 1** - каждый верный ответ оценивается в 1 балл.

**Часть 2** - каждый верный ответ оценивается в 2 балла

**Часть 3** - каждый верный ответ оценивается в 3 балла.

Максимальное количество баллов за работу - 30.

При проверке суммируется набранное количество баллов, после вычисляется процентное соотношение от максимально возможного количества баллов. Перевод в пятибалльную шкалу оценок проводится исходя из правил, размещенных в таблице.

Критерии оценки дифференцированного зачета/экзамена в форме теста.

	<b>Оценка за дифференцированный зачет</b>			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
<b>Процент набранных баллов из 100% возможных</b>	0-50% (0 – 14)	50-65% (15 – 19)	66-84% (20 – 25)	85-100% (26 – 30)

