

БПОУ ВО «ГРЯЗОВЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БПОУ ВО  
«Грязовецкий  
политехнический техникум»  
А.С. Маслов  
31 августа 2018 года

## РАССМОТРЕНО

на заседании цикловой комиссии  
общеобразовательных, общегуманитарных  
и социально-экономических дисциплин

Протокол № 1  
от « 30 » августа 2018 г.

Председатель ЦК  
 Е.В. Зиновьева

## СОГЛАСОВАНО

Зам директора по ОМР  
E.A. Ткаченко

«31» августа 2018 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОУДВ.02 «Физика»

## 1 курс

## Профессия: 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве»

## г. Грязовец

2018

## **1. Общие положения**

### **1. Общие положения**

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физика».

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

ФОС разработан на основании положений:

основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки СПО по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве»

программы учебной дисциплины «Физика»

## Умения:

1	<b>Умение 1: описывать и объяснять физические явления и свойства тел:</b> движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию; распространение электромагнитных волн; волновые свойства света, излучение и поглощение света атомом, фотоэффект; <b>отличать</b> гипотезы от научных теорий;
2	<b>Умение 2: делать выводы</b> на основе экспериментальных данных;  <b>приводить примеры, показывающие что:</b> наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий; позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория даёт возможность объяснять известные явления природы и научные факты; предсказывать еще неизвестные явления;  <b>приводить примеры практического использования физических знаний:</b> законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникаций; квантовой физики; в создании ядерной энергетики, лазеров;
3	<b>Умение 3: воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать</b> информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, научно-популярных статьях; <b>применять полученные знания для решения физических задач; определять:</b> характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
4	<b>Умение 4: применять полученные знания для решения физических задач; определять:</b> характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
5	<b>Умение 5: измерять</b> ряд физических величин, представляя результаты измерений с учётом их погрешностей; (скорость, ускорение свободного падения; массу тела, плотность вещества, силу, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, влажность воздуха, удельную теплоемкость вещества, удельную теплоту плавления льда, электрическое сопротивление, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину световой волны);  <b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b> для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; рационального природопользования и защиты окружающей среды;

**Знания:**

1	<b>Смысл понятий:</b> физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения.
2	<b>Смысл физических величин:</b> скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд.
3	<b>Смысл физических законов</b> классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта.
4	<b>Вклад российских и зарубежных ученых</b> , оказавших наибольшее влияние на развитие физики. Знание российских и зарубежных ученых и их вклада в развитие физики.

Фонд оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения учебной дисциплины «Физика».

В результате оценки осуществляется проверка следующих объектов:

*Таблица 1.*

Объект	Показатели	Критерии	Тип задания; № задания	Форма промежуточной аттестации
<b>Умение 1: описывать и объяснять физические явления и свойства тел:</b> движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию; распространение электромагнитных волн; волновые свойства света, излучение и поглощение света атомом, фотоэффект; <b>отличать</b> гипотезы от научных теорий;	- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке; - правильное решение контрольных заданий; - правильное выполнение заданий на лабораторно-практических занятиях (ЛПЗ); - правильное оформление отчёта по лабораторно-практической работе; - владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторно-практических работ при собеседовании с	<b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i> . В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.	<b>Т.1.; Т.2.; Т.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i> .	Экзамен

	преподавателем; -способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать физические явления и свойства тел;			
<b>Умение 2: делать выводы</b> на основе экспериментальных данных; <b>приводить примеры, показывающие что:</b> наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий; позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория даёт возможность объяснить известные явления природы и научные факты; предсказывать еще неизвестные явления; <b>приводить примеры практического использования физических знаний:</b> законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникаций; квантовой физики; в создании ядерной энергетики, лазеров;	- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке (устно или письменно); - правильное выполнение заданий на лабораторно-практических занятиях (ЛПЗ) и способность самостоятельно оценивать, сравнивать, анализировать полученные результаты и делать выводы; -способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать научные теории, различать эти теории и устанавливать связь между ними; - свободное владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторно-практических работ при собеседовании с преподавателем; - владение материалом при устном или письменном опросе на занятиях по пройденным темам; - хорошее владение речью при беседе;	<b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i> . В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.	<b>Т.1.; Т.2.; Т.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i> .	Экзамен

<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке;</li> <li>-способность студента описывать, воспроизводить наблюдения и опыты, делать из них самостоятельные выводы;</li> <li>- способность систематизировать полученные знания, умение анализировать их и подытоживать результаты наблюдений и опытов;</li> <li>- владение материалом при устном или письменном опросе на занятиях по пройденным темам;</li> <li>- хорошее владение речью при беседе;</li> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке;</li> <li>-умение формулировать, воспроизводить физические законы и увидеть их проявление в природе и технике, и способность приводить примеры этих проявлений;</li> <li>-способность анализировать и дифференцировать эти проявления по выявлению их полезности или вредности для окружающего мира;</li> </ul>			
---	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность сравнивать и оценивать эти проявления с экологической точки зрения и выявлять целесообразность такого применения законов физики для живых организмов;</li> </ul>			
<p><b>Умение 3: воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать</b> информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, научно-популярных статьях; <b>применять полученные знания для решения физических задач; определять:</b> характер физического процесса по графику, таблице, формуле;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владение материалом при устном или письменном опросе на занятиях по пройденным темам;</li> <li>- хорошее владение речью при беседе;</li> <li>- способность чётко излагать, представлять информацию, делать по ней обзор, выбирать и выявлять главное, суть;</li> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, графических, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке;</li> <li>- правильное выполнение контрольных заданий;</li> <li>- способность распознавать физическое явление и соответственно выбирать для решения нужный закон физики;</li> <li>- умение читать графики, выбирать нужные формулы, и получать нужные сведения из таблиц;</li> <li>- умение строить графики зависимости одних физических величин от других;</li> <li>- умение анализировать, систематизировать,</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p><b>Т.1.; Т.2.; Т.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i>.</p>	Экзамен

	<p>дифференцировать полученные знания и самостоятельно строить таблицы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-видеть связь между физическими величинами и правильно оценивать её;</li> <li>-умение выполнить правильный математический расчёт;</li> <li>- умение делать выводы, сравнивать их, подразделять и классифицировать, подытоживать результаты и устанавливать связь между ними;</li> <li>-своевременность сдачи заданий и отчётов;</li> </ul>			
<p><b>Умение 4: применять полученные знания для решения физических задач; определять: характер физического процесса по графику, таблице, формуле;</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке (устно или письменно);</li> <li>- правильное выполнение заданий на лабораторно-практических занятиях (ЛПЗ) и способность самостоятельно анализировать полученные результаты, сравнивать их и делать выводы;</li> <li>- владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторно-практических работ при собеседовании с преподавателем, владение речью;</li> <li>- правильное оформления отчёта по лабораторно-</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p><b>T.1.; T.2.; T.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i>.</p>	<p><b>Экзамен</b></p>

	<p>практической работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-своевременность сдачи заданий и отчётов;</li> <li>-аргументированность выбора методов измерений физических величин;</li> <li>- обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов измерений;</li> <li>-рациональность планирования и организации работы по измерениям;</li> <li>-соблюдение технологической последовательности измерений;</li> <li>-выполнение требований по инструкции в ходе эксперимента;</li> <li>- соблюдение правил техники безопасности;</li> </ul>			
<p><b>Умение 5: измерять</b> ряд физических величин, представляя результаты измерений с учётом их погрешностей; (скорость, ускорение свободного падения; массу тела, плотность вещества, силу, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, влажность воздуха, удельную теплоемкость вещества, удельную теплоту плавления льда, электрическое сопротивление, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину</p>	<p>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач;</p> <p>-способность распознавать физическое явление, предвидеть и оценивать ход событий, делать верные выводы;</p> <p>- соблюдение правил дорожного движения, правил электробезопасности, правил пожарной безопасности, правил радиационной безопасности и осмысливание их с точки зрения физических явлений и физических процессов, которые при этом происходят и к чему</p>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p><b>Т.1.; Т.2.; Т.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i>.</p>	<p><b>Экзамен</b></p>

<p>световой волны);</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b> для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; рационального природопользования и защиты окружающей среды;</p>	<p>могут привести, к каким последствиям, а главное – что надо делать, чтобы сохранить себе и другим жизнь;</p>			
<p><b>Знание 1: смысла понятий:</b> физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучение, планета, звезда, галактика, Вселенная;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владение материалом при устном или письменном опросе на занятиях по пройденным темам;</li> <li>- хорошее владение речью при беседе;</li> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке;</li> <li>- правильно формулировать, а также описывать понятия;</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p><b>T.1.; T.2.; T.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i>.</p>	<p>Экзамен</p>
<p><b>Знание 2: смысла физических величин:</b> скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке (устно или письменно);</li> <li>- правильное решение</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В</p>	<p><b>T.1.; T.2.; T.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они</p>	<p>Экзамен</p>

<p>вещества, количество теплоты, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, количество теплоты, элементарный электрический заряд;</p>	<p>контрольных заданий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное выполнение заданий на лабораторно-практических занятиях (ЛПЗ) и способность самостоятельно анализировать полученные результаты и делать выводы;</li> <li>- владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторно-практических работ при собеседовании с преподавателем;</li> <li>- правильное оформления отчёта по лабораторно-практической работе;</li> <li>- знание обозначений физических величин и их единиц измерения;</li> <li>-умение описывать физические величины по формулам, графикам, таблицам;</li> <li>-точность и скорость по чтению графиков;</li> </ul>	<p>ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p>проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1.</i></p>	
<p><b>Знание 3: смысла физических законов</b> классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта; (формулировка, границы применимости): законы динамики Ньютона, принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, закон Гука, закон всемирного тяготения,</p>	<p>- правильное самостоятельное решение студентом расчётных, логических, смысловых, ситуационных задач у доски или в тетради, или по карточке (устно или письменно);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное решение контрольных заданий;</li> <li>- правильное выполнение заданий на лабораторно-практических занятиях (ЛПЗ) и способность самостоятельно анализировать полученные результаты и делать выводы;</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по <b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1.</i> В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p><b>Т.1.; Т.2.; Т.3.; П.1.; П.2.; П.3.</b> – расшифровка типа заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1.</i></p>	<p><b>Экзамен</b></p>

<p>законы сохранения энергии, импульса и электрического заряда, основное уравнение кинетической теории газов, уравнение состояния идеального газа, законы термодинамики, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, законы отражения и преломления света, постулаты специальной теории относительности, закон связи массы и энергии, законы фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторно- практических работ при собеседовании с преподавателем;</li> <li>- владение материалом при устном или письменном опросе на занятиях по пройденным темам;</li> <li>- хорошее владение речью при беседе;</li> <li>- правильное оформления отчёта по лабораторно- практической работе;</li> <li>- способность правильно устанавливать происходящее физическое явление и выбирать соответствующие законы и формулы при решении задания;</li> <li>- чётко понимать суть законов, их границы применимости и приводить примеры их проявления в природе и технике;</li> <li>- видеть связь между физическими явлениями и законами;</li> <li>- точность и скорость по чтению графиков;</li> <li>- правильность (рациональность) распределения времени на выполнение задания;</li> <li>- своевременность сдачи заданий и отчётов по ним;</li> </ul>			
<p><b>Знание 4: вклада отечественных и зарубежных</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владение материалом при устном или письменном опросе</li> </ul>	<p><b>Степень обученности</b> студента определяется по</p>	<p><b>T.1.; T.2.; T.3.; П.1.;</b> – расшифровка типа</p>	<p><b>Экзамен</b></p>

<p><b>ученых</b>, оказавших наибольшее влияние на развитие физики и техники;</p> <p>OK 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>OK 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p> <p>OK 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.</p> <p>OK 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.</p> <p>OK 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>OK 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.</p> <p>OK 7. Организовывать собственную деятельность с соблюдением требований охраны труда и экологической безопасности.</p>	<p>на занятиях по пройденным темам;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- хорошее владение речью при беседе;</li> <li>-результативность информационного поиска из разных источников;</li> <li>- владение информацией об учёных и изобретателях, способствовавших развитию научного и технического прогресса человечества, знание их биографии и вклада в науку;</li> <li>- наличие у студента широкого кругозора и исторических фактов в науке и технике;</li> <li>-умение студента показать свой высокий уровень разносторонних знаний, начитанности и образованности;</li> </ul>	<p><b>шкале оценки образовательных достижений</b> студента, которая предлагается сразу после <i>Таблицы 1</i>. В ней описаны критерии оценки знаний и умений студента.</p>	<p>заданий (для чего они нужны, что, каким образом, по средством чего они проверяют знания и умения студента) дана после <i>Таблицы 1</i>.</p>	
--	---	--	--	--

## ТИПЫ ЗАДАНИЙ

### Комплект оценочных средств

<p><b>Т.1. – теоретические задания</b> по проверке усвоения теоретических понятий темы (тем, разделов), законов и их проявлений в природе и технике. Они проводятся в виде тестирования, устного или письменного опросов по теме (темам, разделам), собеседования с преподавателем;</p>	<p><b>Т.2. – теоретические задания</b> по проверке готовности обучающегося применять теоретические знания на практике (при решении задач и выполнении лабораторных работ). Эти задания проверяют способность обучающегося к интеллектуальным действиям:</p> <p>1) выявляют способность обучающегося анализировать, выделять главное и второстепенное;</p> <p>2) выявляют способность обучающегося самостоятельно</p>	<p><b>Т.3. – теоретические задания</b> по проверке освоения обучающимся умениями по учебной дисциплине:</p> <p>выявляют способность обучающегося правильно, быстро, рационально решать задачи разного уровня сложности по темам;</p>	<p><b>П.1.- практические задания</b> по правильному оформлению задач и отчётов по ЛПЗ; аккуратное ведение записей занятий в тетради, самостоятельное выполнение конспектов;</p>	<p><b>П.2. - практические задания,</b> направленные на проверку приобретённого практического опыта. Эти задания выполняются в лабораторных работах, где проверяется правильность выполнения хода работы, правильное использование лабораторного оборудования, получение верного результата в опытах, экспериментах, соблюдение</p>	<p><b>П.3.- практические задания</b> по правильному, быстрому оформлению и рациональному решению задач в контрольных и самостоятельных работах.</p>
---	--	--	---	--	---

	<p>работать с учебной, научно –популярной и научно-технической литературой, правильно воспринимать информацию;</p> <p>3) выявляют способность обучающегося правильно оценивать роль явлений, процессов, законов;</p> <p>4) выявляют способность обучающегося видеть взаимосвязь различных учебных дисциплин (физики, электротехники, электроники, математики, астрономии, биологии, химии, истории).</p>			<p>правил техники безопасности и охраны труда;</p>	
<p><b>Устный опрос по вопросам:</b> Предмет «Физика» и познание мира.</p>	<p><b>Тесты по темам:</b> ЭЛЕКТРОДИНАМИКА - «Постоянный</p>	<p><b>Расчетные задания по темам:</b> ЭЛЕКТРОДИНАМИК</p>	<p><b>Типовое задание:</b> аккуратное ведение записей занятий в тетради,</p>	<p><b>Типовое задание:</b> Лабораторные задания</p>	<p><b>Типовое задание:</b> Проверочные и контрольные работы по</p>

<p><b>Наблюдения и опыты.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы исследования физических явлений и процессов.</li> <li>• Связь физики с другими науками. Физика и техника.</li> <li>• Физические величины и их измерение. Физические приборы.</li> <li>• Материальная точка. Описание её движения. Системы отсчёта.</li> <li>• Виды механического движения и их описание.</li> <li>• Понятия: скорость, путь, перемещение, ускорение, время.</li> <li>• Относительность движения. Траектория движения.</li> <li>• Законы механики Ньютона. Масса. Сила. Инерция. Виды сил.</li> <li>• Закон</li> </ul>	<p>«электрический ток»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Закон Кулона</li> <li>- Сила Ампера. Сила Лоренца</li> <li>-Электричество</li> <li>-Электрический ток в жидкостях</li> <li>- Электрический ток. Сила тока, напряжение, сопротивление. Закон Ома</li> <li>- Закон Кулона, напряженность, работа сил электростатического поля, потенциал</li> <li>- Ребусы по физическим понятиям</li> <li>-</li> <li>-<b>МЕХАНИКА</b></li> <li>- Динамика материальной точки</li> <li>-механические колебания и волны</li> <li><b>ЭЛЕКТРОМАГНИТН</b></li> </ul>	<p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Закон Ома для участка цепи. Закон Джоуля-Ленца</li> <li>- Закон Джоуля-Ленца</li> <li>-Электродинамика</li> <li>- Сила Ампера</li> <li>-Напряженность электрического поля и Закон Кулона</li> <li>-Формула Томсона</li> <li>-Электрический ток в жидкостях</li> <li>-Электрический ток в полупроводниках</li> <li>- Электрический ток в различных средах</li> <li>-Электромагнитная индукция</li> <li><b>МЕХАНИКА</b></li> <li><b>ФИЗИКА В ПОЗНАНИИ ВЕЩЕСТВА, ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ</b></li> <li>-физика в познании вещества, пространства, времени</li> <li><b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ</b></li> <li><b>МЕХАНИКА</b></li> <li>-закон всемирного тяготения</li> <li>-кинематика</li> </ul>	<p>самостоятельное выполнение конспектов по учебной литературе.</p> <p><b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА</b></p> <p>-Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца</p> <p>-</p> <p><b>МЕХАНИКА</b></p> <p><b>ФИЗИКА В ПОЗНАНИИ ВЕЩЕСТВА, ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ</b></p> <p>-физика в познании вещества, пространства, времени</p> <p><b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ</b></p> <p><b>МЕХАНИКА</b></p> <p><b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА</b></p> <p>-тепловой двигатель</p> <p><b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ</b></p>	<p><b>Лабораторная работа</b> «Изучение движения тела по окружности».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Изучение закона сохранения механической энергии».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Определение ускорения свободного падения помощью маятника».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников».</p>	<p><b>темам</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- входной контроль (по вариантам)</li> <li>- Электромагнетизм</li> <li>-Магнетизм</li> <li>-Постоянный электрический ток</li> <li>-Закон Ома для участка цепи</li> <li>- Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов</li> <li>- Закон Кулона, напряженность, работа сил электростатического поля, потенциал</li> <li>- Закон Ома. Вычисление</li> </ul>
---	--	---	--	---	--

<p>всемирного тяготения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Сила тяжести.</li> <li>Вес тела.</li> <li>Невесомость.</li> <li>Деформация.</li> <li>Сила упругости.</li> <li>Закон Гука.</li> <li>Жёсткость тела.</li> <li>Сила трения.</li> <li>Коэффициент трения.</li> <li>Закон сохранения импульса.</li> <li>Закон сохранения энергии.</li> <li>Виды энергии. Работа силы. Мощность.</li> <li>Равновесие тел.</li> <li>Виды равновесия.</li> <li>Понятие момента силы.</li> <li>Положения молекулярно-кинетической теории.</li> <li>Идеальный газ.</li> <li>Температура.</li> <li>Тепловое равновесие.</li> <li>Абсолютная температура.</li> <li>Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.</li> <li>Влажность</li> </ul>	<p><b>ЛУЧЕВЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-геометрическая оптика (по вариантам)</li> <li>-фотоэффект</li> <li>-механические звуковые волны</li> </ul> <p><b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тепловой двигатель</li> <li>Жидкость и пар</li> <li>-аморфные кристаллические твердые тела</li> </ul> <p><b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>	<p>материальной точки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-законы Ньютона</li> <li>-работа, мощность, энергия</li> <li>-</li> </ul> <p><b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-геометрическая оптика</li> <li>-линзы</li> <li>-механические звуковые волны</li> <li>-построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах</li> <li>-фотоэффект</li> <li>-электромагнитное излучение</li> </ul> <p><b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-газ, жидкость</li> <li>- Агрегатные состояния вещества</li> <li>-уравнение Менделеева</li> </ul>	<p><b>ЭНЕРГИЙ</b></p>	<p><b>Лабораторная работа</b> «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Наблюдение действия магнитного поля тока».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Изучение явления электромагнитной индукции».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Измерение показателя преломления стекла».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы».</p> <p><b>Лабораторная работа</b></p>	<p>сопротивлений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- семестровый контроль (по вариантам)</li> <li>- закон всемирного тяготения</li> <li>-динамика периодического движения</li> <li>-законы сохранения</li> <li>-релятивистская механика</li> <li>-кинематика материальной точки</li> <li>-излучение и спектры</li> <li>-геометрическая оптика</li> <li>-квантовая теория электромагнитного излучения (по вариантам)</li> <li>-термодинамика</li> <li>-поверхностный</li> </ul>
---	--	---	-----------------------	---	---

<p>воздуха.</p> <p>Кристаллические и аморфные тела.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Внутренняя энергия. Законы термодинамики.</li> <li>• Термодинамика тепловых двигателей.</li> <li>• Электростатика</li> <li>• Электрические заряды. Закон Кулона.</li> <li>• Конденсаторы.</li> <li>• Законы постоянного тока.</li> <li>• Закон Ома.</li> <li>• Виды соединений в цепях.</li> <li>• Работа и мощность тока.</li> <li>• Короткое замыкание.</li> <li>• Предохранители.</li> <li>• Электрический ток в различных средах. Плазма, её свойства.</li> <li>• Электромагнитная индукция.</li> <li>• Индуктивность.</li> <li>• Самоиндукция.</li> <li>• Электромагнитное поле.</li> <li>• Электромагнитные волны. Их скорость.</li> <li>• Гармонические колебания.</li> </ul>		<p>Клапейрона</p> <p>-изопроцессы</p> <p><b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ</b></p> <p>-искусственная радиоактивность</p> <p>-радиоактивные превращения</p> <p>-строение атома</p>		<p>«Измерение длины световой волны».</p> <p><b>Лабораторная работа</b></p> <p>«Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света».</p> <p><b>Лабораторная работа</b></p> <p>«Наблюдение сплошного и линейчатого спектров».</p> <p><b>Лабораторная работа</b> «Изучение треков заряженных частиц».</p> <p><b>Лабораторная работа</b></p> <p>«Моделирование радиоактивного распада».</p>	<p>слой жидкости.</p> <p>Смачивание.</p> <p>Капиллярность</p> <p>-молекулярная физика</p> <p>Агрегатные состояния вещества</p> <p>-физика атомного ядра</p>
---	--	---	--	--	---

<p>Колебательный контур. Частота колебаний.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Переменный ток. Цепи переменного тока и их особенности.</li> <li>• Электрический резонанс.</li> </ul> <p>Радиотехника.</p> <p>Принципы радиосвязи.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство, передача и использование электрической энергии.</li> <li>• Оптика.</li> </ul> <p>Скорость света.</p> <p>Отражение и преломление света.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Дисперсия.</li> <li>• Интерференция.</li> <li>• Дифракция.</li> <li>• Дифракционная решётка.</li> <li>• Поперечность световых волн.</li> <li>• Поляризация света.</li> <li>• Специальная теория относительности. Её постулаты.</li> </ul>					
--	--	--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>Излучения и спектры.</li> </ul> <p>Спектральный анализ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Шкала электромагнитных излучений.</li> <li>Световые кванты. Явление фотоэффекта.</li> </ul> <p>Давление света.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Строение атома. Квантовые постулаты Бора.</li> </ul> <p>Лазеры, их применение.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.</li> <li>Радиоактивное излучение, его виды и свойства.</li> <li>Закон радиоактивного распада.</li> </ul> <p>Радиоактивные превращения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Строение атомного ядра.</li> </ul> <p>Ядерные силы.</p> <p>Ядерные реакции.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ядерная энергия. Ядерный</li> </ul>					
---	--	--	--	--	--

<p>реактор. Применение ядерной энергии.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения.</li> <li>• Физика элементарных частиц. Позитрон. Античастицы. Кварки.</li> <li>• Эволюция Вселенной. Строение Солнечной системы. Солнце.</li> <li>• Связь между строением микромира и макромира.</li> <li>• Физическая картина мира. Физика и научно-технический прогресс.</li> <li>• Физические законы – основа техники.</li> </ul>					
---	--	--	--	--	--

- ✓ Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой (таблица).

<b>Процент результативности (правильных ответов)</b>	<b>Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений</b>	
	<b>балл (отметка)</b>	<b>верbalный аналог</b>
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ГРЯЗОВЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

## **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **ПО ФИЗИКЕ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА СПО**

Грязовец

2018

## **Пояснительная записка**

Лабораторно-практические занятия по физике предназначены для студентов 1 курса

Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении физики на теоретических занятиях.

### **Цели и задачи практических занятий:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения лабораторных работ;
- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий,
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. В сборнике представлена система задач постепенно возрастающей сложности за курс физики средней школы. Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы. С этой целью после разбора двух-трех ключевых задач на занятии целесообразно дать комплект 10-13 задач по данной теме для самостоятельной работы с обязательным полным письменным оформлением.

В каждый раздел включен основной материал, глубокого и прочного усвоения которого следует добиваться. Таким основным материалом является: основные положения молекулярно-кинетической теории, основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, первый закон термодинамики – для молекулярной физики. Для электродинамики – учение об электромагнитном поле, закон Кулона и Ампера, явление электромагнитной индукции, для квантовой физики – квантовые свойства света, квантовые постулаты Бора, закон взаимосвязи массы и энергии.

В процессе обучения с целью закрепления полученных теоретических знаний на практике проводятся фронтальные лабораторные и практические работы.

В соответствие с учебным планом, по завершению курса предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

**Тематика лабораторно-практических занятий:**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Лабораторная работа № 1. Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.	2
2	Лабораторная работа № 2. Изучение закона сохранения механической энергии.	2
3	Лабораторная работа № 3. Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.	2
4	Лабораторная работа № 4. Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»	2
5	Лабораторная работа № 5. Изучение последовательного и параллельного соединения проводников.	2
6	Лабораторная работа № 6. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.	2
7	Лабораторная работа № 7. Наблюдение действия магнитного поля на ток.	2
8	Лабораторная работа № 8. Изучение явления электромагнитной индукции.	2
9	Лабораторная работа № 9. Измерение показателя преломления стекла.	2
10	Лабораторная работа № 10. Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.	2
11	Лабораторная работа № 11. Измерение длины световой волны.	1
12	Лабораторная работа № 12. Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света.	1
13	Лабораторная работа № 13. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.	2
14	Лабораторная работа № 14. Изучение треков заряженных частиц.	1
15	Лабораторная работа № 15. Моделирование радиоактивного распада.	1
	<b>Количество часов на лабораторно-практические работы:</b>	<b>28</b>

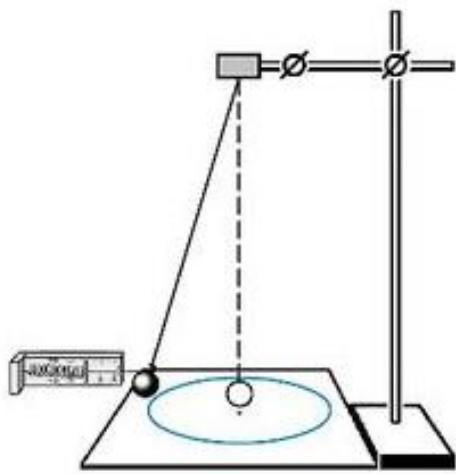
## Лабораторная работа № 1.

### **Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.**

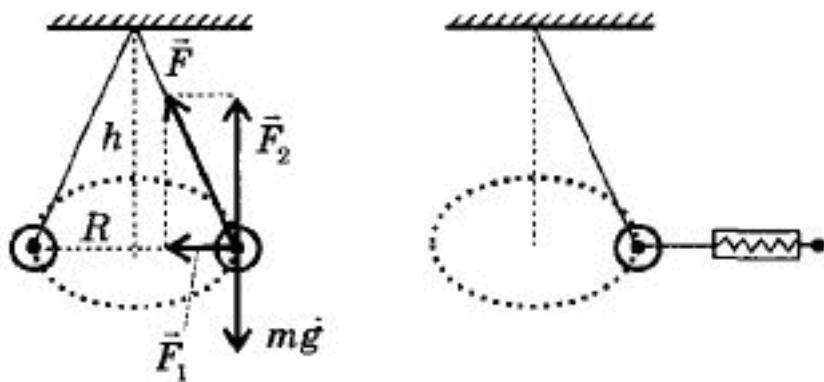
**Цель работы:** определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

#### **Макет штатива**

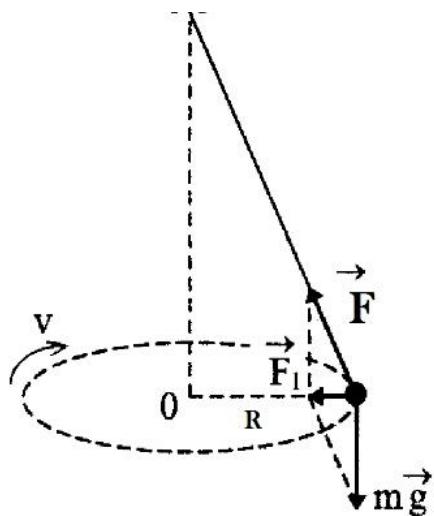


#### **Схематическое изображение**



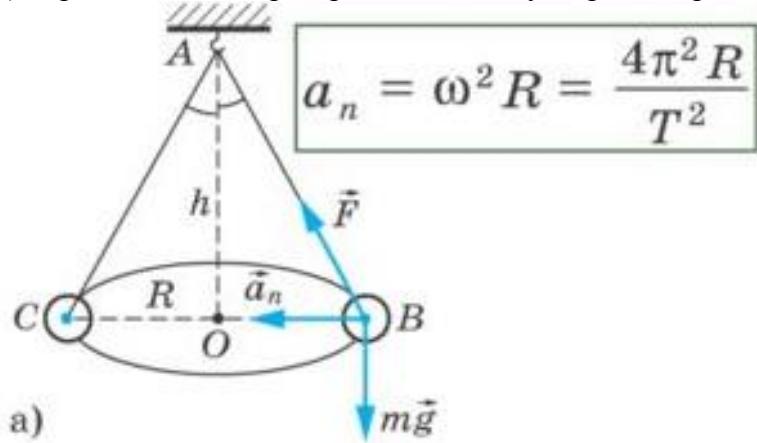
#### **Порядок проведения работы:**

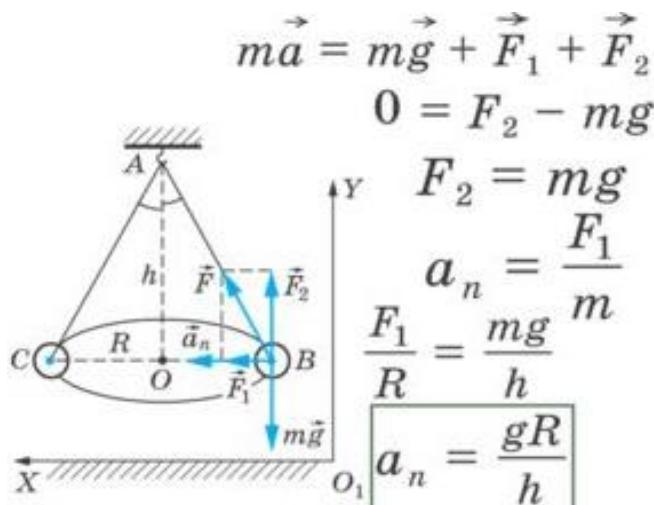
1. Масса шарика  $m = 30$  г. Груз в виде шарика подвесить на нить и зажать нить в лапке штатива.
  2. Вычертить на бумаге окружность радиусом  $R=20$  см.
- Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шарика проходило через центр окружности.
3. Взять нить пальцами у точки подвеса. Привести груз во вращение по нарисованной окружности радиуса  $R$ . Измерить радиус с точностью 1 см.



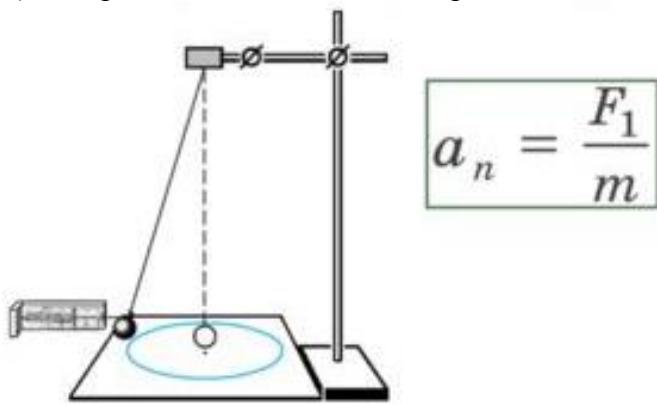
4. Определить время, за которое маятник совершает количество оборотов  $N=30$ .
5. Определить высоту конического маятника  $h$  по вертикали от центра шарика до точки подвеса. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.  $h=60$  см.
6. Найти модуль центростремительного ускорения  $a_n = 4\pi^2 * R / T^2$ ;  $a_{n2} = g * R / h$ ;
7. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности и измерить модуль составляющей  $F_1$ .  
 $F_1 = 0,12$  Н; масса шарика  $m = 30$  г.

a) определение центростремительного ускорения при движении по окружности:





6) измерения силы  $F_1$  динамометром:



8. Результаты измерений занести в таблицу:

R, см	N	$\Delta t$ , с	T, с	h, см	m, г	$a_{n1}, \text{м/с}^2$	$a_{n2}, \text{м/с}^2$	$a_{n3}, \text{м/с}^2$

Вычислить значения модуля центростремительного ускорения  $a_n$ . Формулы для вычислений:

$$T = \Delta t / N;$$

$$a_{n1} = 4 * \pi^2 * R / T^2;$$

$$a_{n2} = g * R / h;$$

$$a_{n3} = F_1 / m$$

9. Результаты вычислений занести в таблицу.

Вывод: Сделать вывод, в котором сравнить три значения модуля центростремительного ускорения.

## Лабораторно-практическая работа № 2

### **«Изучение закона сохранения энергии»**

**Цель: практическим путём сравнить две величины – уменьшение потенциальной энергии прикреплённого к пружине тела при его падении и увеличении потенциальной энергии растянутой пружины.**

#### **Оборудование:**

Динамометр, жёсткость пружины которой равна 40 Н/м, измерительная линейка, набор грузиков, фиксатор, штатив с муфтой и лапкой.

#### **Теория:**

В замкнутой механической системе сумма механических видов энергии (потенциальной и кинетической энергии, включая энергию вращательного движения) остается неизменной.

$$W_n + W_k + W_{bp} = W_{\text{полн}} = \text{const}$$

где:

$W_n$  — Потенциальная энергия тела, энергия положения (Джоуль),

$W_k$  — Кинетическая энергия тела, энергия движения (Джоуль),

$W_{bp}$  — Энергия вращения тела (Джоуль),

#### **Ход работы:**

1. Груз из набора прочно укрепите на крючке динамометра.
2. Поднимите грузик рукой, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
3. Отпустите грузик. Падая, грузик растянет пружину. Снимите грузик и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины.
4. Повторите опыт 3 раза.
5. Подсчитайте по формулам:

$$E_{1\text{ cp}} = mgh_{\text{cp}} \quad E_{2\text{cp}} = kx^2 / 2$$

6. Результаты занесите в таблицу:

№					
п/п	m, кг	h, м	$E_{1\text{ cp}}, \text{Дж}$	$L, \text{м}$	$E_{2\text{cp}}, \text{Дж}$

Записать вывод работы:

#### **Отчёт о работе:**

1. Провести расчёты по панну проведённой работы и сделать вывод.
2. Ответить на контрольные вопросы:

- понятие энергии,
- виды энергии,
- закон сохранения энергии,

- единица измерения энергии,
- использование энергии в вашей производственной деятельности на практике.

## Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

### Лабораторная работа № 3.

#### **Тема: Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.**

**Цель работы:** определить ускорение свободного падения при помощи универсального маятника.

#### Введение

Целью данной работы является измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятника, где физический маятник - тело, совершающее под действием силы тяжести колебания вокруг неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр тяжести тела, а математический маятник может быть осуществлен в виде тяжелого груза, достаточно малых размеров, подвешенный на нити. Колебания – движения, обладающие той или иной степенью повторяемости.

#### **Описание лабораторной установки и методики измерений**

Будем измерять период и время колебания маятников, с помощью маятника универсального FPM-04. Установка состоит из: штатива, на котором подвешен маятник, фотоэлектронной пары, фиксирующей количество и время колебаний.

#### **Принципиальная схема:**



Физический  
(маятник - стержень)

Математический  
(груз на нити)

## Методика измерений

1. Измерим длину маятника, и отклонив маятник на несколько градусов, отпустим его. После 10 колебаний зафиксируем время колебаний, и повторим опыт несколько раз, меняя длину маятника вычислить ускорение свободного падения из формулы для периода колебаний метаматематического маятника:

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

Для этого необходимо измерить период колебания и длину подвеса маятника. Тогда из формулы (1) можно вычислить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} l \quad (2)$$

**Средства измерения:** 1) часы с секундной стрелкой; 2) измерительная лента ( $\Delta_s = 0,5$  см).

**Материалы:** 1) шарик с отверстием; 2) нить; 3) штатив с муфтой и кольцом.

### Порядок выполнения работы:

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3—5 см от пола.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5 – 8 см и отпустите его.

3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.

4. Измерьте время  $\Delta t$  40 полных колебаний (N).

5. Повторите измерения  $\Delta t$  (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение  $\Delta t_{cp}$

6. Вычислите среднее значение периода колебаний  $T_{cp}$  по среднему значению  $\Delta t_{cp}$ .

7. Вычислите значение  $g_{cp}$  по формуле:

$$g_{cp} = \frac{4\pi^2}{T_{cp}^2} l \quad . (3)$$

8. Полученные результаты занесите в таблицу:

Номер опыта	l, м	N	$\Delta t$ , с	$\Delta t_{cp}$ , с	$T_{cp} = \frac{\Delta t_{cp}}{N}$ , с	$g_{cp}, \frac{M}{C^2}$

9. Сравните полученное среднее значение для  $g_{cp}$  со значением  $g=9,8 \frac{m}{s^2}$  и рассчитайте относительную погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon_g = \frac{|g_{cp} - g|}{g}$$

### Физический маятник

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

Период колебаний рассчитывается по формуле

$I$  – момент инерции,  
 $T$  – период колебания,  
 $m$  – масса груза,  
 $g$  – ускорение свободного падения,  
 $l$  – длина маятника,  
 $\pi$  – число Пи.

Формула справедлива лишь при малых амплитудных колебаниях.

#### Основные определения и понятия

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой, нерастяжимой нити и совершающая колебание в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.

Физическим маятником называется абсолютно твердое тело, совершающее колебания под действием силы тяжести вокруг горизонтальной оси, не проходящей через его центр тяжести.

#### Основные законы и соотношения физики, используемые в опытах

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

Период колебаний математического маятника

где  $l$  - длина маятника;

$g$  - модуль ускорения свободного падения.

Период колебаний физического маятника

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

где  $J$  - момент инерции маятника относительно оси качаний (точки подвеса);

$m$  - его масса;

$l$  - расстояние от центра тяжести до оси качаний.

Величину  $L = J/(ml)$  называют приведенной длиной физического маятника. Она равна длине такого математического маятника, период колебаний которого совпадает с периодом данного физического маятника.

### Расчётные формулы

$$g = 4\pi^2 L/T$$

Абсолютная погрешность ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right), \text{ т.к.}$$

Окончательный результат с записью средних абсолютных погрешностей косвенных измерений

$$g = \bar{g} \pm \Delta g$$

**Таблица 1: Математический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				

4				
5				
6				

$$\Delta l=0.0005 \text{ м}, \Delta t=0.001 \text{ с}$$

**Таблица 2: Физический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				
4				

$$\bar{t} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 t_i$$

Среднее значение времени

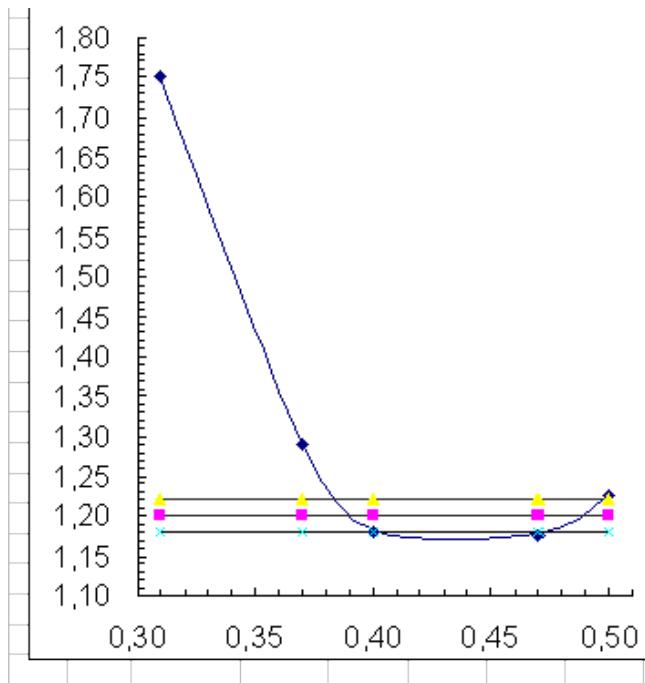
$$\bar{g} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 g_i \quad (\text{м/с}^2)$$

Среднее значение ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right) \quad (\text{м/с}^2)$$

Построить кривую зависимости T от длины l при разных значениях T для физического маятника.

(примерный вид графика)



### Вывод:

Сделать вывод по работе.

## Лабораторно-практическое занятие № 4

### по теме «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Теория:

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества – жидкости, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

$$m_0 = \frac{M}{N_A}.$$

Масса одной молекулы  $m_0$  выражается формулой

$$v = \frac{M}{N_A}.$$

Количеством вещества  $v$  называется отношение числа молекул  $N$  к числу Авогадро  $N_A$ :

Концентрацией молекул  $n$  называется отношение числа молекул  $N$  в объеме  $V$  к этому объему  $V$ :

$$n = \frac{N}{V}.$$

Давление  $p$  можно выразить следующей формулой

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$$

Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT, \quad \text{где } k \text{—постоянная Больцмана.}$$

Средняя кинетическая энергия

уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}.$$

где — универсальная газовая постоянная.

Задача:

Какой объем занимают 100 моль ртути?

Дано:  $\mu = 0,2 \text{ кг/моль}$ ,  $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $v = 100 \text{ моль}$ . Найти:  $V$

Решение.

$$m = \rho V = \mu v; \quad V = \frac{\mu v}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

Ответ:  $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$ .

**Задания:**

1. Определите массу молекулы воды.
2. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
4. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
5. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
6. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?
8. Объем 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении  $10^5 \text{ Па}$  равен  $V_1$ . Чему равен объем 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?
9. Определите массу воздуха в классной комнате размерами  $5 \times 12 \times 3 \text{ м}$  при температуре  $25^0 \text{ C}$ . Принять плотность воздуха равной  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
10. Если положить овощи в соленую воду, то через некоторое время они становятся солеными. Какое явление объясняет этот факт?

**Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2014 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике.2014 г

### **Лабораторно-практическое занятие № 5 (1 часть)**

#### **«Исследование последовательного соединения проводников»**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух последовательно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, 3 вольтметра, амперметр, 2 реостата, соединительные провода.

#### **Теория:**

1. сила тока во всех последовательно соединенных участках цепи одинакова  
 $I=I_1+I_2$
2. напряжение в цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме напряжений на каждом участке  $U=U_1+U_2$
3. сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме сопротивлений каждого участка  $R=R_1+R_2$

#### **Ход работы:**

1. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.
2. Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

#### **Задания:**

V

$R_1$

$R_2$

$V_1$

V

3. Запишите показания амперметра и трех вольтметров.
4. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:
  - сопротивление первого резистора  $R_1 = U_1 / I$
  - сопротивление второго резистора  $R_2 = U_2 / I$
  - общее сопротивление цепи по двум формулам  $R_{\text{экв}} = U / I$
 и  $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2$
5. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

U, В	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	I, А	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>общ</sub> = U/I, Ом	R <sub>общ</sub> = R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub> , Ом

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

- Произвести все расчёты лабораторной работы.
- Сделать вывод работы.
- Способ подключения амперметра, вольтметра.
- Единицы измерения силы тока, напряжения.
- Закон Ома для участка цепи.
- Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при параллельном соединении проводников.

### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2014 г.

## Лабораторно-практическое занятие № 5 (2 часть)

### «Исследование параллельного соединения проводников»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух параллельно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, вольтметр, 3 амперметра, 2 реостата, соединительные провода.

### Теория:

1. сила тока в неразветвленном участке цепи равна сумме сил токов во всех параллельно соединенных участках

$$I = I_1 + I_2$$

2. напряжение на всех параллельно соединенных участках цепи одинаково

$$U = U_1 + U_2$$

3. при параллельном соединении сопротивлений складываются величины, обратные сопротивлению: ( $R$ -сопротивление проводника,  $1/R$  – электрическая проводимость проводника)

Если в цепь включены параллельно только два сопротивления, то:

$$R_{общ} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$$

### Ход работы:

1. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.

### **А Задания:**

### **В Задания:**

$A_{11}$

$R_1$

$A_2$

$R_2$

Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

2. Запишите показания трех амперметров и вольтметра.
3. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:

- 1 участка  $R_1 = U / I_1$
- 2 участка  $R_2 = U / I_2$
- общее сопротивление по двум формулам:

$$R_{\text{общ}} = U / I \quad \text{и} \quad R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$$

4. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

$I, A$	$I_1, A$	$I_2, A$	$U, B$	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_{\text{общ}} = U/I, \text{Ом}$	$R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2), \text{Ом}$

5. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод.

### **ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Метод измерения силы тока, напряжения.
4. Единицы измерения силы тока, напряжения, сопротивления.
5. Закон Ома для участка цепи.
6. Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при последовательном соединении проводников.

### **Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторно-практическое занятие № 6

### «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** измерить мощность лампочки накаливания.

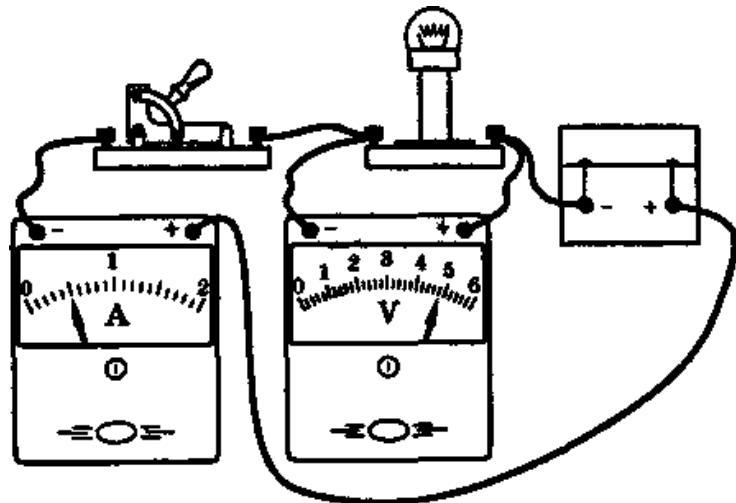
**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, лампочка, амперметр, вольтметр, соединительные провода.

#### Теория:

При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока  $A = I \cdot U \cdot \Delta t$ . Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. Любой электрический прибор рассчитан на потребление определённой энергии в единицу времени, поэтому, наряду с работой тока, очень важное значение имеет мощность тока. Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени.  $P = A / \Delta t = I \cdot U = U^2 / R$ . Мощность измеряется в Ваттах. На большинстве приборов указана потребляемая ими мощность.

#### Ход работы:

1. Собрать цепь по рисунку:



2. Начертите схему в тетради.
3. Записать показания вольтметра и амперметра.
4. Рассчитать мощность лампочки по формуле:  $P = UI^*$
5. Оформить лабораторную работу в виде задачи.

$P = ?$

#### РЕШЕНИЕ

$I =$

$U =$

## 6. Сделайте вывод по работе.

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Способ подключения амперметра, вольтметра.
4. Единицы измерения силы тока, напряжения, мощности.
5. Законы постоянного тока.
6. Использование постоянного и переменного тока в жизни и в производственной деятельности.
7. Формулы вычисления мощности лампы накаливания.

### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторная работа № 7.

### Тема: Наблюдение действия магнитного поля на ток.

**Цель работы:** убедиться в том, что однородное магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие; определение магнитной индукции в воздушном зазоре постоянного магнита.

**Оборудование:** проволочный моток, штатив, источник постоянного тока, сопротивление (резистор), соединительные провода, дугообразный магнит, амперметр, ключ.

### 1. Теоретические основы работы

На элемент  $d\ell$  проводника с током  $I$ , находящегося в магнитном поле с индукцией  $B$  (рис.1), действует сила  $dF$ , значение которой определяется законом Ампера:

$$dF = I [d\ell \cdot B]. \quad (1)$$

На прямолинейный проводник длиной  $b$  с током  $I$ , расположенный перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля действует сила, значение которой находится интегрированием (1) по длине проводника:

$$F_A = \int dF = I B b \quad (2)$$

где  $I$  - сила тока в проводнике;  $b$  - длина проводника;  $B$  - магнитная индукция.

В технике широко используются приборы, в которых магнитное поле создается в малом кольцевом зазоре 1 постоянными магнитами 2 и 4 (рис. 2). В пределах зазора линии магнитного поля направлены радиально, а значение магнитной индукции зависит только от расстояния до точки  $O$ . Если в такое магнитное поле поместить рамку 3 с током  $I$ , свободно вращающуюся вокруг оси  $O$ , то на нее будет действовать пара сил Ампера.

Момент этих сил относительно оси вращения  $O$  зависит от значения магнитной индукции в тех точках пространства, где расположены стороны рамки параллельные оси вращения, от силы тока в рамке, ее геометрических размеров, числа витков  $N$  намотанного на нее провода, но не зависит от угла поворота рамки:

$$M = F_A a N, (3)$$

где  $M$  - момент сил Ампера относительно оси вращения;  $F_A$  - сила Ампера;  $N$  - число витков,  $a$  - ширина рамки.

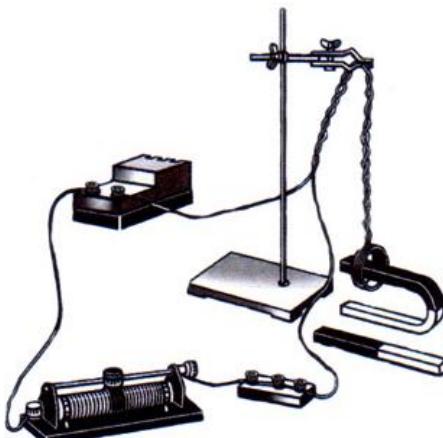
Из (2) и (3) имеем

$$M = 18 b a N, (4)$$

где  $b$  - длина рамки.

Если момент сил Ампера  $M_{(A)}$ , приложенный к рамке 1 (рис. 3), уравновесить моментом силы тяжести  $mg$ , действующей на стрелку 2, жестко связанную с рамкой, то значение момента сил Ампера можно определить по углу поворота  $\alpha$  рамки, при котором достигается механическое равновесие:

$$M_{(A)} = M_{(mg)} (5)$$



#### Проведение эксперимента и обработка результатов:

1. Подвесьте проволочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с сопротивлением, амперметром, ключом. Зарисуйте рис.1

2. Замыкая цепь, поднесите магнит к витку северным полюсом. Пронаблюдайте движение мотка.

Обратите внимание на направление тока (условно принято за направление тока движение зарядов от «+» к «-»).

3. Зарисуйте (рис.2), указав направление движение мотка:

- Укажите движение мотка относительно магнита.

- Измените направление магнитного поля, т.е. внесите магнит южным полюсом.

- Зарисуйте и **укажите движение мотка**.

4. Измените направление тока в витке, магнит внесите северным полюсом. Пронаблюдайте движение витка и зарисуйте (рис.3). **Укажите направление движения витка**

5. Магнит внесите южным полюсом при том же направлении тока. **Укажите направление движения витка**.

6. Запишите правило правой руки для соленоида (катушки с большим числом витков): *если обхватить соленоид ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида. (большой палец покажет, где северный полюс магнитного поля, созданного током в соленоиде)*



7. Магнитное поле тока взаимодействует с магнитным полем магнита по закону: *разноименные магнитные полюсы притягиваются, одноименные – отталкиваются*.

Рис.2. Рамка с током в радиальном магнитном поле

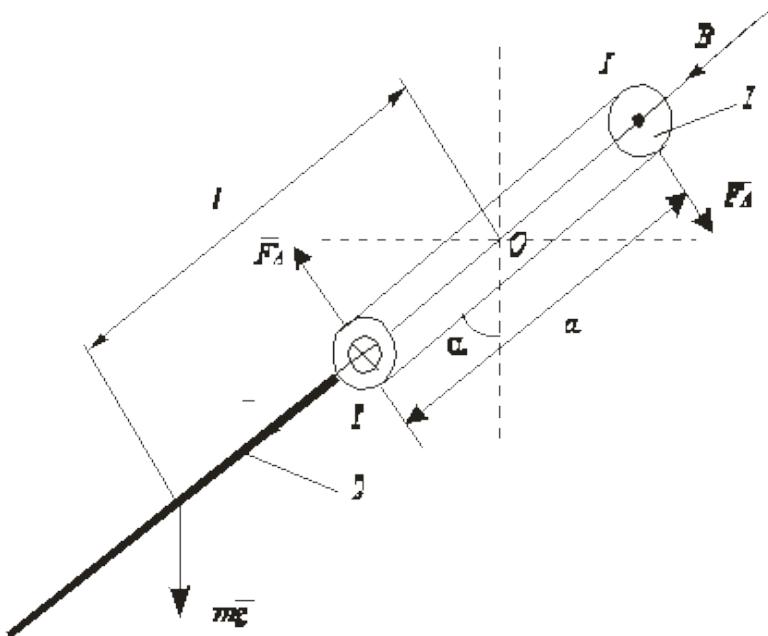


Рис. 3 Момент силы тяжести уравновешивает момент силы ампера

Из (4) и (5) и рис. 3 следует:

$$F_A a N = I B b a n = m g l \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $I$  - сила тока в рамке,  $B$  - магнитная индукция,  $a$  - ширина рамки,  $b$  - длина рамки,  $l$  - расстояние от центра масс стрелки до оси вращения рамки,  $m$  - масса стрелки,  $N$  - число витков рамки,  $\alpha$  - равновесный угол поворота рамки.

Из (6) следует:

$$F_A = \frac{m g l}{a N} \sin \alpha, \quad (7)$$

## 2. Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой амперметр магнитоэлектрической системы, в котором измерительная рамка находится в радиальном поле постоянных магнитов, как это показано на рис. 2. На стрелке прибора, в отсутствие тока занимающей вертикальное положение, закреплена тонкая металлическая трубочка. Измерительная шкала амперметра заменена транспортиром для измерения углов отклонения стрелки.

Для учета методической погрешности, связанной с наличием момента упругих сил  $M_y$ , возникающих в подвеске рамки при ее повороте, необходимо поставить корпус прибора на левую боковую грань и измерить угол  $b$  отклонения груза от вертикали. По углу  $b$  можно определить коэффициент жесткости подвески  $k$ .

Так как  $M_y = k b$ , то при равновесии рамки с грузом момент силы тяжести равен моменту упругих сил:

$$m g l \cos b = k b.$$

Отсюда

$$k = \frac{m g l \cos b}{b}.$$

С учетом момента упругих сил выражение (6) принимает вид

$$F_A a N = m g l \sin a + k a, \quad (8)$$

а выражение (7) -

$$F_A = \frac{m g l \sin \alpha}{a N} + \frac{m g l \cos \beta}{a N \beta} \alpha. \quad (9)$$

Из (2) и (9) получим выражение для расчета магнитной индукции:

$$B = \frac{m g l}{I N a b} \left( \sin(\alpha) + \frac{\alpha}{\beta} \cdot \cos(\alpha) \right) \quad (10)$$

### 3. Порядок выполнения работы.

1. Заполните табл. 1 спецификации измерительных приборов.
2. Измерьте зависимость угла  $a$  отклонения груза (поворота рамки) от силы тока  $I$  в рамке:
  - подключите модуль лабораторной работы соединительным кабелем к источнику питания. Регулятор напряжения на источнике питания установите в крайнее левое положение;
  - к нижнему штекерному разъему модуля подсоедините прибор для измерения силы тока в рамке;
  - произведите измерение силы тока в рамке для углов отклонения от 5° до 45°. Результаты измерений запишите в табл. 2.
  - выключите электропитание. Положите модуль лабораторной работы на левую боковую грань и измерьте угол  $b$  отклонения груза от горизонтали, результат измерений запишите после табл. 2.

Таблица 1: Спецификация измерительных приборов

Название прибора и его	Пределы измерения	Цена деления	Инструментальная погрешность

тип			

Таблица 2: Зависимость угла отклонения от силы тока в рамке

№	$I, A$	$a^\circ$	$F_A, H$

#### 4. Обработка результатов измерений

1. По данным табл. 2 рассчитайте по формуле (9) значения силы Ампера и результаты запишите в ту же таблицу.
2. Постройте график зависимости силы Ампера от силы тока в рамке, проведя через экспериментальные точки прямую, выходящую из начала координат.
3. Используя выражение (2) найдите по тангенсу угла наклона прямой на графике значение магнитной индукции  $B$  в воздушном зазоре постоянного магнита.
4. Рассчитайте погрешность измерения  $DF_A$  и  $DB$ , запишите окончательный результат в стандартной форме.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Запишите закон Ампера для силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.
2. Запишите условие равновесия рамки с учетом момента упругих сил.
3. Какова зависимость силы Ампера от силы тока в рамке?
4. Каким образом в данной лабораторной работе можно оценить работу сил Ампера?

## Лабораторная работа № 8.

### Тема: Изучение явления электромагнитной индукции.

**Цель работы:** изучение явления электромагнитной индукции.

**Оборудование:**

1. Миллиамперметр.
2. Магнит.
3. Катушка-моток.
4. Источник тока.
5. Реостат.
6. Ключ.
7. Катушка от электромагнита.
8. Соединительные провода.

### Теория

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление **электромагнитной индукции**.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

**Явление электромагнитной индукции** заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют **индукционным**.

В электрической цепи (рисунок 1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита, так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рисунок 1.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная э. д. с.

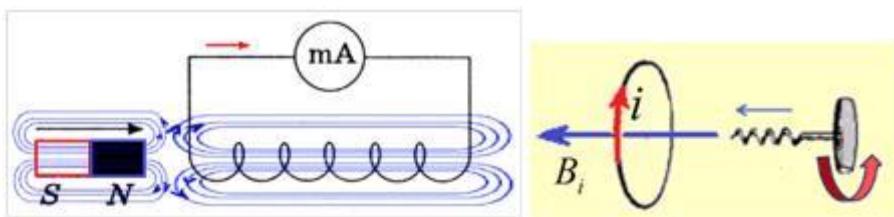


Рисунок 2.

Фарадей экспериментально установил, что *при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции  $E_{\text{инд}}$ , равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:*

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Эта формула выражает **закон Фарадея: э. д. с. индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.**

Знак минус в формуле отражает **правило Ленца**.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется **правилом Ленца: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.**

При возрастании магнитного потока  $\Phi > 0$ , а  $\mathcal{E}_{\text{инд}} < 0$ , т.е. э. д. с. индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

**При уменьшении магнитного потока**  $\Phi < 0$ , а  $\epsilon_{\text{инд}} > 0$ , т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

**Правило Ленца** имеет глубокий **физический смысл** – оно выражает закон сохранения энергии: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыта направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 2.

На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 1 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и ток будет течь справа налево.



Рис. 1. Экспериментальное оборудование

### Опыт 1.

Собрать схему: присоединить моток-катушку к миллиамперметру и используется магнит, который необходимо приближать или удалять от катушки.

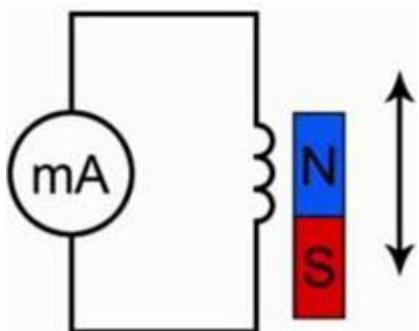


Рис. 2. Эксперимент 1

Подумайте над тем, как объяснить наблюдаемое явление:

Каким образом влияет магнитный поток на то, что происходит, в частности происхождение электрического тока. Для этого посмотрите на вспомогательный рисунок.

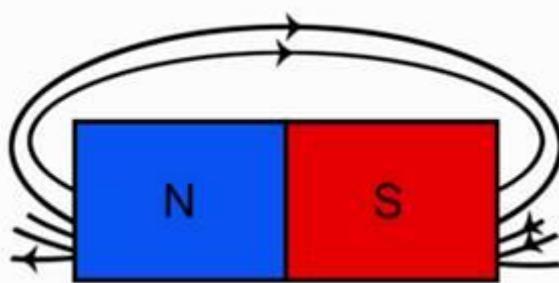


Рис. 3. Линии магнитного поля постоянного полосового магнита

Обратите внимание, что линии магнитной индукции выходят из северного полюса, входят в южный полюс. При этом количество этих линий, их густота различна на разных участках магнита. Обратите внимание, что направление индукции магнитного поля тоже изменяется от точки к точке.

**Вывод 1 эксперимента:**

(напишите вывод \_\_\_\_\_)

## Опыт 2.

Следующий этап исследования электромагнитной индукции связан с определением **направления индукционного тока**. О направлении индукционного тока судят по тому, в какую сторону отклоняется стрелка миллиамперметра. Воспользуйтесь дугообразным магнитом и пропишите, что увидите \_\_\_\_\_.

Далее магнит следует двигать в другую сторону, пропишите, что происходит со стрелкой \_\_\_\_\_.

Сделайте вывод, от чего зависит направление и величина индукционного тока \_\_\_\_\_.

## II часть лабораторной работы:

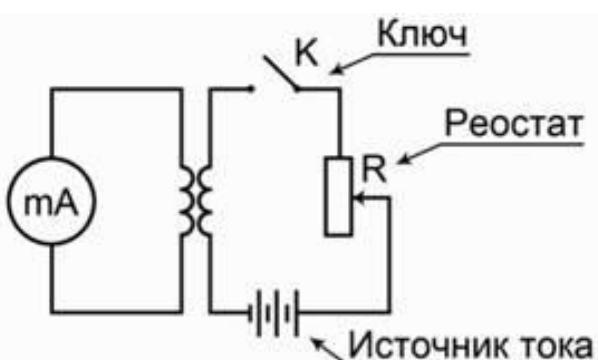


Рис. 4. Эксперимент 2

В схеме изменение магнитного потока необходимо получать не за счет движения постоянного магнита, а за счет изменения силы тока во второй катушке.

**Исследование наличия индукционного тока при замыкании и размыкании цепи.** 1 часть эксперимента: замкнуть ключ.

Пропишите, что происходит с током и стрелкой \_\_\_\_\_.

Прописать вывод данного эксперимента: \_\_\_\_\_.

2 часть эксперимента:

Необходимо проследить, как будет изменяться индукционный ток, если менять величину тока в цепи за счет реостата. Если изменять электрическое сопротивление в цепи, то, следуя закону Ома \_\_\_\_\_.

Сделать вывод по 2 части эксперимента.

### **Генератор**

В заключение лабораторной работы необходимо посмотреть на то, как создается индукционный электрический ток в генераторе электрического тока.

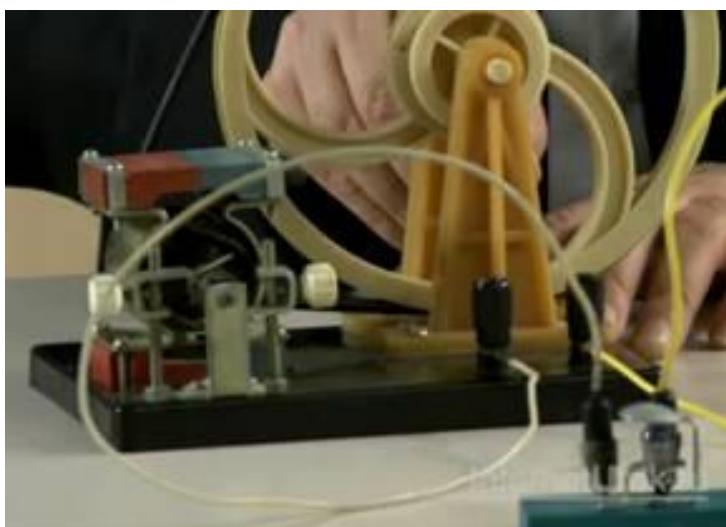


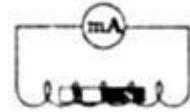
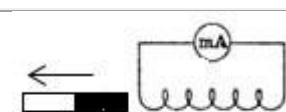
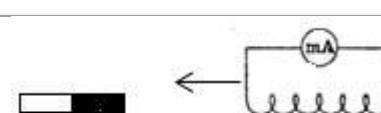
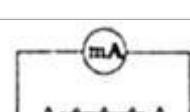
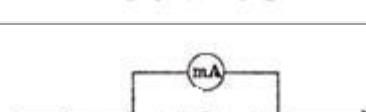
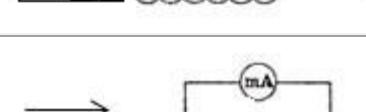
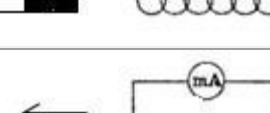
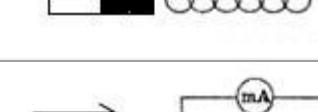
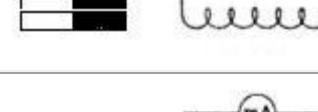
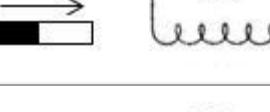
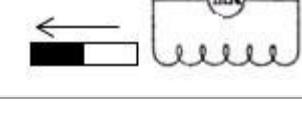
Рис. 5. Генератор электрического тока

Главная его часть – это магнит, а внутри этих магнитов располагается катушка с определенным количеством намотанных витков. Если теперь вращать колесо этого генератора в обмотке катушки будет наводиться индукционный электрический ток.

**Вывод:** что видно из эксперимента \_\_\_\_\_.

**Подготовьте для отчета таблицу и по мере проведения опытов заполните её.**

		<b>Направления отклонения стрелки мА</b>	<b>Направление индукционного тока</b>
	<b>Показания</b>		

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	mA	(вправо, влево или не отклоняется)	(по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

## Лабораторно-практическое занятие № 9

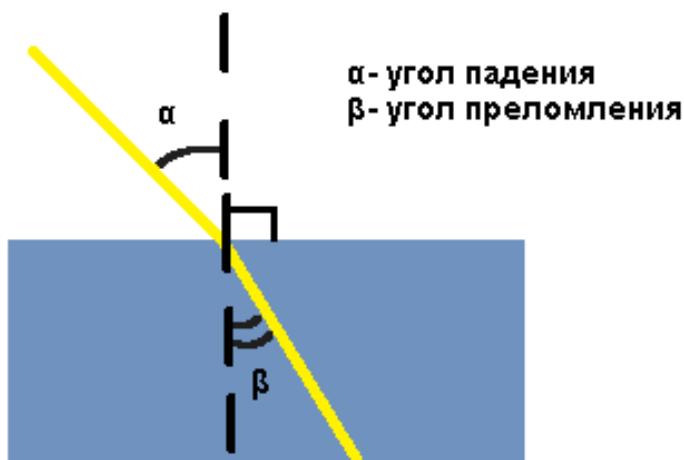
### «Измерение показателя преломления стекла»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить показатель преломления плоскопараллельной пластины.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** плоскопараллельная пластина, транспортир

#### Теория:

**Преломление света** — явление, при котором луч света, переходя из одной среды в другую, изменяет направление на границе этих сред.



Преломление света происходит по следующему закону:  
Падающий и преломленный лучи и перпендикуляр, проведенный к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

где  $\alpha$  — угол падения,

$\beta$  — угол преломления,

$n$  — постоянная величина, не зависящая от угла падения.

При изменении угла падения изменяется и угол преломления. Чем больше угол падения, тем больше угол преломления. Если свет идет из среды оптически менее плотной в более плотную среду, то угол преломления всегда меньше угла падения:  $\beta < \alpha$ .

Луч света, направленный перпендикулярно к границе раздела двух сред, проходит из одной среды в другую **без преломления**.

### Ход работы:

1. Положите пластинку на лист и обведите карандашом её контуры.
2. Проведите произвольный падающий луч и перпендикуляр в точку падения.
3. Глядя через нижнее основание пластины на падающий луч, отметьте две точки, откуда выходит луч.
4. Уберите стекло и проведите преломленный луч.
5. С помощью транспортира определите углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ .
6. Используя закон преломления, найдите относительный показатель преломления стекла.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

7. Сравните полученный результат с табличным значением ( $n=1,6$ ) и сделайте вывод.

### **ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Законы преломления света.
4. Закон прямолинейного распространения света.
5. Единица измерения показателя преломления света.

### **Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

## **Лабораторная работа № 10.**

**Тема: Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.**

**Цель работы:** определить фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

**Оборудование:** линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, содержащим букву, источник тока, ключ, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

### **Вопросы для допуска к работе:**

1. Линзой называется \_\_\_\_\_
2. Тонкая линза – это \_\_\_\_\_
3. Покажите ход лучей после преломления в собирающей линзе.
4. Запишите формулу тонкой линзы.
5. Оптическая сила линзы – это \_\_\_\_\_  $D = \text{_____}$
6. Как изменится фокусное расстояние линзы, если температура ее повысится?
7. При каком условии изображение предмета, получаемое с помощью собирающей линзы, является мнимым?
8. Источник света помещен в двойной фокус собирающей линзы, фокусное расстояние которой  $F = 2 \text{ м}$ . На каком расстоянии от линзы находится его изображение?
9. Постройте изображение в собирающей линзе. Дайте характеристику полученному изображению.

### **Ход работы (1 часть)**

1. Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
2. Поставьте лампочку на один край стола, а экран – у другого края. Между ними поместите собирающую линзу.
3. Включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое, уменьшенное изображение светящейся буквы колпачка лампочки.
4. Измерьте расстояние от экрана до линзы в мм.  $d = \text{_____}$
5. Измерьте расстояние от линзы до изображения в мм.  $f = \text{_____}$
6. При неизменном  $d$  повторите опыт еще 2 раза, каждый раз заново получая резкое изображение.  $f_1, f_2, f_3$
7. Вычислите среднее значение расстояния от изображения до линзы.

$$f_1 + f_2 + f_3 = \text{_____}$$

$$8. \text{ Вычислите оптическую силу линзы } D = \text{_____}$$

$$9. \text{ Вычислите фокусное расстояние до линзы. } F = \text{_____}$$

10. Результаты вычислений и измерений занесите в таблицу:

№ опыта	$f \cdot 10^{-3}$ , м	$f$ , м	$d$ , м	$D$ , дптр	$D$ , дптр	$F$ , м

## 2 часть работы:

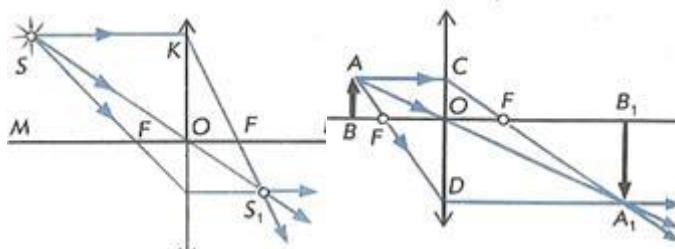
Проверить пригодность формулы тонкой линзы для вашей линзы и определить оптическую силу и фокусное расстояние линзы.

**Оборудование:** Измерительная лента, собирающая линза, лампочка на подставке, источник тока, выключатель, экран, соединительные провода, скотч, линейка, металлическая подставка.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D \quad (1)$$

**Теоретическое обоснование:** Формула тонкой линзы имеет вид:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$  (1), где  $d$  – расстояние от линзы до объекта,  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $F$  – фокусное расстояние линзы,  $D$  – оптическая сила линзы.

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы  $D$  при различных значениях  $d$  и  $f$ , найти абсолютные погрешности измерения  $D$  и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.



то изображение будет увеличенным (рис.1), если расстоянии  $f < d < 2f$ ,

Это можно сделать, измерив расстояния  $d$  от предмета до линзы и расстояния  $f$  от линзы до реального изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние  $f < d < 2f$ , то уменьшенным (рис. 2).

Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Рис. 1

Рис. 2

## **Проведение работы:**

1. Положить измерительную ленту вдоль середины стола и закрепить ее концы скотчем.
2. Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель. **Лампочку включать только на время проведения эксперимента!**
3. Положить металлическую подставку под измерительную ленту на краю стола и установить на ней экран, так чтобы измерительная лента проходила под экраном.

4. Вам необходимо провести три эксперимента, так чтобы лампочка располагалась на трех различных расстояниях от экрана. Рекомендуемые расстояния  $\approx 20 - 25$  см,  $40 - 50$  см,  $90 - 100$  см. Поставить лампочку на определенном расстоянии от экрана и включить. Передвигая линзу по измерительной ленте до тех пор пока не будет получено резкое изображение светящейся перевернутой спирали лампочки.

5. Измерить расстояния  $d$  и  $f$ , как можно точнее, это важно для получения правильного результата. Данные занести в таблицу.

Номер опыта	<b>d</b> (от лампы до линзы), мм	<b>f</b> (от линзы до экрана), мм	<b>D</b> оптическая сила, дптр	Абс. погр. <b>ΔD</b>
1				
2				
3				

6. Рассчитать по формуле (1) оптическую силу  $D$ .

7. Абсолютную погрешность  $ΔD$  измерения оптической силы линзы вычислить по формуле:

$$\Delta D = \frac{\Delta d}{d^2} + \frac{\Delta f}{f^2}$$
, где  $\Delta d$  и  $\Delta f$  абсолютные погрешности измерения  $d$  и  $f$ . Эти погрешности составляют  $\Delta d = \Delta f = 1,5$  мм. (0,5 мм при определении положения спирали лампочки и плоскости экрана и 1 мм при определении оптического центра линзы).

8. Отложить на оси значения  $D$  с интервалами погрешностей для всех трех измерений в масштабе  $D_1 - \Delta D_1 < D < D_1 + \Delta D_1$

$D_2 - \Delta D_2 < D < D_2 + \Delta D_2$

$D_3 - \Delta D_3 < D < D_3 + \Delta D_3$

9. Сделать вывод о справедливости или несправедливости формулы линзы в нашем случае:

10. Если формула не подходит для расчетов сдать работу и уйти домой.

11. В противном случае найти среднее арифметическое значение  $D_{cp}$ .

12. Затем вычислить среднюю арифметическую погрешность  $\Delta D_{cp}$  по формуле

$$\Delta D_{cp} = \frac{|D_1 - D_{cp}| + |D_2 - D_{cp}| + |D_3 - D_{cp}|}{3}.$$

13. Найти относительную погрешность  $D$ :  $\varepsilon_D = \Delta D_{cp} \cdot 100\% / D_{cp}$ .

14. Найти среднее значение фокусного расстояния линзы:  $F_{cp} = 1 / D_{cp}$

15. Так как относительная погрешность оптической силы линзы равна относительной погрешности определения фокусного расстояния:  $\varepsilon_D = \varepsilon_F$ , то абсолютная погрешность  $\Delta F = F_{cp} \cdot \varepsilon_D / 100\%$ .

16. Окончательно  $D = D_{cp} \pm \Delta D_{cp}$

## Лабораторно-практическое занятие № 11, 12

«Измерение длины световой волны»

«Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света»

**ЦЕЛЬ:** *опытным путем вычислить длину световой волны.*

**ОБОРУДОВАНИЕ:** дифракционная решетка, прибор для определения длины световой волны, источник света.

### Теория:

**Дифракционная решётка** — оптический прибор, действие которого основано на использовании явления дифракции света. Представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность. Первое описание явления сделал Джеймс Грэгори, который использовал в качестве решётки птичьи перья. Расстояние, через которое повторяются штрихи на решётке, называют периодом дифракционной решётки. Обозначают буквой  $d$ .

Если известно число штрихов ( ), приходящихся на 1 мм решётки, то период решётки  $d$  находят по формуле:  $d = \sin \alpha = k * \lambda$ , мм.

где

$d$  — период решётки,

$\alpha$  — угол максимума данного цвета,

$k$  — порядок максимума, то есть порядковый номер максимума, отсчитанный от центра картинки,

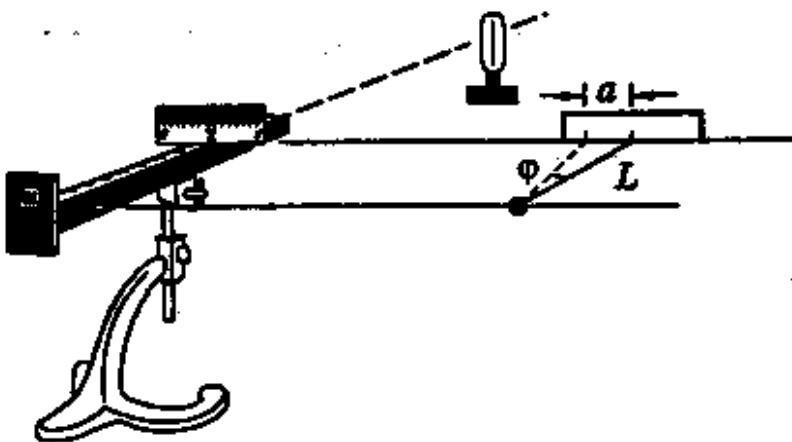
$\lambda$  — длина волны.

Условия интерференционных максимумов дифракционной решётки, наблюдаемых под определёнными углами, имеют вид:

Если же свет падает на решётку под углом  $\theta$ , то:

$$d \{ \sin \alpha + \sin \theta \} = k \lambda$$

### Ход работы:



1. Внимательно изучите дифракционную решетку. Запишите численное значение постоянной решетки  $d$ .
2. В соответствии с рисунком соберите измерительную установку.
3. Установите щель на расстоянии  $L=200$  мм от дифракционной решетки.
4. Определите расстояние  $a$  от середины щели до цветной полосы в миллиметрах (красный и фиолетовый).
5. Рассчитайте длину световой волны.  $D \cdot \sin\varphi = k \cdot \lambda$ ,  $k=1$ , при малых углах  $\sin\varphi=\tan\varphi$ , тогда формула, по которой будем вычислять длину волны имеет вид:

$$\lambda = d * a / L$$

6. Заполните таблицу с полученными данными:

$L$ , мм	$a$ , см	$d$ , м	200

7. Сравните свой результат с табличным, и сделайте вывод к работе.

Красный  $(7,6-6,2)10^{-7}$  м Зеленый  $(5,6-5)10^{-7}$  м

Оранжевый  $(6,2-5,9)10^{-7}$  м Голубой  $(5-4,8)10^{-7}$  м

Желтый  $(5,9-5,6)10^{-7}$  м Синий  $(4,8-4,5)10^{-7}$  м

Фиолетовый  $(4,5-3,8)10^{-7}$  м

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

1. Произвести все расчёты лабораторной работы.
2. Сделать вывод работы.
3. Дать определение дифракционной решётки.
4. Дать характеристику каждой физической величины, входящих в формулу дифракционной решётки.

5. Единицы измерения длины световой волны, периода дифракционной решётки.
6. Определение периода дифракционной решётки.

#### Литература:

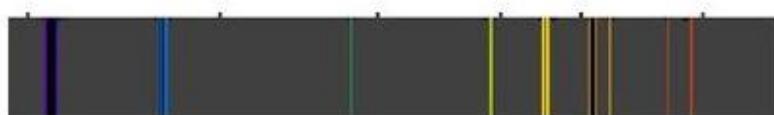
- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

### Лабораторная работа № 13.

#### Тема: Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.

**Цель работы:** Наблюдение сплошного и линейчатого спектров излучения ионизированных газов, выделение основного отличительного признака сплошного и линейчатого спектров.

**Оборудование:** высоковольтный индуктор, источник питания, стеклянная пластина со скошенными гранями, спектральные трубы с водородом, криптон, неоном, гелием, соединительные провода, лампа с вертикальной нитью накала, призма прямого зрения.



#### Теория

##### Дневной свет

Мы видим основные цвета полученного сплошного спектра в следующем порядке: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный. Данный спектр непрерывен. Это означает, что в спектре представлены волны всех длин. Таким образом, сплошные спектры дают тела, находящиеся в твердом или жидкоком состоянии, а также сильно сжатые газы. Очередность цветов в спектре



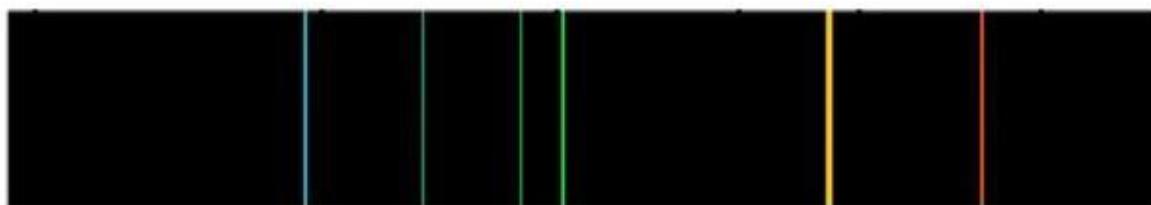
### Водород

Водородный спектр: фиолетовый, голубой, зеленый, оранжевый. Наиболее яркой является оранжевая линия спектра.



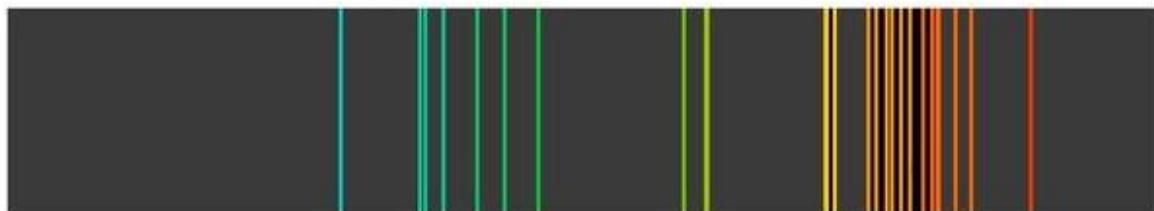
### Гелий

Спектр гелия: голубой, зеленый, желтый, красный. Наиболее яркой является желтая линия спектра.



### Неон

Спектр неона: зеленый, желтый, оранжевый, красный. Наиболее яркой является красная линия.



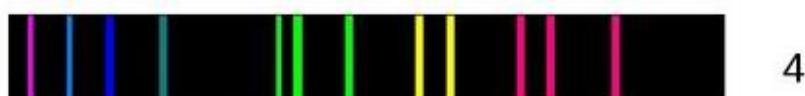
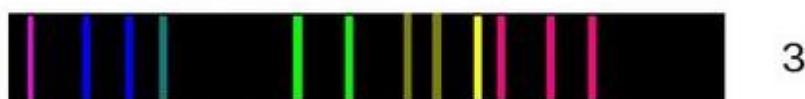
### Криптон

Спектр криптона: синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый. Наиболее яркой является зеленая линия.



**Ответьте на вопросы:**

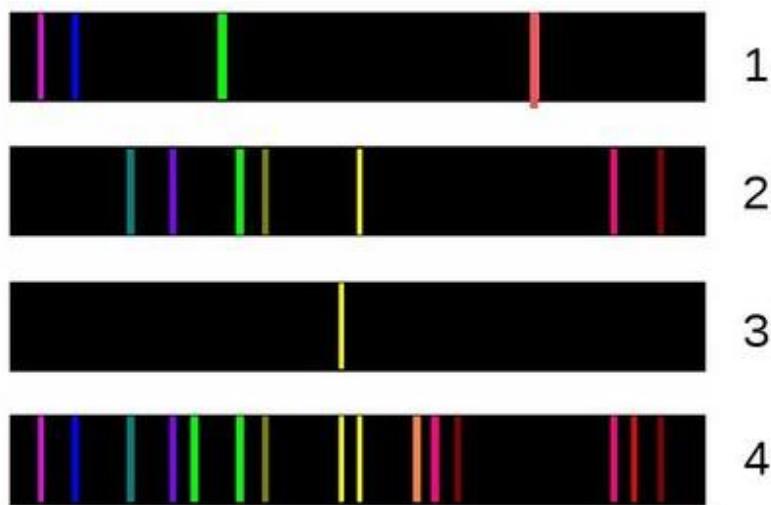
1. В составе какого химического соединения (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



2. В какой смеси газов (спектры 1, 3, 4) содержится гелий (2)?



3. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (3). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ? (4)



**Ход работы:**

1. Расположить пластинку горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол  $45^0$ , наблюдать сплошной спектр.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности. Зарисовать наблюдаемые спектры, дать ему характеристику.
3. Повторить опыт, рассматривая сплошной спектр через грани, образующие угол  $60^0$ . Записать различия в виде спектров.
4. Наблюдать линейчатые спектры водорода, криптона, неона, гелия, рассматривая светящиеся спектральные трубы сквозь грани стеклянной пластины. Записать наиболее яркие линии спектров (наблюдать линейчатые спектры удобнее сквозь призму прямого зрения).
5. Запишите вывод по проделанной работе (все ли вещества в газообразном состоянии дают линейчатые спектры? Какова длина волн?).
6. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.
4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.

Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.
6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

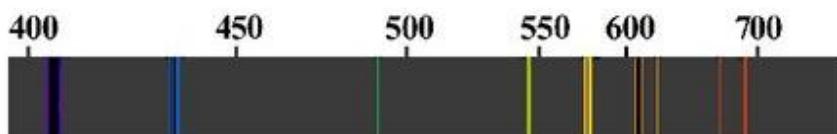
7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

**Дополнительные задания:**

1. Какой спектр представлен на рисунке?

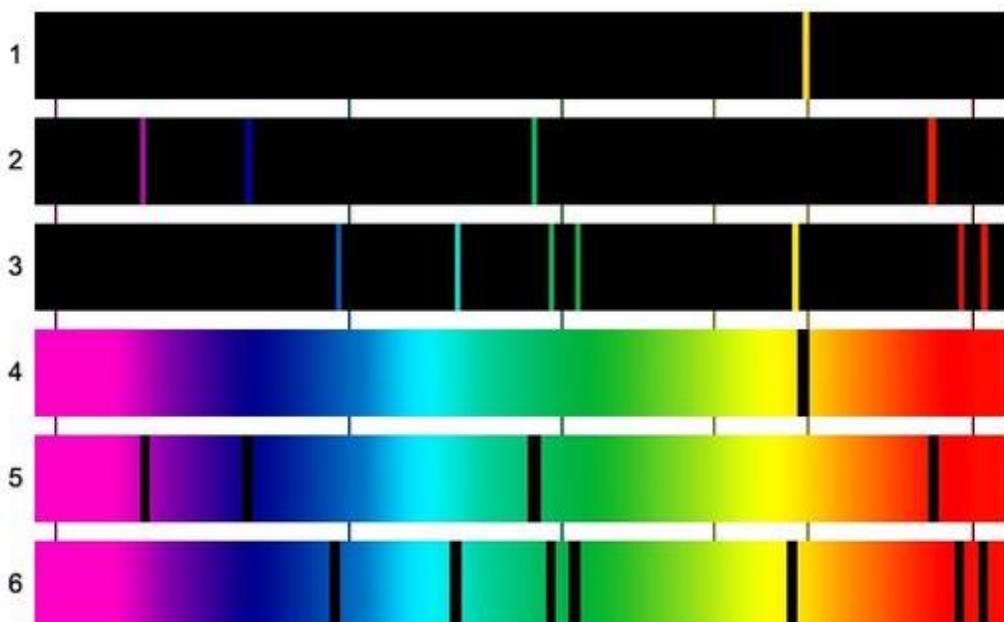


2. В каком агрегатном состоянии находится вещество на изображенном спектре?



3. Содержится ли в смеси газов (спектр 4):

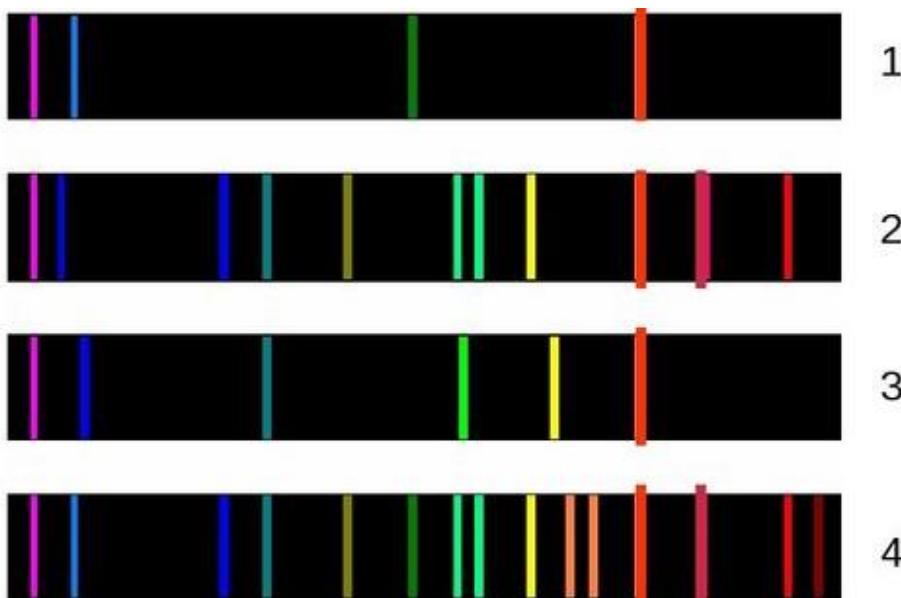
- а) натрий (спектр 1);
- б) водород (спектр 2);
- в) гелий (спектр 3)



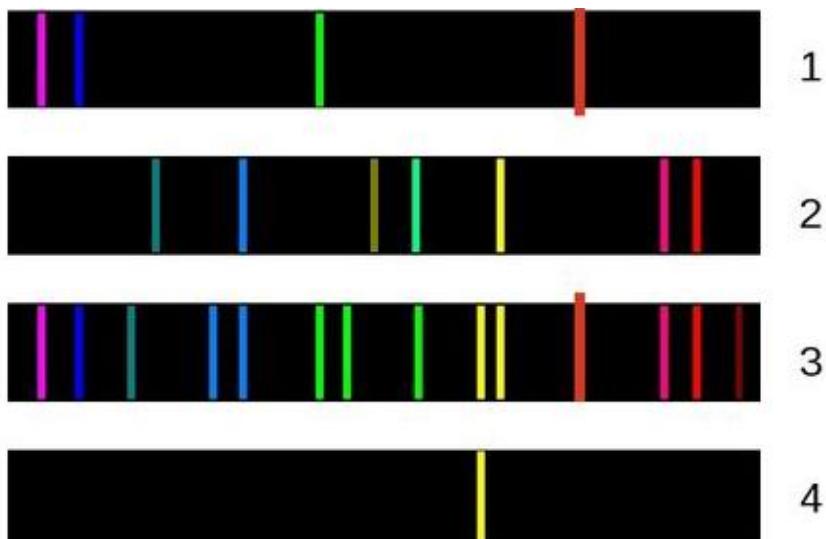
Спектры испускания: 1 - натрия; 2 - водорода; 3 - гелия.

Спектры поглощения: 4 - натрия; 5 - водорода; 6 - гелия.

4. В какой смеси газов (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



5. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (4). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ?



### Контрольные вопросы

1. Какие вещества дают сплошной спектр?
2. Какие вещества дают линейчатый спектр?
3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.
4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?

Ответы для самопроверки:

1. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.



4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.

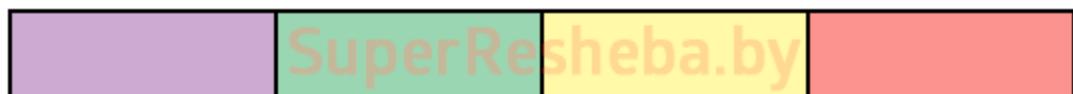


Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

*ответ: Лампа накаливания даёт сплошной спектр, а люминесцентная лампа даёт линейчатый спектр.*

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

*ответ: Фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*



6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

**Водород:**



**Неон:**



*ответ: Водород: фиолетовый, зелёный, красный.*

*Неон: фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*

7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

*Вывод: Спектры практически не отличаются. Единственное отличие — фиолетовый цвет переливается с голубым.*

### **Ответы на контрольные вопросы**

#### **1. Какие вещества дают сплошной спектр?**

*ответ: Нагретые тела, находящиеся в твёрдом и жидкоком состоянии, газы при высоком давлении и плазма.*

#### **2. Какие вещества дают линейчатый спектр?**

*ответ: Те вещества, у которых слабое взаимодействие между молекулами, например достаточно разряжённые газы. Также линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомном состоянии.*

#### **3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.**

*ответ: При нагревании часть молекул газа распадаются на атомы, излучаются кванты с различными значениями энергии, от чего и зависит цвет.*

#### **4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?**

*ответ: Отверстие имеет форму узкой щели для создания картишки. Если отверстие сделать треугольным, то линейчатый спектр станет треугольным и размытым.*

*Выводы: сплошные спектры дают тела в твердом или жидкоком состоянии, а также сильноосжатые газы. Линейчатые спектры дают вещества в атомарном газообразном состоянии.*

## **Лабораторная работа № 14.**

**Тема: Изучение треков заряженных частиц.**

**Цель:** установить тождество заряженной частицы по результатам сравнения ее трека с треком протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле.

**Оборудование:** Готовая фотография двух треков заряженных частиц. I трек — протон, II — частица, которую необходимо идентифицировать; треугольник или линейка с ценой деления 1 мм/дел; циркуль; лист прозрачной бумаги; карандаш.

**Описание работы:** Работа проводится с готовой фотографией треков двух заряженных частиц (один принадлежит протону, другой частице, которую надо идентифицировать). Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Отношение удельных зарядов обратно пропорционально отношению радиусов треков:

$$\frac{q/m}{e/m} = \frac{R_1}{R_2}$$

Для измерения радиуса кривизны трека вычерчивают две хорды и восстанавливают к ним перпендикуляры из центров хорд. Центр окружности лежит на пересечении этих перпендикуляров.

Расчетные формулы:

Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Это можно сделать, измерив радиус кривизны треков на начальных участках и сравнив их.

Для заряженной частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, можно записать:

$$qBv = \frac{mv^2}{R} \text{ или } \frac{q}{m} = \frac{v}{BR}.$$

Отсюда видно, что отношение удельных зарядов частиц равно обратному отношению радиусов треков.



Радиус трека определяется следующим образом: вычерчивают как на рисунке две хорды и восстанавливают к ним в их серединах перпендикуляры. На их пересечении лежит центр окружности. Измеряют их линейкой.

Спецификация измерительного прибора:

Наименование	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная погрешность
линейка	50 см	1 мм	0,5 мм

### Материал для справок:

Удельный заряд электрона:  $1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд протона:  $0,96 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд альфа-частицы:  $0,5 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

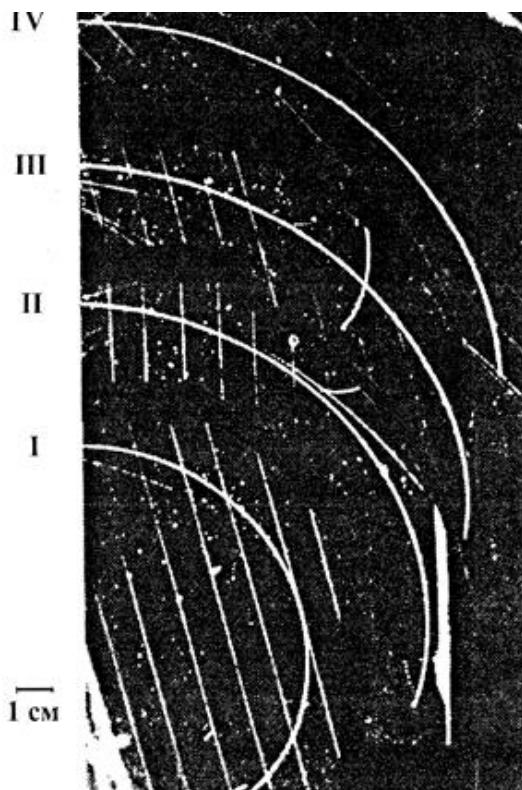
Формула погрешности удельного заряда:

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{\Delta r_1}{r_1} + \frac{\Delta r_2}{r_2},$$

где  $\Delta r_1, \Delta r_2$  – абсолютная погрешность прибора,  $r_1, r_2$  – радиусы треков.

## ХОД РАБОТЫ

1. Рассмотрите фотографии треков. Трек I принадлежит протону, треки II, III и IV – частицам, которые нужно идентифицировать. Вектор индукции магнитного поля перпендикулярен к плоскости фотографии и равняется 2,17 Тл. Начальные скорости всех частиц одинаковы и перпендикулярны к направлению магнитному поля.



2. Наложите на фотографию лист прозрачной бумаги и перенесите на него треки.
3. Для каждого трека проведите две хорды и в их серединах поставьте перпендикуляры. На пересечении перпендикуляров лежат центры кругов.
4. Измерьте радиусы кривизны треков частиц, перенесенных на бумагу, на их начальных участках. Объясните, почему траектории частиц являются дугами кругов. Какая причина разницы в кривизне траекторий разных ядер? Объяснение запишите в тетрадь.
5. Измерьте радиусы кривизны в начале и в конце одного из треков. Объясните почему кривизна траектории каждой частицы изменяется от начала до конца пробега частицы?
6. Объясните причины отличия в толщине треков разных ядер. Почему трек каждой частицы толще в конце пробега, чем в начале? Объяснение запишите в тетрадь.

$$\frac{q}{m}$$

7. Сравните удельные заряды  $\frac{q}{m}$  частицы III и протона I, зная, что начальные скорости частицы и протона одинаковы. Отношение удельных зарядов частиц обратно к отношению радиусов их траекторий, так как.

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{B \cdot R}$$

8. Идентифицируйте частицу III по результатам исследования.

9. Другие треки принадлежат ядрам дейтерия и трития. Выясните, какому именно ядру принадлежит трек II и IV?

Таблица результатов измерений:

Трек №	Радиус, $r$ , мм
1.	
2.	

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{0,5}{m} + \frac{0,5}{m},$$

$$\frac{q}{m} = \frac{q}{m} \text{ эксп.} \pm \Delta \frac{q}{m}$$

#### 10. Вывод по проделанной работе:

Проведя идентификацию заряженной частицы методом сравнения ее трека с треком протона, мы определили, что данная частица является \_\_\_\_\_ (полученный результат).

#### *Содержание отчета*

1. Оформить отчёт в тетради для лабораторно-практических работ, где указать:
  - номер и название лабораторной работы.
  - цель занятия.
2. Сформулировать задание на ЛПЗ.
3. Привести краткие теоретические сведения
4. Кратко описать порядок выполнения задания.
5. Сделать вывод

## **Лабораторная работа № 15.**

### **Тема: Моделирование радиоактивного распада.**

**Цель:** Проверить закон радиоактивного распада и построить график распада.

**Оборудование:** Монетки, банка, поднос.

#### **Последовательность выполнения работы**

1. Отсчитай начальное количество монет  $N_0=128$ , перемешай их в банке и высыпь на поднос. Посчитай число монет, что «не распались», сложи их в банку, перемешай, высыпь на поднос и снова посчитай число монет что «не распались». Опыт проведите 10 раз.
2. Заполни таблицу.

Повтори серию бросков дважды, начиная всегда с  $N_0=128$

3. Построй график зависимости  $N(n)$ , какой соответствует формуле:  
 $N=N_0 \cdot N=N_0$   
Разным сериям могут соответствовать разные цвета. Подберите удобный масштаб.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?
2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?
3. Вывод:

#### **Проверочные ответы на контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?

Период на полураспаде радиоактивного элемента – это время, на протяжении которого распадается половина радиоактивных атомов. Например, есть 100 радиоактивных атомов. В элемента с периодом на полураспаде 1 суток за сутки распадается 50 атомов, и уцелеет 50 атомов. В элементе с периодом до полураспада 1 час 50 атомов распадутся за 1 час. Элемента с периодом на полураспаде 1 суток.

2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?  
Закон радиоактивного распада есть статистическим. Он выполняется для большого количества атомов. Кроме того, предусматривать, какие самые атомы распадаются, невозможно. Можно только указать, какая часть (или сколько процентов) радиоактивных атомов распадается.
3. Вывод:

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СДАЧЕ ЭКЗАМЕНА.**

Овладеть курсом физики – это значит не только понять физические явления и закономерности, но и научиться применять их на практике. Всякое применение общих положений физики для разрешения конкретного вопроса есть решение физической задачи.

**Первый и второй вопрос** представляют собой проверку теоретических знаний. Хорошо справившись с ними, вы получите удовлетворительный или хороший балл. **Третий вопрос** содержит задания практического характера. Если вы правильно решите эту часть – хорошая или отличная оценка гарантирована.

Перед сдачей экзамена повторите главные формулы физики. Вспомните основные физические величины. Чтобы хорошо решить практическую часть, достаточно выучить начальные значения и главные формулы. Заведите тетрадь и выписывайте туда короткие пометки. Страйтесь записывать все мелким почерком, но подробно и разборчиво, чтобы в последствие повторить пройденное. **Значения, записанные от руки, запоминаются гораздо лучше, что было уже неоднократно доказано.**

При подготовке к экзамену обратите внимание на отработку следующих умений и навыков:

1. получение и запись ответа в указанных единицах измерения;
2. округление ответа с указанной в задании точностью;
3. правильное использование понятия «абсолютная величина»;
4. использование справочных данных с указанной точностью;
5. использование единиц Международной системы в расчетных формулах;
6. умение пользоваться кратными дольными приставками;
7. умение проводить измерения с большими и малыми числами, записанными в стандартном виде;
8. проводить наблюдения природных явлений,
9. описывать и обобщать результаты наблюдений,
10. использовать простые измерительные приборы для изучения физических явлений;
11. представлять результаты наблюдений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости;
12. применять полученные знания для объяснения разнообразных природных явлений и процессов, принципов действия важнейших технических устройств, для решения физических задач.

**При изучении отдельных разделов** следует обратить внимание на следующие моменты:

**Раздел «Кинематика».** Свободное падение – это движение под действием ускорения свободного падения как с начальной скоростью, так и без нее. Наиболее распространенной ошибкой является то, что свободное падение воспринимается учащимися как движение **без** начальной скорости с ускорением равным  $g$ .

### **Раздел «Динамика»**

Целесообразно при рассмотрении ситуаций с телом покоящимся в инерциальной системе отсчета ввести преобразование Эйнштейна (Силу инерции  $\mathbf{F}_{\text{инерции}} = -m_{\text{тела}} \mathbf{a}_{\text{системы}}$ )

### **Раздел «МКТ и термодинамика»**

При рассмотрении темы «Реальные жидкости и газы» целесообразно начертить график зависимости  $p(T)$ ,  $\rho(T)$  по данным, приведенным в табл. задачника А.П.Рымкевича и сравнить с графиками идеального газа.

Процесс	Закон	Формула	График зависимости $P, V$	График зависимости $V, T$	График зависимости $P, T$

Изобарный $P=const$	Гей-Люссака	$V/T=const$			
Изотермический $T=const$	Бойля-Мариотта	$P \cdot V = const$			
Изохорный $V=const$	Шарля	$P/T=const$			

А так же рассмотреть процесс перехода из пара в вводу и

### Раздел «Электродинамика»

При анализе цепей постоянного тока рассмотреть задачи, когда в цепь постоянного тока включены конденсатор и полупроводниковые диоды.

### Таблица зависимости характеристик тока при параллельном и последовательном подключении

Последовательное подключение	Параллельное подключение
Сила тока	
$I=I_1=I_2$	$I=I_1+I_2$
Напряжение	
$U=U_1+U_2$	$U=U_1=U_2$
Сопротивление	
$R=R_1+R_2$	$1/R=1/R_1+1/R_2$
Емкость	
$C=C_1+C_2$	$C=C_1+C_2$

### Раздел «Колебания и волны»

При рассмотрении колебаний нитяного маятника целесообразно обратить внимание, что в формуле периода колебаний не просто ускорение свободного падения, а ускорение, вызванное действующей на тело силой тяжести, единственной в данном случае.

### Раздел «Геометрическая оптика»

Часто при решении задач с неявным описанием изображения, даваемых тонкими линзами, затрудняются в выборе знака фокусного расстояния и расстояния от главной плоскости линзы до изображения. Для преодоления затруднения целесообразно заполнить следующую таблицу.

Ключевые слова	Вид линзы	Вид изображения	F	f	d
Изображение расположено <b>перед</b> линзой	?	мнимое	?	-	+
Изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
<b>Увеличенное</b> изображение расположено <b>перед</b> линзой	собирающая	мнимое	+	-	+
<b>Увеличенное</b> изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
<b>Уменьшенное</b> изображение расположено <b>перед</b> линзой	рассеивающая	мнимое	-	-	+
<b>Уменьшенное</b> изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
Уменьшенное изображение	?	?	?	?	+
Увеличенное изображение	собирающая	?	+	?	+

В тех случаях, когда возникает неопределенность, следует поставить ?, тогда необходимо искать дополнительную информацию в условии задачи, или рассматривать все возможные варианты.

### Раздел «Квантовая физика»

При рассмотрении задач на применение формулы Эйнштейна для фотоэффекта необходимо не только рассмотреть вольт - амперную характеристику фотоэлемента, но и рассмотреть решение задачи в табличном виде.

При подготовке к экзамену можно пользоваться сайтами:

<a href="http://mon.gov.ru">http://mon.gov.ru</a>	Министерство образования и науки.
<a href="http://www.fipi.ru">www.fipi.ru</a>	Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ).
<a href="http://www.ege.edu.ru">www.ege.edu.ru</a>	Официальный информационный портал единого государственного экзамена (ЕГЭ).
<a href="http://obrnadzor.gov.ru">http://obrnadzor.gov.ru</a>	Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки.

**При подготовке к урокам рекомендуется обращаться на образовательные порталы**

Адрес сайта	Название	Основные разделы
<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный портал "Российское образование"	Каталог образовательных интернет - ресурсов; Законодательство (образование, наука, культура, физическая культура); Нормативные документы системы образования; Государственные образовательные стандарты; Глоссарий (образование, педагогика); Учреждения; техникумы, вузы; Картографический сервис (образовательная статистика, учебные карты); Дистанционное обучение (курсы, организации, нормативная база); Мероприятия (конференции, семинары, выставки); Конкурсы; Образовательные CD/DVD.
<a href="http://school.edu.ru">http://school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Каталог интернет-ресурсов; Коллекции; Образование в регионах (региональные страницы, органы управления образованием, образовательные сайты, образовательные учреждения)
<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	Более 19 500 ресурсов в открытом доступе. Заказ на CD/DVD носителях. Наборы ЦОР к учебникам; Тематические коллекции; Инструменты организации учебного процесса; Электронные издания; Методические материалы; Ресурсы учителей. Каталог образовательных ресурсов
<a href="http://www.ege.edu.ru">http://www.ege.edu.ru</a>	Портал информационной поддержки единого государственного экзамена	Нормативные документы; Демонстрационные версии тестов (ЕГЭ); Информационная поддержка разработчиков КИМ; Архив заданий официальных вариантов ЕГЭ.
<a href="http://www.en.edu.ru">http://www.en.edu.ru</a>	Естественно - научный образовательный портал	Физика; Химия; Биология; Математика.
<a href="http://www.rosuchpribor.ru">http://www.rosuchpribor.ru</a>		В каталоге в краткой форме представлены технические и функциональные

		характеристики учебного оборудования, а также перечни лабораторных и демонстрационных экспериментов, выполняемых с его применением.
--	--	---

**При сдаче экзамена на «5»** необходимо дать четкие определения и понятия по заданному вопросу, написать все необходимые формулы с единицами измерений, уметь переводить единицы в систему СИ, правильно решить задачу или выполнить лабораторную работу, ответить на дополнительные вопросы преподавателя.

**При сдаче экзамена на «4»** возможны незначительные недочеты в определениях и понятиях по заданному вопросу, формулы должны быть написаны с единицами измерений, задача или лабораторная работа должна быть выполнена в полном объёме, студент должен давать ответ на дополнительные вопросы преподавателя.

**При сдаче экзамена на «3»** возможны множественные недочеты в определениях и понятиях по заданному вопросу, формулы должны быть написаны с единицами измерений, задача или лабораторная работа может быть выполнена не до конца, или с подсказками преподавателя.

**При сдаче экзамена на «2»** прослеживаются грубые ошибки в определениях и понятиях по заданному вопросу, незнание формул, задача или лабораторная работа не выполнена, студент не дает ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

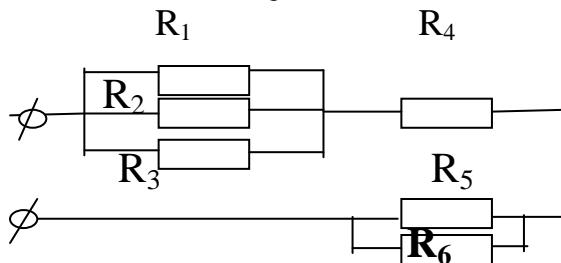
## ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ.

### БИЛЕТ № 1

1. Механика, динамика, кинематика. Основные базовые величины, определения, силы в механике.
2. Основные положения МКТ строения вещества.
3. Задача (тема: Магнетизм. Сила Лоренца) В однородном магнитном поле напряженностью  $B=0,4$  Тл перемещается электрон со скоростью 8000м/с. Угол между направлением движения электрона и магнитными линиями составляет  $30^0$ . Определите силу магнитного поля, отклоняющую электрон.

### БИЛЕТ № 2

1. Основные положения МКТ, атомная единица массы, относительная атомная масса, постоянная Авогадро.
2. Сопротивление, соединение проводников..
3. Задача. Найти общее сопротивление цепи, если каждое сопротивление по 4 Ом.



### **БИЛЕТ № 3**

1. Электроемкость, конденсаторы, соединения конденсаторов.
2. Механическое движение. Характеристики механического движения: перемещение, скорость, ускорение.
3. Лабораторная работа «Исследование температуры остывающей жидкости»

### **БИЛЕТ № 4**

1. Законы динамики Ньютона. Закон всемирного тяготения. Невесомость.
2. Постоянный электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи.
3. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) При постоянной температуре газ расширяется от  $0,3\text{м}^3$  до  $0,9\text{м}^3$ . Найти конечное давление газа, если начальное  $6 \cdot 10^5 \text{ Па}$

### **БИЛЕТ № 5**

1. Солнце и звезды, наша планетная система, галактики.
2. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
3. Задача (тема: Законы Ньютона) Тело, массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы.

### **БИЛЕТ № 6**

1. Испарение и кипение жидкостей.
2. Постоянный электрический ток. Основные характеристики.
3. Задача (тема: Температура) Вычислить по шкале Фаренгейта и термодинамической шкале температуру тела человека.

### **БИЛЕТ № 7**

1. Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии. Работа и мощность.
2. Закон Кулона, электрический заряд.
3. Задача (тема: Электромагнитные волны) В 1897 году русский физик Лебедев получил электромагнитные волны длиной 4 мм. Вычислите период и частоту этих волн.

### **БИЛЕТ № 8**

1. Влажность воздуха, приборы определения влажности воздуха.
2. Электрическое поле и его характеристики – напряженность и потенциал.
3. Задача (тема: Оптика) Луч падает под углом  $30^\circ$  на поверхность воды. Под каким углом пойдут эти лучи в воде после преломления? ( $n_{\text{воздуха}}=1$ ,  $n_{\text{воды}}=1,33$ )

### **БИЛЕТ № 9**

1. Аморфные и кристаллические твердые тела. Характеристики. Примеры.
2. Проводник (металл) и диэлектрик в электрическом поле.
3. Задача (тема: Закон Кулона) Найти силу взаимодействия электрических зарядов  $7 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$  и  $8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$  на расстоянии 2 см в вакууме.

**БИЛЕТ № 10**

1. Механические колебания. Амплитуда, период, частота. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.
2. Закон Кулона, электрический заряд.
3. Задача (тема: Кинематика материальной точки) Вертолет, пролетев по прямой 400 км, повернулся под углом  $90^0$  и еще пролетел 300 км. Найти путь и перемещение вертолета.

**БИЛЕТ № 11**

1. Электрический ток в жидкости, электролиз, I закон Фарадея. Применение электролиза.
2. Механические волны. Свойства механических волн. Длина волн. Звуковые волны.
3. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) Газ при  $20^0\text{C}$  имел объем 0,6  $\text{м}^3$ . Найти объем этого газа при  $90^0\text{C}$ . Процесс изобарный.

**БИЛЕТ № 12**

1. Внутренняя энергия и работа газа. Первый закон термодинамики. Понятие теплового двигателя.
2. Спектр электромагнитных волн.
3. Задача (тема: Электромагнитные волны) В 1897 году русский физик Лебедев получил электромагнитные волны длиной 4 мм. Вычислите период и частоту этих волн.

**БИЛЕТ № 13**

1. Аморфные и кристаллические твердые тела. Характеристики. Примеры.
2. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность электрического тока.
3. Задача (тема: Электролиз) Сколько чистой меди выделится из раствора медного купороса, если через него в течение 150 сек протекал ток силой 5 А? ( $k=3.28 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл)

**БИЛЕТ № 14**

1. Получение переменного электрического тока, генератор тока.
2. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
3. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) Газ при  $(-20^0)$  имел давление  $3 \cdot 10^5$  па. Найти его давление при  $100^0\text{C}$ . Процесс изохорный.

**БИЛЕТ № 15**

1. Электролиз и его применение. Закон Фарадея.
2. Магнитное поле, его изображение, правило буравчика.
3. Лабораторная работа «Измерение массы воздуха в классной комнате»

**БИЛЕТ № 16**

1. Влажность воздуха, приборы определения влажности.
2. Магнитное поле. Сила Ампера. Электроизмерительные приборы.
3. Лабораторная работа «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы».

**БИЛЕТ № 17**

1. Сопротивление, соединение проводников.
2. Трансформатор, его устройство и принцип действия.
3. Лабораторная работа «Измерение длины световой волны».

### **БИЛЕТ № 18**

1. Отражение и преломления волн. Свойства света.
2. Внешний фотоэффект, опыты Столетова.
3. Задача (тема: Импульс тела) Два шара массой  $m_1=1$  кг и  $m_2=2$  кг скользят по гладкой горизонтальной поверхности на запад и на север со скоростью  $v_1=10$  м/с и  $v_2=5$  м/с соответственно. Найти направление и импульс системы двух шаров.

### **БИЛЕТ № 19**

1. Строение атома по Бору.
2. Генератор. Трансформатор. Производство и использование электроэнергии. Проблемы энергосбережения. Техника безопасности при работе с электрическим током.
3. Лабораторная работа «Измерение показателя преломления стекла».

### **БИЛЕТ № 20**

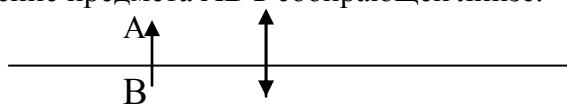
1. Управляемая, неуправляемая цепная реакция, АЭС.
2. Свет как электромагнитная волна.
3. Лабораторная работа «Измерение КПД электрического нагревательного прибора»

### **БИЛЕТ № 21**

1. Колебания, параметры колебаний, математический маятник.
2. Радиоактивность,  $L$   $\beta$   $\gamma$  лучи, биологическое действие  $\gamma$  лучей.
3. Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции».

### **БИЛЕТ № 22**

1. Законы отражения и преломления света.
2. Получение переменного тока, генератор тока.
3. Задача. Построить изображение предмета АВ в собирающей линзе.



### **БИЛЕТ № 23**

1. Линзы, основные линии и точки линзы, изображение предмета в линзе.
2. Солнце и звезды, наша планетная система, галактики.
3. Лабораторная работа «Наблюдение действия магнитного поля тока».

### **БИЛЕТ № 24**

1. Свет как электромагнитная волна. Свойства света.
2. Электроемкость, конденсаторы, соединительные конденсаторы.
3. Задача. Угол падения луча света  $30^\circ$  ( $\sin 30=0,5$ ). Свет падает из воздуха ( $n=1$ ) в воду ( $n=1,33$ ). Найти синус угла преломления.

**БИЛЕТ № 25**

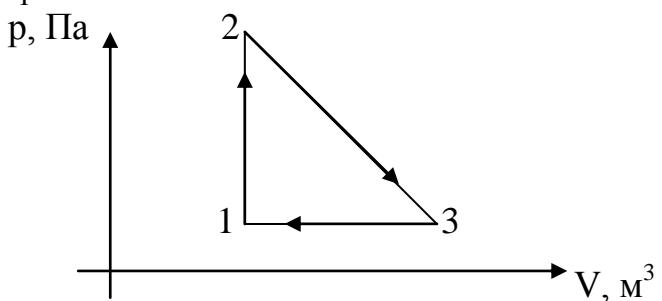
1. Различные виды электромагнитных излучений, их свойства и практические применения.
2. Фотоэффект и его применение.
3. Задача. Найти силу взаимодействия электрических зарядов  $5*10^{-3} \text{Кл}$  и  $8*10^{-9} \text{Кл}$  на расстоянии  $3*10^{-2} \text{ см}$  в вакууме.

**БИЛЕТ № 26**

1. Механика, кинематика, динамика. Основные понятия.
2. Фотоэффект. Понятие. Применение фотоэффекта.
3. Лабораторная работа «Определение ускорения свободного падения с помощью маятника».

**БИЛЕТ № 27**

1. Линзы, основные линии и точки линзы, изображение предмета в линзе.
2. Аморфные и кристаллические твердые тела.
3. Задача. Описать процесс работы газа.

**БИЛЕТ № 28**

1. Испарение и кипение жидкости.
2. Влажность воздуха, приборы определения влажности.
3. Лабораторная работа «Изучение закона сохранения механической энергии».

**БИЛЕТ № 29**

1. Магнитное поле, его изображение, правило буравчика.
2. Колебания, параметры колебаний, математический маятник.
3. Задача. Найти общее сопротивление электрической цепи, если сопротивление каждого  $R_n=4 \Omega$ .

**БИЛЕТ № 30**

1. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
2. Постоянный электрический ток. Условия существования электрического тока. Сила тока, напряжение, сопротивление. Закон Ома для участка цепи.
3. Лабораторная работа «Изучение движения тела по окружности».

# **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

## **ПО ФИЗИКЕ**

### **ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА**

#### **Пояснительная записка**

Лабораторно-практические занятия по физике предназначены для студентов 1 курса

Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении физики на теоретических занятиях.

#### **Цели и задачи практических занятий:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения лабораторных работ;
- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий,
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. В сборнике представлена система задач постепенно возрастающей сложности за курс физики средней школы. Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы. С этой целью после разбора двух-трех ключевых задач на занятии целесообразно дать комплект 10-13 задач по данной теме для самостоятельной работы с обязательным полным письменным оформлением.

В каждый раздел включен основной материал, глубокого и прочного усвоения которого следует добиваться. Таким основным материалом является: основные положения молекулярно-кинетической теории, основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, первый закон термодинамики – для молекулярной физики. Для электродинамики – учение об электромагнитном поле, закон Кулона и Ампера, явление электромагнитной индукции, для квантовой физики – квантовые свойства света, квантовые постулаты Бора, закон взаимосвязи массы и энергии.

В процессе обучения с целью закрепления полученных теоретических знаний на практике проводятся фронтальные лабораторные и практические работы.

В соответствие с учебным планом, по завершению курса предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

## **Дополнительные материалы для текущего контроля**

### ***Проверочные работы***

#### **Назначение**

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *проверочных работ*. *Проверочная работа* входит в состав фонда оценочных средств и предназначено для *текущего контроля* и оценки знаний и умений аттестуемых, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебной дисциплины *Физика* программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 35.01.15 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве.

Механика

**Основная задача:** Проверить знания и умения по разделу: Механика.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, определить вид движения и правильно воспользоваться формулами для расчета пути, скорости, ускорения, выполнить расчеты.

#### **Исходные данные**

#### **Вариант 1**

1. Два тела движутся вдоль одной прямой так, что их уравнения имеют вид:  $x_1 = 40 + 10t$ ,  $x_2 = 12 + 2t^2$

А) определите вид движения; Б) каковы будут координаты этих тел через 5 секунд; в) через какое время и где одно тело догонит второе.

2. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч остановился через 4 с. Найдите тормозной путь.
3. Тело движется равномерно со скоростью 3 м/с в течение 5 с, после чего получает ускорение  $20 \text{ м/с}^2$ . Какую скорость будет иметь тело через 15 с от начала движения. Какой путь оно пройдет за все время движения?
4. Скорость автомобиля меняется по закону  $v = 10 + 0,5t$ . Найдите результирующую силу, действующую на него, если масса автомобиля 1,5 т.
5. Тело свободно падает с высоты 20 м над землей. Какова скорость тела в момент удара о землю? На какой высоте его скорость вдвое меньше?

### Вариант2

1. Два тела движутся вдоль одной прямой так, что их уравнения имеют вид:  $x_1 = -40 + 4t$ ,  $x_2 = 560 - 20t^2$ 

А) определите вид движения; Б) каковы будут координаты этих тел через 5 секунд; в) через какое время и где одно тело догонит второе.
2. Автомобиль, двигаясь с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , за 5 с прошел 125 м. Найдите начальную скорость автомобиля.
3. Начиная равноускоренное движение, тело проходит за первые 4 с путь 24 м. Определите начальную скорость тела, если за следующие 4 с оно прошло 64 м.
4. Скорость материальной точки изменяется по закону  $v = 5 - 3t$  под действием силы 6 Н. Какова масса точки?
5. Тело падает с высоты 57,5 м. Сколько времени падает тело и какова его скорость при ударе о землю?

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Основы молекулярно-кинетической теории.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, определить изопроцесс и правильно воспользоваться формулами для расчета количества вещества, молярной массы, давления, температуры или объема газа, а так же определить молярную массу газа.

### Вариант 1

1. Баллон содержит кислород объемом 50 л, температура которого равна  $27^{\circ}\text{C}$ , давление равно  $2 \cdot 10^6$  Па. Найдите массу кислорода.
2. Каково давление газа, если в его объеме, равном  $1 \text{ см}^3$ , содержится  $10^6$  молекул, а температура газа равна  $87^{\circ}\text{C}$ ?
3. При давлении  $1,5 \cdot 10^5$  Па в  $1 \text{ м}^3$  газа содержится  $2 \cdot 10^{25}$  молекул. Какова средняя кинетическая энергия поступательного движения этих молекул?
4. При давлении  $10^5$  Па и температуре  $27^{\circ}\text{C}$  плотность некоторого газа  $0,162 \text{ кг/м}^3$ . Определите, какой это газ.
5. При какой температуре молекулы кислорода имеют среднюю квадратичную скорость 700 м/с?

### Вариант 2

1. Рассчитайте давление газа в сосуде вместимостью  $500 \text{ см}^3$ , содержащем 0,89 г водорода при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ .
2. Какова температура газа при давлении 100 кПа и концентрации молекул  $10^{25} \text{ м}^{-3}$ ?
3. При какой температуре находится газ, количество вещества которого равно 2,5 моль, занимающего объем 1,66 л и находящегося под давлением 2,5 МПа?
4. Определите плотность азота при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давлении 100 кПа.

5. При давлении 250 кПа газ массой 8 кг занимает объем 15 м<sup>3</sup>. Чему равна средняя квадратичная скорость движения молекул газа?

## Термодинамика

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Термодинамика.

**Краткая характеристика.** Записать условия задачи, применить первый закон термодинамики к изопроцессам и правильно воспользоваться формулами для расчета внутренней энергии, работы, давления газа.

### Вариант 1

1. При передаче количества теплоты  $2 \cdot 10^4$  Дж двигатель совершил работу, равную  $5 \cdot 10^4$  Дж. Рассчитать изменение внутренней энергии газа.
2. Для изобарного нагревания 800 молей газа на 500 К газу сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.
3. Температура нагревателя  $150^0$  С, а холодильника  $20^0$  С. От нагревателя взято  $10^5$  кДж теплоты. Как велика работа, произведенная машиной, если машина идеальная.
4. Можно ли в медной кастрюле расплавить стальную деталь, если температура плавления меди  $1083^0$  С, а стали  $1400^0$  С?
5. Назвать основные направления борьбы с отрицательными последствиями использования тепловых двигателей?

### Вариант 2

1. При изотермическом процессе газу передано количество теплоты  $2 \cdot 10^8$  Дж. Чему равно изменение внутренней энергии? Рассчитать работу, совершенную газом.
2. Для изобарного нагревания 160 г. кислорода на 50 К газу передано количество теплоты равное  $5 \cdot 10^4$  Дж. Определите работу газа и внутреннюю энергию.
3. Температура нагревателя  $300^0$  С, а холодильника  $30^0$  С. От нагревателя взято 40 кДж теплоты. Как велика работа, произведенная машиной, если машина идеальная.
4. Почему не получают ожога, если кратковременно касаются горячего утюга мокрым пальцем?
5. Назвать основные недостатки использования тепловых двигателей?

## Электродинамика( Электростатика)

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Электростатика.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, применить закон Кулона, закон сохранения заряда и правильно воспользоваться формулами для расчета напряженности электрического поля, электроемкости конденсатора, энергии электрического поля.

### Вариант 1

1. Какую работу совершают электрическое поле при перемещении заряда  $4,6 \text{ мКл}$  между точками с разностью потенциалов  $260 \text{ кВ}$ ? (Ответ:  $A = 1,196 \text{ Дж}$ )
2. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ , расстояние между ними  $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . До какого напряжения был заряжен конденсатор, если он обладал энергией  $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ? (Ответ:  $U=22000 \text{ В}$ )
3. Напряжение между обкладками конденсатора уменьшилось на  $100 \text{ В}$ . Как, при этом, изменилась его емкость? Ответ обосновать.
4. Во сколько раз изменилась напряженность поля точечного заряда при увеличении в 3 раза расстояния до заряда? Ответ обосновать. (Ответ:  $E_1 / E_2 = 9$ )
5. Два маленьких шарика с одинаковыми зарядами находящиеся в воде на расстоянии  $10 \text{ см}$  друг от друга, отталкиваются с силой  $4 \text{ мкН}$ . Найдите модуль заряда каждого из шариков. (Ответ:  $19 \text{ нКл}$ )

### Вариант 2

1. Заряд одной из пластин конденсатора равен  $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$ . Разность потенциалов на его обкладках  $400 \text{ В}$ . Определите ёмкость конденсатора? (Ответ:  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}$ )

2. Определите скорость, которую приобрёл электрон, пролетев в электрическом поле между точками с разностью потенциалов 200 В? Заряд электрона равен  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг. (Ответ:  $\approx 8,4 \cdot 10^6$  м/с)
3. Напряжение между обкладками конденсатора увеличилось на 100 В. Как, при этом, изменился его заряд? Ответ обосновать.
4. Между двумя горизонтально расположенными заряженными пластинами удерживается в равновесии пылинка массой  $10^{-12}$  кг и зарядом  $5 \cdot 10^{-16}$  Кл. Определите напряжение между пластинами, если расстояние между ними равно 1 см (Ответ:  $U=200$  В)
5. На каком расстоянии от точечного заряда 10 нКл в машинном масле напряженность поля равна 10 кН/Кл? (Ответ: 6 см)

### Электродинамика (Законы постоянного тока)

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Законы постоянного тока.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, определить вид соединения проводников и правильно воспользоваться формулами для расчета силы тока, сопротивления, напряжения и мощности, выполнить расчеты.

#### Вариант1

1. Провод длиной 3 км и сечением 10  $\text{мм}^2$  имеет сопротивление 8,4 Ома. Определить удельное сопротивление материала провода.
2. В цепь гальванического элемента с ЭДС 1,5 В включена нагрузка с сопротивлением 14 Ом. Определить внутренне сопротивление элемента, если ток в цепи 0,1 А.
3. Резисторы  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 50 \text{ Ом}$  соединены последовательно. К цепи подведено напряжение 60 В. Определите падения напряжения  $U_1, U_2, U_3$  на участках цепи и общее сопротивление цепи.
4. Определите мощность паяльника, включенного в сеть с напряжением 220 в, если сопротивление спирали паяльника 0,44 кОм.
5. Электроплитка мощностью 600 Вт ежедневно работает по 2,5 часа. Определить расход энергии за март месяц.

## Вариант 2

1. Медный провод сечением 10  $\text{мм}^2$  имеет сопротивление 10,5 Ом. Чему равна длина провода? (Удельное сопротивление меди  $0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ )
2. Кислотный аккумулятор имеет ЭДС 2,2 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом. Определить сопротивление нагрузки, если амперметр показывает ток 0,1 А.
3. Два резистора  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$  соединены параллельно. К цепи подведено напряжение 3 В. Определите токи в ветвях, общий ток в цепи и общее сопротивление цепи.
4. Сопротивление спирали плитки 0,05 кОм. Какую мощность потребляет плитка, если ток в цепи 3 А?
5. Электроутюг мощностью 400 Вт ежедневно работает по 40 минут. Определить расход энергии за апрель месяц.

## **Электродинамика (Магнитное поле.)**

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Магнитное поле.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, определить силу действующие на проводник с током и на заряд, правильно воспользоваться формулами для расчета силы Ампера и силы Лоренца, магнитной индукции, индуктивности, выполнить расчеты.

### Вариант 1

1. Длина активной части проводника 15 см. Угол между направлением тока и индукцией магнитного поля равен  $900$ . С какой силой магнитное поле с индукцией  $40 \text{ мТл}$  действует на проводник, если сила тока в нем  $12 \text{ А}$ ?
2. На протон, движущийся со скоростью  $107 \text{ м/с}$  в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции, действует сила  $0,32 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$ . Какова индукция магнитного поля?
3. Определите индуктивность катушки, которую при силе тока  $8,6 \text{ А}$  пронизывает магнитный поток  $120 \text{ мВб}$ .
4. Определите по условию задачи №2 радиус окружности, по которой движется протон, период обращения, импульс электрона, его кинетическую энергию, а также ускоряющую разность потенциалов, которую прошел протон, прежде чем попал в магнитное поле.

5. По катушке протекает ток, создающий магнитное поле энергией 0,5 Дж. Магнитный поток через катушку 10 мВб. Найти силу тока.

### Вариант 2

1. Определите силу тока, проходящего по прямолинейному проводнику, перпендикулярному однородному магнитному полю, если на активную часть проводника длиной 20 см действует сила в 50 Н при магнитной индукции 10 Тл.
2. Электрон со скоростью  $5 \cdot 10^7$  м/с влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,8 Тл под углом  $30^0$  к линиям индукции. Найти силу, действующую на электрон.
3. В катушке с индуктивностью 0,6 Гн сила тока 20 А. Какова энергия магнитного поля катушки?
4. Определите по условию задачи №2 радиус окружности, по которой движется электрон, период обращения, импульс электрона, его кинетическую энергию, а также ускоряющую разность потенциалов, которую прошел электрон, прежде чем попал в магнитное поле.
5. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 см и 5 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл. Какой максимальный врачающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в ней 2 А?

### **Электродинамика (Электромагнитная индукция)**

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Электромагнитная индукция.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, определить направление индукционного тока, правильно воспользоваться формулами для расчета магнитного потока, электродвижущей силы индукции, индуктивности, скорости изменения магнитного потока, выполнить расчеты.

### Вариант 1

1. Определить направление индукционного тока в катушке, если магнит удаляют от соленоида северным полюсом.

2. За 3 мс в соленоиде, содержащем 200 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 8 до 5 мВб.

Найдите ЭДС индукции в соленоиде.

3. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 1000 витков, при возбуждении в нем ЭДС индукции 220 В.

4. Найдите ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 25 см, перемещаемой в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл со скоростью 5 м/с под углом  $30^0$  к вектору магнитной индукции.

5. Почему для переноски горячего проката не применяют подъемный магнитный кран?

### Вариант 2

1. Определить направление индукционного тока в катушке, если магнит приближают к соленоиду южным полюсом.

2. За 7 мс в соленоиде, содержащем 100 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 14 до 7 мВб.

Найдите ЭДС индукции в соленоиде.

3. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 500 витков, при возбуждении в нем ЭДС индукции 320 В.

4. Найдите ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 50 см, перемещаемой в однородном магнитном поле с индукцией 2 мТл со скоростью 10 м/с под углом  $30^0$  к вектору магнитной индукции.

5. Усилится ли магнитное поле катушки с током, если в нее внести стальной

сердечник?

## Колебания и волны ( Электромагнитные колебания )

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Электромагнитные колебания.

**Краткая характеристика** Записать условия задач, определить вид маятника, правильно воспользоваться формулой Томсона, уметь пользоваться уравнением гармонических колебаний для расчета периода, частоты колебаний, циклической частоты и фазы, выполнить расчеты.

### Вариант 1

1. По катушке индуктивности с ничтожно малым активным сопротивлением в цепи с частотой 50 Гц и напряжением 125 В идет ток силой 2,5 А. Какова индуктивность катушки?
2. В колебательном контуре зависимость силы тока от времени описывается уравнением  $i=0,06\sin 10^6\pi t$ . Определить частоту электромагнитных колебаний и индуктивность катушки, если максимальная энергия магнитного поля  $1,8 \cdot 10^{-4}$  Дж.
3. Ток в колебательном контуре изменяется со временем по закону  $i=0,01\cos 000t$ . Найти индуктивность контура, зная, что емкость его конденсатора  $2 \cdot 10^{-5}$  Ф.
4. На какую длину волны настроен колебательный контур, состоящий из катушки с индуктивностью 2 мГн и плоского конденсатора? Пространство между пластинами конденсатора заполнено веществом с диэлектрической проницаемостью 11. Площадь пластин конденсатора  $800 \text{ см}^2$ , расстояние между ними 1 см.
5. При изменении емкости конденсатора колебательного контура на 0,72 мкф период колебаний изменился в 14,1 раз. Найти первоначальную емкость  $C_1$ . Индуктивность катушки осталась неизменной.

## Вариант 2

1. Определить емкость конденсатора, сопротивление которого в цепи переменного тока частотой 50 Гц равно 103 Ом.
2. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону  $U=50\cos 10^4\pi t$ . Емкость конденсатора 0,9 мкФ. Найти индуктивность контура, закон изменения со временем силы тока в цепи, а также длину волны, соответствующую этому контуру.
3. Какое количество теплоты выделится в 1 мин в электрической плитке с активным сопротивлением 30 Ом, если плитка включена в сеть переменного тока, напряжение которого, измеренное в вольтах, изменяется со временем по закону  $u=180\sin\omega t$ ?
4. Определить период переменного тока, для которого конденсатор емкостью 2 мкФ представляет сопротивление 8 Ом.
5. По катушке индуктивности с ничтожно малым активным сопротивлением в цепи с частотой 50 Гц и напряжением 125 В идет ток силой 2,5 А. Какова индуктивность катушки?

## **Колебания и волны ( Механические и электромагнитные волны)**

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Механические и электромагнитные волны.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, правильно воспользоваться формулами для расчета длины световой волны, скорости света в вакууме, показателя преломления среды используя закон преломления, выполнить расчеты.

## Вариант 1

1. Волна распространяется по поверхности воды в озере со скоростью 6 м/с. Найти период и частоту колебаний бакена, если длина волны 3 м.
1. Возникает ли эхо в степи? Почему?
2. Какой электроемкостью обладает колебательный контур, если он настроен в резонанс с радиостанцией, работающей на радиоволне 400 м. В колебательный контур радиоприемника входит катушка индуктивностью 0,5

Гн.

3. Импульсный режим работы радара создает частоту повторения импульсов равную 2000 Гц. Продолжительность одного импульса составляет 0,9 мкс. Определить наибольшую и наименьшую удаленность объекта, который обнаруживает этот радар.
4. Вычислить плотность потока электромагнитного излучения, если плотность энергии волны этого излучения  $0,6 \cdot 10^{-10} \text{Дж/м}^3$ .

### Вариант 2

1. Определить скорость распространения волн по поверхности воды, если известно, что за 10 с поплавок рыбака совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн равно 1,2 м.
2. Многократное эхо можно услышать в горах. Почему?
3. Радиоприемник настроен в резонанс с электромагнитными колебаниями длина волны, которых равна 300 м. Найти емкость конденсатора колебательного контура, если индуктивность катушки 50 мкГн.
4. Работающий в импульсном режиме радиолокатор излучает импульсы частотой 1500 Гц. Длительность отдельного импульса составляет 0,7 мкс. Определите наибольшее и наименьшее расстояние, на котором радиолокатор обнаружит цель.
5. Определите плотность энергии электромагнитной волны, известно, что плотность потока излучения равна  $7 \text{мВт/м}^2$

### **Элементы квантовой физики**

**Основная задача:** Проверить знания и умения по теме: Квантовая физика.

**Краткая характеристика** Записать условия задачи, использовать законы фотоэффекта, законы радиоактивного распада, правильно воспользоваться формулами для расчета границы фотоэффекта, энергии квантов света и электронов, выполнить расчеты.

## Вариант 1

1. Работа выхода электронов из золота равна 4,76 эВ. Найдите красную границу фотоэффекта для золота.
2. Работа выхода электронов из кадмия равна 4 эВ. Какова частота света, если скорость электронов равна  $7,2 * 10^5$  м/с?
3. Максимальная энергия фотоэлектронов, вылетающих из рубидия при его освещении лучами с длиной волны 317 нм, равна  $2,84 * 10^{-19}$  Дж. Определить работу выхода и красную границу фотоэффекта для рубидия.
4. Определить энергию, массу и импульс фотона с длиной волны 200 нм.
5. Пластина никеля, для которого работа выхода электрона равна  $8 * 10^{-19}$  Дж, освещена ультрафиолетовым светом с длиной волны  $2 * 10^{-7}$  м. Определить максимальную скорость фотоэлектронов.

## Вариант 2

1. Работа выхода электронов из кадмия равна 4,08 эВ. Найдите красную границу фотоэффекта для кадмия.
2. Работа выхода электронов из цезия равна 1,2 эВ. Какова частота света, если скорость электронов равна  $5 * 10^5$  м/с?
3. Максимальная энергия фотоэлектронов, вылетающих из натрия при его освещении лучами с длиной волны 200 нм, равна  $4 * 10^{-19}$  Дж. Определить работу выхода и красную границу фотоэффекта для натрия.
4. Определить энергию, массу и импульс фотона с длиной волны 350 нм.
5. Пластина калия, для которого работа выхода электрона равна  $2,84 * 10^{-19}$  Дж, освещена светом с длиной волны 450 нм. Определить максимальную скорость фотоэлектронов.

## ***Тесты***

### **Назначение**

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *тестов*. *Тест* входит в состав фонда оценочных средств и предназначено для *текущего контроля* и оценки знаний и умений аттестуемых, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебной дисциплины *Физика* программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 35.01.15 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве

Тест по теме «Волновая оптика».

І вариант.

1. То, что свет проявляет свойства волн, однозначно доказывают опыты по ...  
1) ... дифракции. 2) ... фотоэффекту.  
А) только 1; Б) только 2; В) 1 и 2; Г) ни 1, ни 2.
2. Однаковы ли скорости распространения красного и фиолетового излучений в вакууме, в стекле?  
А) в вакууме – нет, в стекле – да; Б) в вакууме – да, в стекле – нет;  
В) в вакууме и стекле одинаковы; Г) и в вакууме, и в стекле различны.
3. Сколько длин волн монохроматического света с частотой  $5 \cdot 10^{14}$  Гц уложится на отрезке 1,2 мм в стекле? (показатель преломления стекла 1,5)  
А) 1000; Б) 2000; В) 3000; Г) 2660.
4. Поверхность воды освещена красным светом с длиной волны 0,7 мкм. Какой цвет увидит человек открыв глаза под водой? Как изменится длина волны?  
А) зелёный, уменьшится; Б) красный, увеличится; В) красный, уменьшится; Г) красный, не изменится.
5. Какие световые волны называются когерентными?  
А) имеющие одинаковые частоты; Б) имеющие одинаковые частоты и разность начальных фаз равную 0;

- В) имеющие одинаковую начальную фазу; Г) имеющие одинаковые частоты и постоянную разность фаз.
6. Три дифракционные решётки имеют 2000, 1500 и 850 штрихов на 1 мм. Какая из них даёт на экране более узкий спектр при прочих равных условиях?
- А) 1; Б) 2; В) 3; Г) ширина спектра во всех случаях одинакова.
7. Спектр получен с помощью дифракционной решётки с периодом 0,01 мм. Второе дифракционное изображение получено на расстоянии 10 см от центрального и на расстоянии 100 см от решётки. Определить длину световой волны.
- А) 0,5 мкм; Б) 0,5 м; В)  $2 \cdot 10^{-4}$  м; Г) 5 мм.
8. Определить оптическую разность хода волн длиной 600 нм, прошедших через дифракционную решётку и образовавших максимум третьего порядка.
- А) 0; Б)  $6 \cdot 10^{-7}$  м; В)  $12 \cdot 10^{-7}$  м; Г)  $18 \cdot 10^{-7}$  м.
9. При помощи решётки получили дифракционную картину, используя красный свет. Как она изменится, если воспользоваться фиолетовым светом?
- А) расположение максимумов не изменится;
- Б) максимумы будут располагаться дальше от центрального;
- В) максимумы будут располагаться ближе к центральному;
- Г) максимумы будут накладываться друг на друга.
10. Наблюдают два явления: 1) радугу на небе; 2) радужное окрашивание мыльных плёнок. Эти явления объясняются ...
- А) 1 - дисперсией света, 2 - интерференцией света; Б) 1 - интерференцией света, 2 - дифракцией света;
- В) 1 и 2 – интерференцией света; Г) 1 и 2 – дифракцией света.
- II вариант.
1. Распространение света в вакууме можно объяснить на основе представления о том, что свет является...
- 1) ...электромагнитной волной. 2) ...потоком частиц – фотонов.
- А) только 1; Б) только 2; В) 1 и 2; Г) ни 1, ни 2.

2. Могут ли две разноцветные световые волны, например красного и зелёного излучений, иметь одинаковые длины волн?

А) длина волны красного излучения всегда больше зелёного;

Б) длина волны красного излучения всегда меньше зелёного;

В) могут, если волны распространяются в различных средах;

Г) длина волны в любом случае одинакова.

3. Сколько длин волн монохроматического света с частотой  $5 \cdot 10^{14}$  Гц уложится на отрезке 1,2 мм в воде? (показатель преломления воды 1,33)

А) 1000; Б) 2000; В) 3000; Г) 2660.

4. Поверхность воды освещена зелёным светом с длиной волны 550 нм. Какой цвет увидит человек открыв глаза под водой? Как изменится длина волны?

А) зелёный, уменьшится; Б) красный, увеличится; В) красный, уменьшится; Г) зелёный, не изменится.

5. Излучают ли обычные источники света когерентные волны?

А) да; Б) нет; В) ответ неоднозначен; В

Г) при более высоких температурах – да, при более низких – нет. \*

6. Три дифракционные решётки имеют 150, 2100 и 3150 штрихов на 1 мм. Какая из них даёт на экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

А) 1; Б) 2; В) 3; Г) ширина спектра во всех случаях одинакова.

7. Спектр получен с помощью дифракционной решётки с периодом 0,02 мм. первое дифракционное изображение получено на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решётки. Определить длину световой волны.

А)  $4 \cdot 10^{-7}$  м; Б) 40 мкм; В)  $2 \cdot 10^{-7}$  м; Г)  $7 \cdot 10^{-7}$  мм.

8. Определить оптическую разность хода волн длиной 540 нм, прошедших через дифракционную решётку и образовавших максимум второго порядка.

А)  $2,7 \cdot 10^{-7}$  м; Б)  $5,4 \cdot 10^{-7}$  м; В)  $10,8 \cdot 10^{-7}$  м; Г) 0.

9. Как изменится расстояние между максимумами дифракционной картины при удалении экрана от решётки?

А) увеличится; Б) уменьшится; В) не изменится;

Г) результат зависит от длины волны падающего на решётку света.

10. Наблюдают два явления: 1) радужную окраску крыльев стрекозы; 2) разложение призмой луча белого света в спектр. Эти явления объясняются ...

А) 1 - дифракцией света, 2 - интерференцией света; Б) 1 - интерференцией света, 2 - дисперсией света;

В) 1 и 2 – интерференцией света; Г) 1 и 2 – дифракцией света.

Тест по теме «Электрический ток в разных средах».

**1)** Какие частицы являются носителями электрического тока в металлах?

А. Только электроны.

Б. Электроны и протоны.

В. Электроны и положительные ионы.

Г. Положительные и отрицательные ионы.

**2)** Как и почему изменяется электрическое сопротивление полупроводников при увеличении температуры?

А. Уменьшается из-за увеличения скорости движения электронов.

Б. Увеличивается из-за увеличения амплитуды колебаний положительных ионов кристаллической решетки.

В. Уменьшается из-за увеличения концентрации свободных носителей электрического заряда.

Г. Увеличивается из-за увеличения концентрации свободных носителей электрического заряда.

**3)** Чистая вода является диэлектриком. Почему водный раствор соли NaCl

является проводником?

А. Соль в воде распадается на заряженные ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ .

Б. После растворения соли молекулы  $\text{NaCl}$  переносят заряд

В. В растворе от молекулы  $\text{NaCl}$  отрываются электроны и переносят заряд.

Г. При взаимодействии с солью молекулы воды распадаются на ионы водорода и кислорода.

4) Каким образом освобождаются из катода электроны, создающие изображение в электронно-лучевой трубке телевизора?

А. В результате действия электрического поля между катодом и анодом.

Б. В результате электролиза.

В. В результате термоэлектронной эмиссии.

Г. В результате ионизации атомов электронным ударом.

5) Что из перечисленного ниже способно пропускать ток только в одном направлении, а, значит, служит для выпрямления переменного тока?

1. Электронная лампа. 2. Полупроводниковый диод. 3. Раствор электролита. 4. Резистор.

А. Только 2.

Б. Только 1 и 2.

В. Только 3.

Г.

Только 4.

6) Если цилиндрическую катушку с проводом с замкнутыми концами привести в быстрое вращение вокруг оси цилиндра и затем резко остановить, то в цепи обнаруживается электрический ток. Почему?

А.

Под влиянием магнитного поля Земли.

Б.

В результате электростатической индукции.

В.

В результате электромагнитной индукции.

Г.

В результате движения электронов по инерции.

7) Какие эффекты из перечисленных ниже наблюдаются при протекании электрического тока в сверхпроводнике?

1.

Нагревание проводника.

2.

Медленное убывание силы тока со временем.

3.

Возникновение магнитного поля.

А.

Только 1.

Б.

Только 2.

В.

Только 3.

Г. 1 и

3.

8) Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы с донорными примесями?

А. В основном электронной.

Б. В основном дырочной.

В. В равной степени электронной и дырочной.

Г. Ионной.

9) В четырехвалентный германий добавили: 1) пятивалентный фосфор, 2) трехвалентный индий.

Каким типом проводимости

будет обладать полупроводник в каждом случае?

А. 1- дырочной, 2- электронной.

Б. 1- электронной, 2- дырочной.

В. В обоих случаях электронной.

Г. В обоих случаях дырочной.

Тест по теме «Атомная физика»

*1 вариант*

1. Изотопы отличаются друг от друга числом

А) электронов, Г) протонов и нейтронов,

Б) протонов, Д) протонов и электронов.

В) нейтронов,

2. Альфа-излучение - это поток

А) электронов, Б) протонов, В) ядер атомов гелия, Г) квантов  
электромагнитного излучения.

3. Порядковый номер элемента в результате альфа-распада  
ядра равен

А)  $Z + 2$  Г)  $Z - 1$

Б)  $Z - 2$  Д)  $Z$

В)  $Z - 4$

4. Больше других отклоняется магнитными, электрическими полями  
излучение типа

А)  $\alpha$  Б)  $\beta$  В)  $\gamma$

5. Скрытое изображение траектории быстрой заряженной  
частицы образуется в

А) счетчике Гейгера, Б) камере Вильсона,

- В) пузырьковой камере, Г) толстослойной эмульсии,  
Д) экране, покрытом сернистым цинком.

6. В процессе деления тяжелых ядер на осколки

- А) освобождаются несколько нейтронов, Б) поглощаются несколько нейтронов,  
В) нейтроны не поглощаются и не испускаются.

7. При делении ядер урана освобождается примерно 200 МэВ энергии. Максимальная доля освобождающейся энергии приходится на

- А) энергию квантов,  
Б) энергию радиоактивного излучения продуктов деления,-  
В) кинетическую энергию свободных нейтронов,  
Г) кинетическую энергию осколков деления.

*ДОПОЛНИТЕ*

8. Число протонов в ядре изотопа кислорода  $^{17}_8\text{O}$  равно \_\_\_\_.

9. Элемент, в ядре атома которого содержится 19 протонов и 20 нейтронов, называется \_\_\_\_.

10. После  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов атомное ядро изотопа  $^{214}_{84}\text{Po}$  будет иметь массовое число.

11. Вторым продуктом ядерной реакции  $^9_4\text{Be} + ^4_2\text{He} = ^{12}_6\text{C} + ?$  является \_\_\_\_.

12. ? +  $^4_2\text{He} = ^{30}_{14}\text{Si} + ^1_1\text{H}$

*2 вариант*

1. Заряд ядра атома определяется числом

- А) протонов, Б) нейтронов, В) протонов и нейтронов.

2. Реакция деления ядер урана протекает

- А) с выделением энергии, Б) с поглощением энергии,  
В) как с поглощением, так и с выделением энергии,

Г) без выделения и поглощения энергии.

3. Состав ядра изменяет излучение

А)  $\alpha$     Б)  $\beta$     В)  $\alpha$  и  $\beta$     Г)  $\gamma$

4. Порядковый номер элемента в результате излучения  $\gamma$ -кванта ядром равен

А)  $Z + 2$     Г)  $Z - 1$

Б)  $Z - 2$     Д)  $Z$

В)  $Z + 1$

5. Наибольшей проникающей способностью обладает излучение типа

А)  $\alpha$     Б)  $\beta$     В)  $\gamma$

6. Если количество нейтронов в новом поколении будет таким же, как и в предыдущем, то цепная реакция будет

А) неуправляемой,    Б) управляемой,    В) затухающей.

7. Частью модели атома по Резерфорду является утверждение

1) в нейтральном атоме имеется положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена большая часть массы атома.

2) электроны в атоме движутся вокруг ядра по круговым орбитам.

3) атом меняет свою энергию только путем перехода из одного квантового состояния в другое.

А) 1    Г) 1 и 2    Е) 2 и 3

Б) 2    Д) 1 и 3    Ж) 1, 2 и 3

В) 3

*ДОПОЛНИТЕ*

8. Число нейтронов в ядре изотопа неона  $^{21}_{10}\text{Ne}$  равно \_\_\_\_.

9. Элемент, в ядре атома которого содержится 23 протона и 28 нейтронов, называется \_\_\_\_.

10. После альфа-распада и двух бета-распадов атомное ядро изотопа  $^{131}_{53}\text{J}$  будет иметь заряд \_\_\_\_.

11. Вторым продуктом ядерной реакции  $^{56}_{26}\text{Fe} + ^2_1\text{H} = ^4_2\text{He} + ?$  является \_\_\_\_.

12.  $^{253}_{99}\text{Es} + ? = ^{256}_{101}\text{Md} + ^1_0\text{n}$

Система оценки выполнения заданий: Для оценки образовательных достижений студентов применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	верbalный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

### ***Типовые задания***

#### **Назначение**

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *проверочных работ*. *Проверочная работа* входит в состав фонда оценочных средств и предназначено для *текущего контроля* и оценки знаний и умений аттестуемых, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебной дисциплины *Физика* программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 35.01.15 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве.

## **Перечень материалов, оборудования и информационных источников, используемых в текущем контроле**

<http://fizmatbank.ru/plug.php?e=tasks&bookid=8> (Сайт содержит сборник задач по физике)

### **Решение задач на уравнение Менделеева-Клапейрона**

1.1. Два одинаковых баллона соединены трубкой с клапаном, пропускающим газ из одного баллона в другой при разности давлений в 1.1 атм. Сначала в одном баллоне был вакуум, а в другом идеальный газ при температуре 300 К и давлении 1.00 атм. Затем оба баллона нагрели до 380 К. Каким стало давление газа в баллоне, где был вакуум?

1.2. Сосуд объемом 20 л содержит смесь водорода и гелия при температуре 293 К и давлении 4.00 атм. Масса смеси 5.0 г. Найти отношение массы водорода к массе гелия в данной смеси.

1.3. В сосуде находится смесь 7.0 г азота и 11.0 г углекислого газа при температуре 290 К и давлении 1.0 атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.

1.4. В вертикальном закрытом с обоих торцов цилиндре находится легкоподвижный поршень, по обе стороны которого - по одному молю воздуха. В равновесном состоянии при температуре 300 К объем верхней части цилиндра в 4.0 раза больше объема нижней части. При какой температуре отношение этих объемов станет равным 3.0?

1.5. Баллон емкостью 20 л наполнен сжатым воздухом. При температуре 293 К манометр показывает 120 атм. Какой объем воды можно вытеснить из балластной цистерны подводной лодки воздухом этого баллона, если вытеснение производится на глубине 30 м и температура равна 278 К? Плотность морской воды равна 1000 кг/м<sup>3</sup>, давление атмосферного воздуха 1 атм.

1.6. Из баллона со сжатым водородом емкостью 10 л вследствие неисправности вентиля утекает газ. При температуре 280 К манометр показывал 48.4 атм. Через некоторое время при температуре 290 К манометр показал такое же давление. Сколько утекло газа?

- 1.7. Объем воздуха в комнате 100 м. Какова масса вышедшего из него воздуха при повышении температуры от 283 до 298 К, если атмосферное давление 1.02 105 Па?
- 1.8. Баллон емкостью 20 л наполнен сжатым воздухом. При температуре 200 С манометр показывает давление 120 кгс/см<sup>2</sup>. Какой объем воды можно вытеснить из цистерны подводной лодки воздухом этого баллона на глубине 30 м при температуре 50 С?
- 1.9. В баллоне емкостью 14 л находится смесь гелия и кислорода массой 64 г при температуре 280 К и давлении . Найти массу гелия и массу кислорода в смеси.
- 1.10. Гремучим газом называется смесь, состоящая из одной части водорода и восьми частей кислорода. Определить плотность гремучего газа при нормальных условиях (температура 273 К, давление 105 Па).
- 1.11. Аэростат наполнен водородом при температуре 150 С. Под влиянием солнечных лучей при неизменном давлении температура газа поднялась до 370 С, и излишек газа вышел через аппендиц, благодаря чему масса аэростата уменьшилась на 6 кг. Считая, что средняя плотность водорода 0.089 кг/м<sup>3</sup>, определить объем аэростата.
- 1.12. Цилиндрический сосуд длины 85 см разделен на две части легкоподвижным поршнем. При каком положении поршня давление в обеих частях цилиндра будет одинаково, если одна часть заполнена кислородом, а другая часть водородом такой же массы? Температура в обеих частях цилиндра одинакова.

### Решение задач «первый закон термодинамики»

- 2.1. Два моля идеального газа при температуре 300 К изохорически охладили, вследствие чего его давление уменьшилось в 2 раза. Затем газ изобарически расширили так, что в конечном состоянии его температура стала равной первоначальной. Найти количество тепла, поглощенного газом в данном процессе.
- 2.2. Три моля идеального газа, находившегося при температуре 273 К, изотермически расширили в 5 раз и затем изохорически нагрели так, что в конечном состоянии его давление стало равным первоначальному. За весь процесс газу сообщили количество тепла равное 80 кДж. Найти показатель адиабаты для этого газа.
- 2.3. Каково изменение внутренней энергии 100 г азота, имеющего при нормальном давлении объем 10 л при расширении до объема 12 л: а) при неизменном давлении, б) адиабатно.
- 2.4. В комнате размером 90 м<sup>3</sup> воздух сменяется полностью через два часа. Какое количество теплоты требуется для обогревания воздуха в комнате за сутки, если температура воздуха в комнате должна быть 180 С, а наружный воздух имеет

температуру  $-50^{\circ}\text{C}$ ? Принять, что средняя плотность воздуха  $1.25 \text{ кг/м}^3$ . Считать воздух идеальным газом.

2.5. Некоторую массу азота сжали в 5 раз (по объему) один раз адиабатически, другой раз изотермически. Начальное состояние газа в обоих случаях одинаково. Найти отношение соответствующих работ, затраченных на сжатие.

2.6. В закрытом сосуде 100 г азота и 200 г кислорода. Найти изменение внутренней энергии этой смеси газов при охлаждении ее на  $25 \text{ K}$ .

2.7. При изобарическом расширении азота была совершена работа  $200 \text{ Дж}$ . Какое количество теплоты было сообщено газу?

2.8. Один моль двухатомного идеального газа совершает процесс от начального состояния, при котором температура и объем соответственно равны  $300 \text{ K}$  и  $20 \text{ л}$ , к конечному, в котором температура и объем равны  $315 \text{ K}$  и  $22.5 \text{ л}$ . Процесс изображается на  $P$  -  $V$  диаграмме прямой линией. Найти совершенную системой работу и поглощенную теплоту.

2.9. Один килограмм воздуха при  $293 \text{ K}$  и давлении  $105 \text{ Па}$  сжимается, причем получается окончательное давление  $106 \text{ Па}$ . Определить работу, которая производится при сжатии воздуха, если: а) сжатие идет при постоянной температуре, б) сжатие происходит адиабатно.

2.10. Восемь граммов кислорода при температуре  $300 \text{ K}$  занимают объем  $0.41 \text{ л}$ . Вычислить работу газа в следующих случаях: а) газ адиабатно расширяется до  $4.1 \text{ л}$ , б) газ изотермически расширяется до объема  $4.1 \text{ л}$ , а затем охлаждается до той же температуры, которая получилась по окончании адиабатного расширения. Чем объясняется разница в величине этих работ?

2.11. Один киломоль идеального двухатомного газа расширяется изобарически, изотермически, адиабатически до объема, в 5 раз большего первоначального. В каком из этих процессов работа по расширению будет больше? Определить также изменение внутренней энергии и количество подведенной теплоты. Считать первоначальное состояние нормальным, (температура  $00 \text{ C}$ , давление  $760 \text{ мм рт. ст.}$ ).

2.12. Смешано две части водорода и одна часть кислорода (по объему). Общая масса смеси газов равна  $72 \text{ г}$ . Температура  $170 \text{ C}$ . Определить внутреннюю энергию смеси.

### Решение задач на расчет цепей

1. Что покажет амперметр, если через него за 10 мин прошло  $18 \text{ Кл}$  электричества.

2. Сила тока в проводнике  $I = 10 \text{ А}$ . Какова масса электронов, проходящих через поперечное сечение этого проводника за время  $t = 1 \text{ ч}$ ?
3. Сколько электронов должно пройти в единицу времени через сечение проводника, чтобы включенный в цепь гальванометр показал  $1 \text{ мА}$ ?
4. Через электрическую плитку прошло  $9720 \text{ Кл}$  электричества за 1 час. Определить силу тока в цепи.
5. Определить силу тока, если за  $0,4 \text{ с}$  через проводник прошло  $6 \cdot 10^{18}$  электронов.
6. Через поперечное сечение провода проходит в одном случае электрический заряд  $q$  за  $1 \text{ с}$ , а в другом- заряда  $10q$  за  $1 \text{ мин}$ . В каком случае сила тока в проводе больше и во сколько раз?
7. Как взаимодействуют - отталкиваются или притягиваются - два параллельно расположенных проводника, токи в которых имеют противоположные направления?
8. Сила притяжения или отталкивания между, параллельно расположенными проводниками с током, прямо пропорционально длине проводников. С какой силой взаимодействуют два участка параллельных проводников длиной  $1,5 \text{ м}$  каждый, если расстояние между ними  $1 \text{ м}$ , а сила тока в каждом равна  $1 \text{ А}$ ?
9. За  $65 \text{ секунд}$  поперечное сечение провода перемещается электрический заряд, равный  $780 \text{ Кл}$ . Как велика сила тока в проводнике?
10. Через одну электролампу проходит  $450 \text{ Кл}$  за каждые  $5 \text{ мин}$ , а через другую-  $15 \text{ Кл}$  за  $10 \text{ с}$ . В какой лампе ток сильнее?
11. При какой силе тока через проводник проходит  $25 \text{ Кл}$  в течение  $1 \text{ ч}$ ?
12. Вычислите силу тока в проводнике, через поперечное сечение которого за каждую минуту проходит количество электричества, равное  $42 \text{ Кл}$ .
13. Во включенном в цепь приборе сила тока равна  $8 \text{ мА}$ . Какое количество электричества проходит через прибор в течение  $12 \text{ мин}$ ?
14. Сколько времени продолжается перенос  $7,7 \text{ Кл}$  при силе тока  $0,5 \text{ А}$ ?  $1 \text{ А}$ ?  $10 \text{ А}$ ?
15. Наибольшее количество электричества, которое можно получить от аккумулятора при его разрядке, называется емкостью аккумулятора. Емкость аккумулятора выражают обычно не в кулонах, а в ампер- час ( $1 \text{ А ч}$ )-это такое количество электричества, которое проходит через проводник за  $1 \text{ ч}$  при силе тока  $1 \text{ А}$ . а) Скольким кулонам равен  $1 \text{ А ч}$ ? б) Какой величины заряд (в кулонах) отдает при разрядке аккумуляторная батарея емкостью  $40 \text{ А ч}$ ?
16. Через сколько времени разрядится аккумуляторная батарея емкостью  $60 \text{ А ч}$ , если сила разрядного тока равна  $0,15 \text{ А}$ ;  $3 \text{ А}$ ;  $10 \text{ А}$ ?

17. При напряжении на концах проводника 10 В сила тока в нем 0,2 А. Чему будет равна сила тока в проводнике, если напряжение на его концах увеличить до 50; 100; 200 В?

18. При напряжении на резисторе, равном 110 В, сила тока в нем 4 А. Какое напряжение следует подать на резистор, чтобы сила тока в нем стала равной 8 А?

19. При напряжении на зажимах электрической лампы, равном 220 В, сила тока 0,1 А. Какое напряжение подано на эту лампу, если сила тока в ней стала равна 0,05 А?

### **Решение задач на закон Ома для полной цепи**

1. Нагреватель, сделанный из проволоки нагревает 0,5 л воды за 5 минут от 20° до кипения. Найти мощность нагревателя. Во сколько раз нужно увеличить площадь поперечного сечения проволоки, чтобы за это же время вода не только нагрелась, но и полностью испарилась, если в сети поддерживается постоянное напряжение и длину проволоки не меняют?

2. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковое сопротивление. Какая из проволок имеет большую длину и во сколько раз? Какая из проволок имеет больший диаметр и во сколько раз? Какая из проволок быстрее нагреется, во сколько раз изменение температуры за одинаковое время на ней будет больше?

3. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковую длину. Какая из проволок имеет большее сопротивление и во сколько раз? Какая из проволок быстрее нагреется, во сколько раз изменение температуры на ней будет больше, если они соединены а) параллельно? последовательно?

4. Определить сопротивление нагревательного элемента электрической печи, выполненного из стальной проволоки массой 780 г и длиной 25 м, определить полезную мощность печи, если она имеет КПД 30% и включена в цепь с напряжением 220 В. Как изменится выделяемая мощность, если оставить только половину проволоки, в сети поддерживается постоянное напряжение?

5. Сталь: плотность—7800 кг/м<sup>3</sup>, удельное сопротивление—0,098 Ом·м<sup>2</sup>/м. Определить сопротивление нагревательного элемента электрической печи, выполненного из стальной проволоки массой 156 г и диаметром 0,80 мм. Как изменится сопротивление, если диаметр проволоки увеличится в 3 раза, а масса не изменится?

6. Какое количество меди следует израсходовать на электропровод длиной 5,0 км, чтобы его сопротивление было 5,0 Ом? На сколько градусов он нагреется за 10 минут при силе тока 10 А, если к.п.д. процесса 30%?

7. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковые площади поперечного сечения. Какая из проволок имеет большую длину и во сколько раз? Какая из проволок имеет большее сопротивление и во сколько раз? На какой проволоке за одинаковое время будет выделяться больше тепла и во сколько раз, если они соединены параллельно?

8. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковое сопротивление. Какая из проволок имеет большую длину и во сколько раз? Какая из проволок имеет больший диаметр и во сколько раз? Какая из проволок быстрее нагреется, во сколько раз изменение температуры за одинаковое время на ней будет больше?

9. Нагреватель, сделанный из проволоки нагревает 0,5л воды за 5 минут от 20° до кипения. Найти мощность нагревателя. Во сколько раз нужно увеличить площадь поперечного сечения проволоки, чтобы за это же время вода не только нагрелась, но и полностью испарилась, если в сети поддерживается постоянное напряжение и длину проволоки не меняют?

10. Два кипятильника, включённых параллельно вскипятят кастрюлю воды за 6 минут, а при включении последовательно—за 25 минут. За какое время вскипятит ту же кастрюлю каждый из кипятильников?

11. Электродвигатель постоянного тока имеет обмотку, сопротивление которой равно  $R$ . Если двигатель работает от сети с напряжением, то по обмотке идёт ток силой  $I$ . Найти механическую работу, совершающую двигателем за время  $t$ . Определить КПД двигателя.

### Решение задач на силу Ампера

**Решение задач расчетного характера о силах**, действующих на проводники с током в однородном магнитном поле (сила Ампера), удобно проводить по следующей схеме:

- Сделать схематический чертеж, на котором указать контур с током и направление силовых линий поля. Отметить углы между направлением поля и отдельными элементами контура, если последний состоит из нескольких прямых проводников.
- Используя правило левой руки, определить направление сил поля, действующих на каждый элемент контура, и проставить векторы этих сил на чертеже.
- В тех случаях, когда задача сводится к нахождению одной из величин, входящих в выражение для сил, действующих на отдельные проводники контура (или вращающих моментов, создаваемых этими силами), дальнейшее

решение состоит в том, чтобы записать закон Ампера или использовать формулу для вращающего момента, действующего на виток с током:

$$M = I \cdot S \cdot B \cdot \sin \varphi,$$

где  $M$  – вращающий момент пары сил поля;  $S = \ell \cdot a$  – площадь витка;

$\varphi$  – угол между вектором  $\vec{B}$  и нормалью к плоскости витка.

из которых можно найти искомую величину.

### *Задачи для самостоятельного решения:*

1. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 20 см, если сила тока в нем 300 мА, расположенный под углом 45 градусов к вектору магнитной индукции. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.
2. Проводник с током 5 А находится в магнитном поле с индукцией 10 Тл. Определить длину проводника, если магнитное поле действует на него с силой 20Н и перпендикулярно проводнику.
3. Определить силу тока в проводнике длиной 20 см, расположенному перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией 0,06 Тл, если на него со стороны магнитного поля действует сила 0,48 Н.
4. Проводник длиной 20 см с силой тока 50 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместится на 10 см перпендикулярно вектору магнитной индукции (вектор магнитной индукции перпендикулярен направлению тока в проводнике).
5. Проводник длиной 0,15 м перпендикулярен вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, модуль которого  $B=0,4$  Тл. Сила тока в проводнике 8 А.  
Найдите работу, которая была совершена при перемещении проводника на 0,025 м по направлению действия силы Ампера.
6. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с током в 25 А действует сила 0,05 Н? Длина активной части проводника 5 см. Направления линий индукции и тока взаимно перпендикулярны.
7. По двум параллельным проводникам, находящимся на расстоянии 12 см друг от друга, идут токи по 30 А. Определить напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждого проводника, если токи идут: а) в одном, б) в противоположных направлениях.

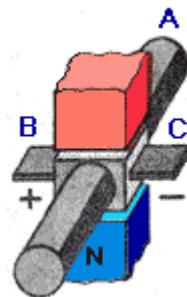
8. По двум параллельным проводникам текут токи 3 и 4 А. Расстояние между проводниками 14 см. Найти множество точек, в которых индукция магнитного поля равна нулю.

Рассмотреть два случая: токи идут: а) в одном направлении, б) в противоположных направлениях.

9. По изолированному круговому проводнику радиусом 10 см протекает ток 5 А. Перпендикулярно плоскости кольца проходит длинный проводник так, что он соприкасается с кольцевым проводником. Найти индукцию магнитного поля в центре кругового проводника при условии, что ток в прямом проводнике равен 15,7 А.

10. Под влиянием однородного магнитного поля в нем с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$  движется прямолинейный алюминиевый проводник сечением  $1 \text{ мм}^2$ . По проводнику течет ток 5 А, его направление перпендикулярно полю. Вычислить индукцию поля.

11. Для отвода тепла в атомных реакторах в качестве теплоносителя нередко используют жидкий металл, который перекачивается магнитным насосом. В трубе A, расположенной между полюсами электромагнита, находится жидкий металл. Через контактные шины от B к C поперек струи металла пропускают постоянный электрический ток. В каком направлении движется струя металла?  
С какой силой магнитное поле действует на струю металла, если сила тока  $10^4 \text{ А}$ , магнитная индукция 1,2 Тл, а диаметр трубы 12 см?



## Решение задач на силу Лоренца

**Схема решения задач** на определение силы, действующих на заряженную частицу со стороны магнитного и электрического полей:

- Нужно сделать чертеж, указать на нем силовые линии магнитного и электрического полей, проставить вектор начальной скорости частицы и отметить знак ее заряда.
- Если скорость частицы направлена под углом к линии индукции магнитного поля, ее следует разложить на две составляющие, одна из которых должна быть направлена перпендикулярно вектору  $\vec{B}$ , вторая параллельно ему. Такое разложение позволяет представить сложное движение в виде двух более простых и в значительной мере упрощает задачу, поскольку вдоль магнитного поля сила Лоренца не действует.
- Изобразить силы, действующие на заряженную частицу. Обычно во всех задачах, где нет специальных оговорок, действие силы тяжести на элементарные частицы не учитывают, поскольку эта сила ничтожно мала по сравнению с силами электромагнитного поля. При нахождении направления силы Лоренца следует обратить особое внимание на знак заряда частицы, так как в одном случае нужно воспользоваться правилом левой руки, в другом — правой. Очень удобно силу Лоренца определять по направлению тока.
- Указав силы, нужно попытаться определить вид траектории частицы. Иногда это удается сделать сравнительно просто, иногда нахождение вида траектории представляет основное содержание задачи. Силы, действующие на заряженную частицу, следует разложить вдоль направления магнитного поля и по направлению, ему перпендикулярному. Делается это с той целью, чтобы установить причины изменения составляющих скорости  $\vec{v}_{\parallel}$  и  $\vec{v}_{\perp}$ . Затем необходимо составить основное уравнение динамики материальной точки по каждому из направлений разложения сил. Записав уравнения динамики, нужно подставить в них выражения сил, используя для этого формулы электростатики и формулу силы Лоренца. В большинстве задач после такой подстановки получаются уравнения, из которых искомую величину определяют непосредственно, в ряде случаев к уравнениям динамики приходится добавлять формулы кинематики.

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Определить силу, действующую на заряд 0,005 Кл, движущийся в магнитном поле с индукцией 0,3 Тл со скоростью 200 м/с под углом 45 градусов к вектору магнитной индукции.

2. Какова скорость заряженного тела, перемещающегося в магнитном поле с индукцией 2 Тл, если на него со стороны магнитного поля действует сила 32 Н. Скорость и магнитное поле взаимно перпендикулярны. Заряд тела равен 0,5 мКл.
3. Определить центростремительную силу, действующую на протон в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл (вектор магнитной индукции перпендикулярен вектору скорости), если радиус окружности, по которой он движется, равен 5 см.
4. С каким ускорением движется электрон в однородном магнитном поле (вектор магнитной индукции перпендикулярен вектору скорости) с индукцией 0,05 Тл, если сила Лоренца, действующая на него, равна  $5 \times 10^{-13}$  Н. (Так как сила Лоренца является одновременно и центростремительной силой, и электрон движется по окружности, в задаче требуется рассчитать центростремительное ускорение, которое приобретает электрон в результате действия центростремительной силы.)
5. В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетает электрон со скоростью  $10^7$  м/с. Определите индукцию поля, если электрон описал окружность радиусом 1 см.
6. В однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1 Тл в вакууме движется электрон со скоростью  $3 \cdot 10^6$  м/с. Чему равна сила, действующая на электрон, если угол между направлением скорости электрона и линиями индукции равен  $90^\circ$ ?
7. Протон в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найдите скорость движения протона.
8. В однородное магнитное поле с индукцией 0,085 Тл влетает электрон со скоростью  $4,6 \cdot 10^7$  м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции поля. Определите радиус окружности, по которой движется электрон.
9. Электрон движется в однородном магнитном поле в вакууме перпендикулярно линиям индукции по окружности радиусом 1 см. Определите скорость движения электрона, если магнитная индукция поля 0,2 Тл.
10. Электрон и протон, двигаясь с одинаковой скоростью, попадают в однородное магнитное поле. Сравните радиусы кривизны траекторий протона и электрона.
11. В однородном горизонтальном магнитном поле находится в равновесии горизонтальный прямолинейный алюминиевый проводник с током 10 А, расположенный перпендикулярно полю. Определить индукцию поля, считая радиус проводника равным 2 мм.
12. В магнитное поле, образованное в вакууме, перпендикулярно линиям индукции влетают электроны с энергией 1 эВ. Напряженность поля 1000 А/м. Вычислить силу Лоренца и радиус траектории движения электронов.

13. Протоны в магнитном поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-2}$  Тл движутся в вакууме по дуге окружности радиусом 50 см. Какую ускоряющую разность потенциалов они должны были пройти?

### Решение задач практического содержания

1. Уравнение движения колеблющейся точки имеет следующий вид  $x = 10\sin 20\pi t$  см. Определите: амплитуду колебаний  $x_0$ ; период  $T$  и частоту колебаний  $v$ ; смещение точки  $x$  в момент времени  $t = T/8$  с.
2. За какую часть периода тело, совершающее гармонические колебания, проходит весь путь от среднего положения до крайнего? Первую половину пути? Вторую его половину?
3. Небольшое тело, подвешенное на пружине, увеличивает ее длину на  $\Delta l = 70$  мм. Считая массу пружины пренебрежимо малой, найдите период малых вертикальных колебаний груза.
4. К пружине подвешен груз массой в 100 г. Упругость пружины такова, что добавочный груз массой в 10 г растягивает ее еще на 1 см. Найдите период колебаний пружины.
5. Расстояние между узлами стоячей волны, создаваемой камертоном в воздухе,  $l = 40$  см. Определите частоту колебаний  $v$  камертона. Скорость звука  $v$  принять равной 340 м/с.
6. При какой скорости поезда маятник длиной  $l = 11$  см, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если длина рельса  $L = 12,5$  м?

### Решение задач на формулу Томсона

1. По обмотке соленоида индуктивностью  $L = 0,2$  Гн течет ток  $I = 10$  А. Определить энергию  $W$  магнитного поля соленоида.
2. Индуктивность  $L$  катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока  $I$  энергия  $W$  магнитного поля равна 100 мкДж?
3. Соленоид содержит  $N = 1000$  витков. Сила тока  $I$  в его обмотке равна 1 А, магнитный поток  $\Phi$  через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию  $W$  магнитного поля.
4. На железное кольцо намотано в один слой  $N = 200$  витков. Определить энергию  $W$  магнитного поля, если при токе  $I = 2,5$  А магнитный поток  $\Phi$  в железе равен 0,5 мВб.
5. По обмотке тороида течет ток силой  $I = 0,6$  А. Витки провода диаметром  $d = 0,4$  мм плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти энергию  $W$  магнитного поля в стальном сердечнике тороида, если площадь

$S$  сечения его равна  $4 \text{ см}^2$ , диаметр  $D$  средней линии равен  $30 \text{ см}$  \*. Объемная плотность энергии.

6. При индукции  $B$  поля, равной  $1 \text{ Тл}$ , плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в железе равна  $200 \text{ Дж/м}^3$ . Определить магнитную проницаемость  $\mu$ , железа в этих условиях \*.

7. Определить объемную плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция  $B$  магнитного поля равна  $0,5 \text{ Тл}$ \*. 26.8. Индукция магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от  $B_1=0,5 \text{ Тл}$  до  $B_2=1 \text{ Тл}$ . Найти, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии  $\omega$  магнитного поля \*.

8. Вычислить плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в железном сердечнике замкнутого соленоида, если напряженность  $H$  намагничивающего поля равна  $1,2 \text{ кА/м}$  \*.

9. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от  $H_1=200 \text{ А/м}$  до  $H_2=800 \text{ А/м}$ . Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии  $\omega$  магнитного поля\*.

10. При некоторой силе тока  $I$  плотность энергии  $\omega$  магнитного поля соленоида (без сердечника) равна  $0,2 \text{ Дж/м}^3$ . Во сколько раз увеличится плотность энергии поля при той же силе тока, если соленоид будет иметь железный сердечник?

11. Найти плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность  $H$  намагничивающего поля равна  $1,6 \text{ кА/м}$ .

**Тематика лабораторно-практических занятий:**

№ п/п	Темы	Количество часов
1	Лабораторная работа № 1. Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.	2
2	Лабораторная работа № 2. Изучение закона сохранения механической энергии.	2
3	Лабораторная работа № 3. Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.	2
4	Лабораторная работа № 4. Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»	2
5	Лабораторная работа № 5. Изучение последовательного и параллельного соединения проводников.	2
6	Лабораторная работа № 6. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.	2
7	Лабораторная работа № 7. Наблюдение действия магнитного поля на ток.	2
8	Лабораторная работа № 8. Изучение явления электромагнитной индукции.	2
9	Лабораторная работа № 9. Измерение показателя преломления стекла.	1
10	Лабораторная работа № 10. Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.	1
11	Лабораторная работа № 11. Измерение длины световой волны.	1
12	Лабораторная работа № 12. Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света.	1
13	Лабораторная работа № 13. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.	2
14	Лабораторная работа № 14. Изучение треков заряженных частиц.	1
15	Лабораторная работа № 15. Моделирование радиоактивного распада.	1
	<b>Количество часов на лабораторно-практические работы:</b>	<b>24</b>

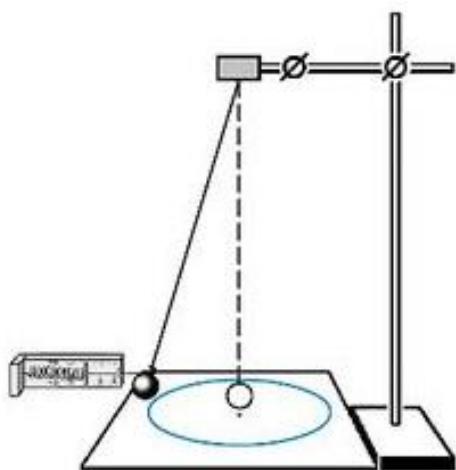
### Лабораторная работа № 1.

## Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости.

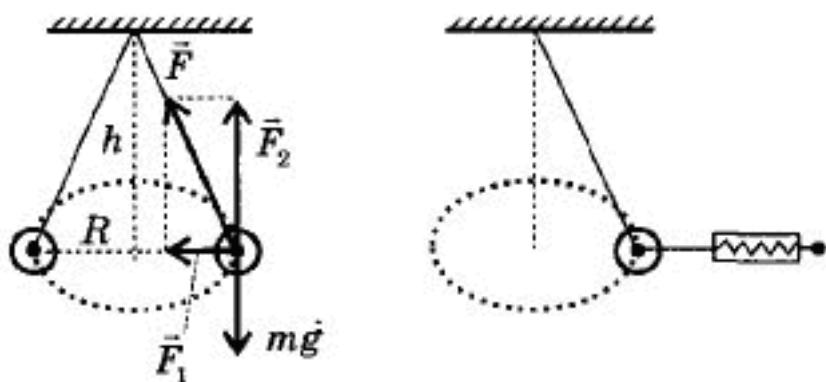
**Цель работы:** определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

### Макет штатива

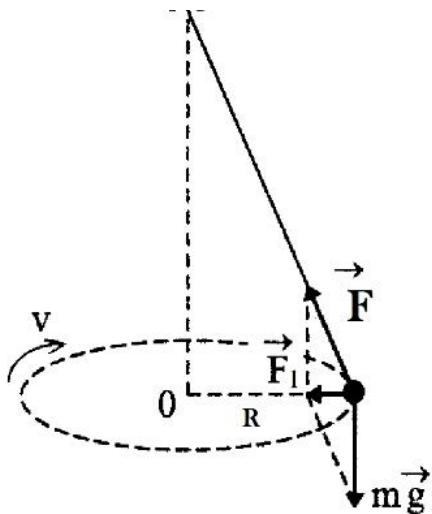


### Схематическое изображение



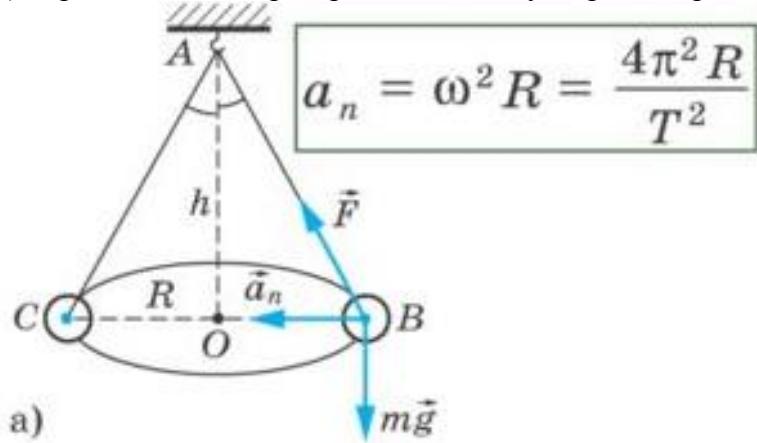
### Порядок проведения работы:

1. Масса шарика  $m = 30$  г. Груз в виде шарика подвесить на нить и зажать нить в лапке штатива.
  2. Вычертить на бумаге окружность радиусом  $R=20$  см.
- Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шарика проходило через центр окружности.
3. Взять нить пальцами у точки подвеса. Привести груз во вращение по нарисованной окружности радиуса  $R$ . Измерить радиус с точностью 1 см.



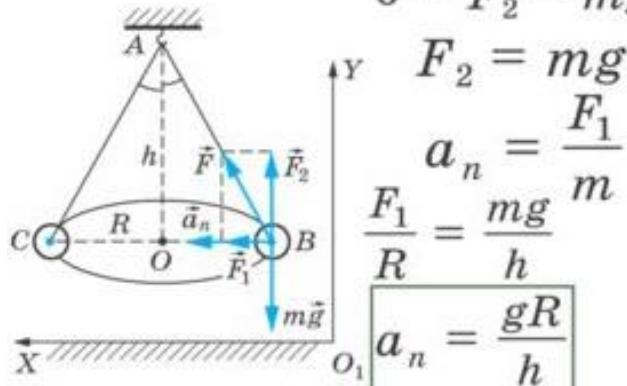
4. Определить время, за которое маятник совершает количество оборотов  $N=30$ .
5. Определить высоту конического маятника  $h$  по вертикали от центра шарика до точки подвеса. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.  $h=60$  см.
6. Найти модуль центростремительного ускорения  $a_n = 4\pi^2 * R / T^2$ ;  $a_{n2} = g * R / h$ ;
7. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности и измерить модуль составляющей  $F_1$ .  
 $F_1 = 0,12$  Н; масса шарика  $m = 30$  г.

a) определение центростремительного ускорения при движении по окружности:

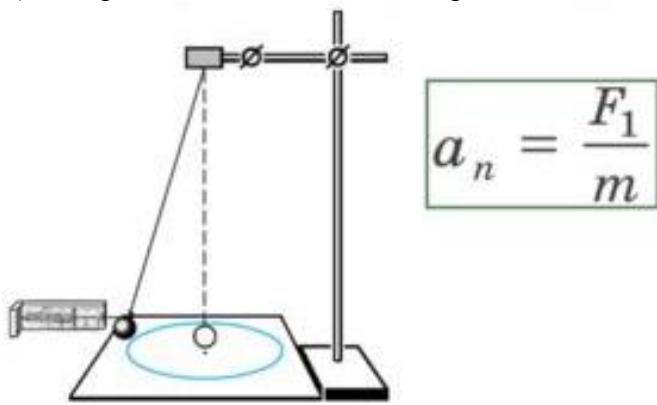


$$\begin{aligned} \vec{ma} &= \vec{mg} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ 0 &= F_2 - mg \end{aligned}$$

$$0 = F_2 - mg$$



б) измерения силы  $F_1$  динамометром:



8. Результаты измерений занести в таблицу:

Вычислить значения модуля центростремительного ускорения  $a_n$ . Формулы для вычислений:

$$T = \Delta t / N;$$

$$a_{n1} = 4 * \pi^2 * R / T_2;$$

$$a_{r2} \equiv g * R / h$$

$$a_{n3} \equiv F_1 / m$$

9 Результаты вычислений занести в таблицу

Вывод: Сделать вывод, в котором сравнивать три значения модуля центростремительного ускорения.

## Лабораторно-практическая работа № 2

### **«Изучение закона сохранения энергии»**

**Цель: практическим путём сравнить две величины – уменьшение потенциальной энергии прикреплённого к пружине тела при его падении и увеличении потенциальной энергии растянутой пружины.**

#### **Оборудование:**

Динамометр, жёсткость пружины которой равна 40 Н/м, измерительная линейка, набор грузиков, фиксатор, штатив с муфтой и лапкой.

#### **Теория:**

В замкнутой механической системе сумма механических видов энергии (потенциальной и кинетической энергии, включая энергию вращательного движения) остается неизменной.

$$W_n + W_k + W_{bp} = W_{\text{полн}} = \text{const}$$

где:

$W_n$  — Потенциальная энергия тела, энергия положения (Джоуль),

$W_k$  — Кинетическая энергия тела, энергия движения (Джоуль),

$W_{bp}$  — Энергия вращения тела (Джоуль),

#### **Ход работы:**

6. Груз из набора прочно укрепите на крючке динамометра.
7. Поднимите грузик рукой, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
8. Отпустите грузик. Падая, грузик растянет пружину. Снимите грузик и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины.
9. Повторите опыт 3 раза.
10. Подсчитайте по формулам:

$$E_{1\text{ cp}} = mgh_{\text{cp}} \quad E_{2\text{cp}} = kx^2 / 2$$

7. Результаты занесите в таблицу:

№					
п/п	m, кг	h, м	$E_{1\text{ cp}}, \text{Дж}$	$L, \text{м}$	$E_{2\text{cp}}, \text{Дж}$

Записать вывод работы:

#### **Отчёт о работе:**

1. Провести расчёты по панну проведённой работы и сделать вывод.
2. Ответить на контрольные вопросы:

- понятие энергии,
- виды энергии,
- закон сохранения энергии,

- единица измерения энергии,
- использование энергии в вашей производственной деятельности на практике.

## Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторная работа № 3.

### Тема: Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.

**Цель работы:** определить ускорение свободного падения при помощи универсального маятника.

### Введение

Целью данной работы является измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятника, где физический маятник - тело, совершающее под действием силы тяжести колебания вокруг неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр тяжести тела, а математический маятник может быть осуществлен в виде тяжелого груза, достаточно малых размеров, подвешенный на нити. Колебания – движения, обладающие той или иной степенью повторяемости.

### Описание лабораторной установки и методики измерений

Будем измерять период и время колебания маятников, с помощью маятника универсального FPM-04. Установка состоит из: штатива, на котором подвешен маятник, фотоэлектронной пары, фиксирующей количество и время колебаний.

### Принципиальная схема:



Физический  
(маятник - стержень)

Математический  
(груз на нити)

## Методика измерений

1. Измерим длину маятника, и отклонив маятник на несколько градусов, отпустим его. После 10 колебаний зафиксируем время колебаний, и повторим опыт несколько раз, меняя длину маятника вычислить ускорение свободного падения из формулы для периода колебаний метаматематического маятника:

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

Для этого необходимо измерить период колебания и длину подвеса маятника. Тогда из формулы (1) можно вычислить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} l \quad (2)$$

**Средства измерения:** 1) часы с секундной стрелкой; 2) измерительная лента ( $\Delta_s = 0,5$  см).

**Материалы:** 1) шарик с отверстием; 2) нить; 3) штатив с муфтой и кольцом.

### Порядок выполнения работы:

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3—5 см от пола.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5 – 8 см и отпустите его.

3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.

4. Измерьте время  $\Delta t$  40 полных колебаний (N).

5. Повторите измерения  $\Delta t$  (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение  $\Delta t_{cp}$

6. Вычислите среднее значение периода колебаний  $T_{cp}$  по среднему значению  $\Delta t_{cp}$ .

7. Вычислите значение  $g_{cp}$  по формуле:

$$g_{cp} = \frac{4\pi^2}{T_{cp}^2} l \quad . (3)$$

8. Полученные результаты занесите в таблицу:

Номер опыта	l, м	N	$\Delta t$ , с	$\Delta t_{cp}$ , с	$T_{cp} = \frac{\Delta t_{cp}}{N}$ , с	$g_{cp}, \frac{M}{C^2}$

9. Сравните полученное среднее значение для  $g_{cp}$  со значением  $g=9,8 \frac{m}{s^2}$  и рассчитайте относительную погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon_g = \frac{|g_{cp} - g|}{g}$$

### Физический маятник

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

Период колебаний рассчитывается по формуле

$I$  – момент инерции,

$T$  – период колебания,

$m$  – масса груза,

$g$  – ускорение свободного падения,

$l$  – длина маятника,

$\pi$  – число Пи.

Формула справедлива лишь при малых амплитудных колебаниях.

### Основные определения и понятия

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой, нерастяжимой нити и совершающая колебание в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.

Физическим маятником называется абсолютно твердое тело, совершающее колебания под действием силы тяжести вокруг горизонтальной оси, не проходящей через его центр тяжести.

### Основные законы и соотношения физики, используемые в опытах

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

Период колебаний математического маятника

где  $l$  - длина маятника;

$g$  - модуль ускорения свободного падения.

Период колебаний физического маятника

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

где  $J$  - момент инерции маятника относительно оси качаний (точки подвеса);

$m$  - его масса;

$l$  - расстояние от центра тяжести до оси качаний.

Величину  $L = J/(ml)$  называют приведенной длиной физического маятника. Она равна длине такого математического маятника, период колебаний которого совпадает с периодом данного физического маятника.

### Расчётные формулы

$$g = 4\pi^2 L/T$$

Абсолютная погрешность ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right), \text{ т.к.}$$

Окончательный результат с записью средних абсолютных погрешностей косвенных измерений

$$g = \bar{g} \pm \Delta g$$

**Таблица 1: Математический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				

4				
5				
6				

$$\Delta l=0.0005 \text{ м}, \Delta t=0.001 \text{ с}$$

**Таблица 2: Физический маятник**

Физ. величина	t	T	g	l
№ опыта	с	с	м/с <sup>2</sup>	м
1				
2				
3				
4				

$$\bar{t} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 t_i$$

Среднее значение времени

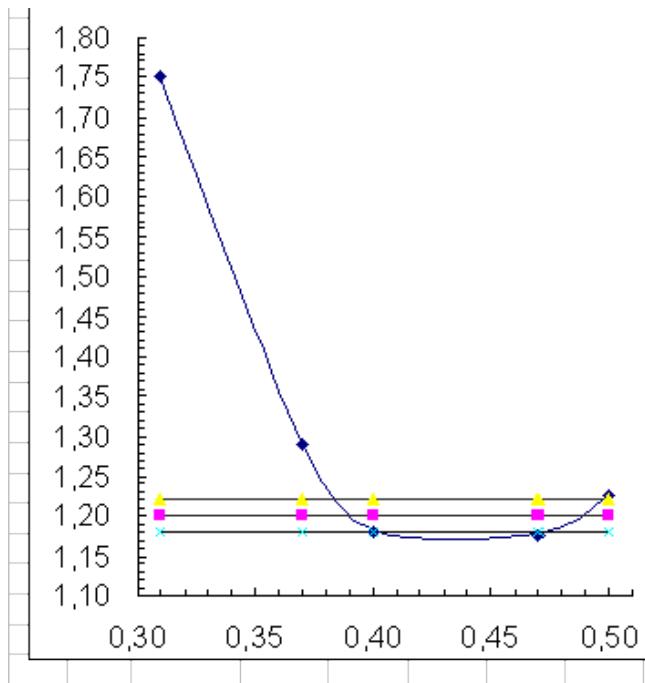
$$\bar{g} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 g_i \quad (\text{м/с}^2)$$

Среднее значение ускорения свободного падения

$$\Delta g = g \left( \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right) \quad (\text{м/с}^2)$$

Построить кривую зависимости T от длины l при разных значениях T для физического маятника.

(примерный вид графика)



### Вывод:

Сделать вывод по работе.

## Лабораторно-практическое занятие № 4

### по теме «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Теория:

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

3. Все вещества – жидкости, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул
4. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

$$m_0 = \frac{M}{N_A}.$$

Масса одной молекулы  $m_0$  выражается формулой

$$v = \frac{M}{N_A}.$$

Количеством вещества  $v$  называется отношение числа молекул  $N$  к числу Авогадро  $N_A$ :

Концентрацией молекул  $n$  называется отношение числа молекул  $N$  в объеме  $V$  к этому объему  $V$ :

$$n = \frac{N}{V}.$$

Давление  $p$  можно выразить следующей формулой

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$$

Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT, \quad \text{где } k \text{—постоянная Больцмана.}$$

Средняя кинетическая энергия

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}.$$

где — универсальная газовая постоянная.

Задача:

Какой объем занимают 100 моль ртути?

Дано:  $\mu = 0,2 \text{ кг/моль}$ ,  $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $v = 100 \text{ моль}$ . Найти:  $V$

Решение.

$$m = \rho V = \mu v; \quad V = \frac{\mu v}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

Ответ:  $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$ .

**Задания:**

11. Определите массу молекулы воды.
12. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
13. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
14. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
15. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
16. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
17. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?
18. Объем 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении  $10^5 \text{ Па}$  равен  $V_1$ . Чему равен объем 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?
19. Определите массу воздуха в классной комнате размерами  $5 \times 12 \times 3 \text{ м}$  при температуре  $25^\circ \text{C}$ . Принять плотность воздуха равной  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
20. Если положить овощи в соленую воду, то через некоторое время они становятся солеными. Какое явление объясняет этот факт?

**Литература:**

- Г.Я.Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

- А.П.Рымкевич. Сборник задач по физике 10-11 кл. 2014 г.
- С.А.Смирнов. Сборник задач по физике.2014 г

### **Лабораторно-практическое занятие № 5 (1 часть)**

#### **«Исследование последовательного соединения проводников»**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух последовательно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, 3 вольтметра, амперметр, 2 реостата, соединительные провода.

#### **Теория:**

1. сила тока во всех последовательно соединенных участках цепи одинакова  
 $I=I_1+I_2$
2. напряжение в цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме напряжений на каждом участке  $U=U_1+U_2$
3. сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных участков, равно сумме сопротивлений каждого участка  $R=R_1+R_2$

#### **Ход работы:**

3. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.
4. Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

#### **Задания:**

V

$R_1$

$R_2$

$V_1$

V

5. Запишите показания амперметра и трех вольтметров.
6. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:
  - сопротивление первого резистора  $R_1 = U_1 / I$
  - сопротивление второго резистора  $R_2 = U_2 / I$
  - общее сопротивление цепи по двум формулам  $R_{\text{экв}} = U / I$

и  $R_{\text{экв}} = R_1 + R_2$

6. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

U, В	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	I, А	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>общ</sub> = U/I, Ом	R <sub>общ</sub> = R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub> , Ом

7. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

7. Произвести все расчёты лабораторной работы.
8. Сделать вывод работы.
9. Способ подключения амперметра, вольтметра.
10. Единицы измерения силы тока, напряжения.
11. Закон Ома для участка цепи.
12. Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при параллельном соединении проводников.

### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10 кл. 2014 г.

## Лабораторно-практическое занятие № 5 (2 часть)

### «Исследование параллельного соединения проводников»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить общее сопротивление двух параллельно соединенных проволочных резисторов.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, вольтметр, 3 амперметра, 2 реостата, соединительные провода.

### Теория:

1. сила тока в неразветвленном участке цепи равна сумме сил токов во всех параллельно соединенных участках

$$I = I_1 + I_2$$

2. напряжение на всех параллельно соединенных участках цепи одинаково

$$U = U_1 + U_2$$

3. при параллельном соединении сопротивлений складываются величины, обратные сопротивлению: ( $R$ -сопротивление проводника,  $1/R$  – электрическая проводимость проводника)

Если в цепь включены параллельно только два сопротивления, то:

$$R_{общ} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$$

### **Ход работы:**

2. Расположите на столе приборы в соответствии со схемой.

### **A Задания:**

### **V Задания:**

$A_{11}$

$R_1$

$A_2$

$R_2$

Соберите цепь по схеме, соблюдая полярность подключаемых приборов.

4. Запишите показания трех амперметров и вольтметра.
5. Используя закон Ома для участка цепи  $I = U/R$ , рассчитайте сопротивление:

- 1 участка  $R_1 = U / I_1$
- 2 участка  $R_2 = U / I_2$
- общее сопротивление по двум формулам:

$$R_{\text{общ}} = U / I \quad \text{и} \quad R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$$

5. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу:

$I, A$	$I_1, A$	$I_2, A$	$U, B$	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_{\text{общ}} = U/I, \text{Ом}$	$R_{\text{общ}} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2), \text{Ом}$

5. Сравните результаты вычислений общего сопротивления и сделайте вывод.

### **ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

7. Произвести все расчёты лабораторной работы.
8. Сделать вывод работы.
9. Метод измерения силы тока, напряжения.
10. Единицы измерения силы тока, напряжения, сопротивления.
11. Закон Ома для участка цепи.
12. Формулы вычисления силы тока, напряжения и сопротивления при последовательном соединении проводников.

### **Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторно-практическое занятие № 6

### «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** измерить мощность лампочки накаливания.

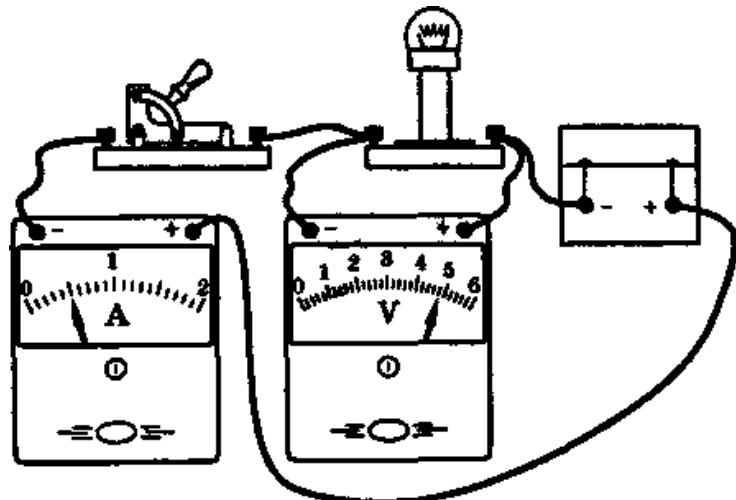
**ОБОРУДОВАНИЕ:** ЛИП, лампочка, амперметр, вольтметр, соединительные провода.

#### Теория:

При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока  $A = I \cdot U \cdot \Delta t$ . Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. Любой электрический прибор рассчитан на потребление определённой энергии в единицу времени, поэтому, наряду с работой тока, очень важное значение имеет мощность тока. Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени.  $P = A / \Delta t = I \cdot U = U^2 / R$ . Мощность измеряется в Ваттах. На большинстве приборов указана потребляемая ими мощность.

#### Ход работы:

2. Собрать цепь по рисунку:



5. Начертите схему в тетради.
6. Записать показания вольтметра и амперметра.
7. Рассчитать мощность лампочки по формуле:  $P = UI^*$
6. Оформить лабораторную работу в виде задачи.

$P = ?$

#### РЕШЕНИЕ

$I =$

$U =$

## 7. Сделайте вывод по работе.

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

8. Произвести все расчёты лабораторной работы.
9. Сделать вывод работы.
10. Способ подключения амперметра, вольтметра.
11. Единицы измерения силы тока, напряжения, мощности.
12. Законы постоянного тока.
13. Использование постоянного и переменного тока в жизни и в производственной деятельности.
14. Формулы вычисления мощности лампы накаливания.

### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 10кл. 2014 г.

## Лабораторная работа № 7.

### Тема: Наблюдение действия магнитного поля на ток.

**Цель работы:** убедиться в том, что однородное магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие; определение магнитной индукции в воздушном зазоре постоянного магнита.

**Оборудование:** проволочный моток, штатив, источник постоянного тока, сопротивление (резистор), соединительные провода, дугообразный магнит, амперметр, ключ.

### 1. Теоретические основы работы

На элемент  $d\ell$  проводника с током  $I$ , находящегося в магнитном поле с индукцией  $B$  (рис.1), действует сила  $dF$ , значение которой определяется законом Ампера:

$$dF = I [d\ell \cdot B] \quad (1)$$

На прямолинейный проводник длиной  $b$  с током  $I$ , расположенный перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля действует сила, значение которой находится интегрированием (1) по длине проводника:

$$F_A = \int dF = I B b \quad (2)$$

где  $I$  - сила тока в проводнике;  $b$  - длина проводника;  $B$  - магнитная индукция.

В технике широко используются приборы, в которых магнитное поле создается в малом кольцевом зазоре 1 постоянными магнитами 2 и 4 (рис. 2). В пределах зазора линии магнитного поля направлены радиально, а значение магнитной индукции зависит только от расстояния до точки  $O$ . Если в такое магнитное поле поместить рамку 3 с током  $I$ , свободно вращающуюся вокруг оси  $O$ , то на нее будет действовать пара сил Ампера.

Момент этих сил относительно оси вращения  $O$  зависит от значения магнитной индукции в тех точках пространства, где расположены стороны рамки параллельные оси вращения, от силы тока в рамке, ее геометрических размеров, числа витков  $N$  намотанного на нее провода, но не зависит от угла поворота рамки:

$$M = F_A a N, (3)$$

где  $M$  - момент сил Ампера относительно оси вращения;  $F_A$  - сила Ампера;  $N$  - число витков,  $a$  - ширина рамки.

Из (2) и (3) имеем

$$M = 18baN, (4)$$

где  $b$  - длина рамки.

Если момент сил Ампера  $M_{(A)}$ , приложенный к рамке 1 (рис. 3), уравновесить моментом силы тяжести  $mg$ , действующей на стрелку 2, жестко связанную с рамкой, то значение момента сил Ампера можно определить по углу поворота  $\alpha$  рамки, при котором достигается механическое равновесие:

$$M_{(A)} = M_{(mg)} (5)$$



#### Проведение эксперимента и обработка результатов:

3. Подвесьте проволочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с сопротивлением, амперметром, ключом. Зарисуйте рис.1

4. Замыкая цепь, поднесите магнит к витку северным полюсом. Пронаблюдайте движение мотка.

Обратите внимание на направление тока (условно принято за направление тока движение зарядов от «+» к «-»).

4. Зарисуйте (рис.2), указав направление движение мотка:

- Укажите движение мотка относительно магнита.
- Измените направление магнитного поля, т.е. внесите магнит южным полюсом.
- Зарисуйте и **укажите движение мотка.**
- 8. Измените направление тока в витке, магнит внесите северным полюсом. Пронаблюдайте движение витка и зарисуйте (рис.3). **Укажите направление движения витка**
- 9. Магнит внесите южным полюсом при том же направлении тока. **Укажите направление движения витка.**
- 10. Запишите правило правой руки для соленоида (катушки с большим числом витков): *если обхватить соленоид ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида. (большой палец покажет, где северный полюс магнитного поля, созданного током в соленоиде)*



11. Магнитное поле тока взаимодействует с магнитным полем магнита по закону: *разноименные магнитные полюсы притягиваются, одноименные – отталкиваются*.

Рис.2. Рамка с током в радиальном магнитном поле

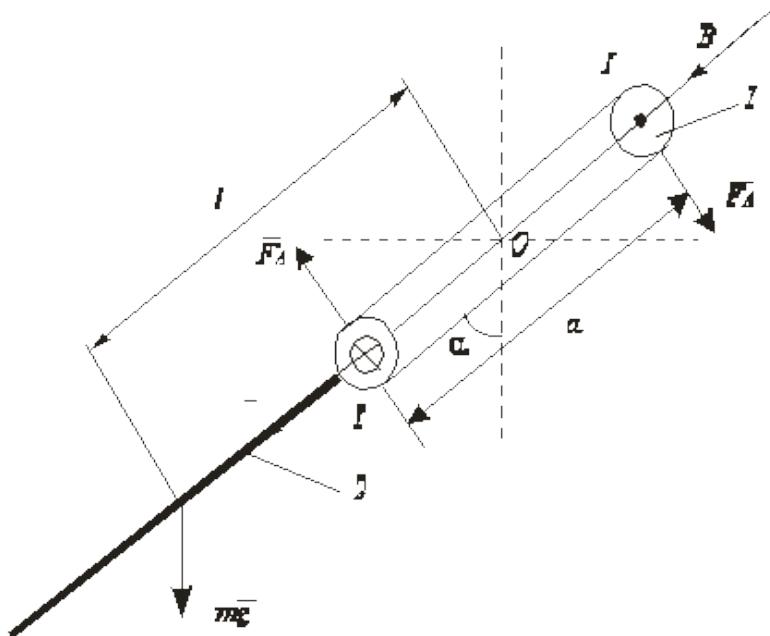


Рис. 3 Момент силы тяжести уравновешивает момент силы ампера

Из (4) и (5) и рис. 3 следует:

$$F_A a N = I B b a n = m g l \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $I$  - сила тока в рамке,  $B$  - магнитная индукция,  $a$  - ширина рамки,  $b$  - длина рамки,  $l$  - расстояние от центра масс стрелки до оси вращения рамки,  $m$  - масса стрелки,  $N$  - число витков рамки,  $\alpha$  - равновесный угол поворота рамки.

Из (6) следует:

$$F_A = \frac{m g l}{a N} \sin \alpha, \quad (7)$$

## 2. Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой амперметр магнитоэлектрической системы, в котором измерительная рамка находится в радиальном поле постоянных магнитов, как это показано на рис. 2. На стрелке прибора, в отсутствие тока занимающей вертикальное положение, закреплена тонкая металлическая трубочка. Измерительная шкала амперметра заменена транспортиром для измерения углов отклонения стрелки.

Для учета методической погрешности, связанной с наличием момента упругих сил  $M_y$ , возникающих в подвеске рамки при ее повороте, необходимо поставить корпус прибора на левую боковую грань и измерить угол  $b$  отклонения груза от вертикали. По углу  $b$  можно определить коэффициент жесткости подвески  $k$ .

Так как  $M_y = k b$ , то при равновесии рамки с грузом момент силы тяжести равен моменту упругих сил:

$$m g l \cos b = k b.$$

Отсюда

$$k = \frac{m g l \cos b}{b}.$$

С учетом момента упругих сил выражение (6) принимает вид

$$F_A a N = m g l \sin a + k a, \quad (8)$$

а выражение (7) -

$$F_A = \frac{m g l \sin \alpha}{a N} + \frac{m g l \cos \beta}{a N \beta} \alpha. \quad (9)$$

Из (2) и (9) получим выражение для расчета магнитной индукции:

$$B = \frac{m g l}{I N a b} \left( \sin(\alpha) + \frac{\alpha}{\beta} \cdot \cos(\alpha) \right) \quad (10)$$

### 3. Порядок выполнения работы.

1. Заполните табл. 1 спецификации измерительных приборов.
2. Измерьте зависимость угла  $a$  отклонения груза (поворота рамки) от силы тока  $I$  в рамке:
  - подключите модуль лабораторной работы соединительным кабелем к источнику питания. Регулятор напряжения на источнике питания установите в крайнее левое положение;
  - к нижнему штекерному разъему модуля подсоедините прибор для измерения силы тока в рамке;
  - произведите измерение силы тока в рамке для углов отклонения от 5° до 45°. Результаты измерений запишите в табл. 2.
  - выключите электропитание. Положите модуль лабораторной работы на левую боковую грань и измерьте угол  $b$  отклонения груза от горизонтали, результат измерений запишите после табл. 2.

Таблица 1: Спецификация измерительных приборов

Название прибора и его	Пределы измерения	Цена деления	Инструментальная погрешность

тип			

Таблица 2: Зависимость угла отклонения от силы тока в рамке

№	$I, A$	$a^\circ$	$F_A, H$

#### 4. Обработка результатов измерений

1. По данным табл. 2 рассчитайте по формуле (9) значения силы Ампера и результаты запишите в ту же таблицу.
2. Постройте график зависимости силы Ампера от силы тока в рамке, проведя через экспериментальные точки прямую, выходящую из начала координат.
3. Используя выражение (2) найдите по тангенсу угла наклона прямой на графике значение магнитной индукции  $B$  в воздушном зазоре постоянного магнита.
4. Рассчитайте погрешность измерения  $DF_A$  и  $DB$ , запишите окончательный результат в стандартной форме.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Запишите закон Ампера для силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.
2. Запишите условие равновесия рамки с учетом момента упругих сил.
3. Какова зависимость силы Ампера от силы тока в рамке?
4. Каким образом в данной лабораторной работе можно оценить работу сил Ампера?

## Лабораторная работа № 8.

### Тема: Изучение явления электромагнитной индукции.

**Цель работы:** изучение явления электромагнитной индукции.

**Оборудование:**

1. Миллиамперметр.
2. Магнит.
3. Катушка-моток.
4. Источник тока.
5. Реостат.
6. Ключ.
7. Катушка от электромагнита.
8. Соединительные провода.

### Теория

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление **электромагнитной индукции**.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

**Явление электромагнитной индукции** заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют **индукционным**.

В электрической цепи (рисунок 1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита, так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рисунок 1.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная э. д. с.

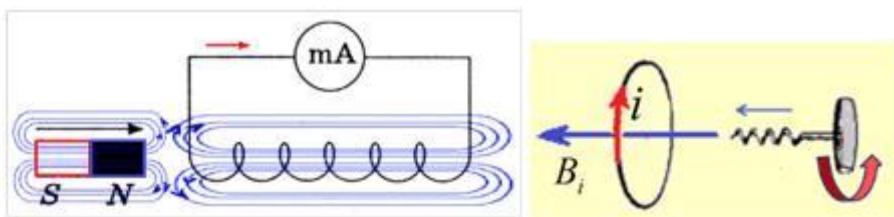


Рисунок 2.

Фарадей экспериментально установил, что *при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции  $E_{\text{инд}}$ , равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:*

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Эта формула выражает **закон Фарадея: э. д. с. индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.**

Знак минус в формуле отражает **правило Ленца**.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется **правилом Ленца: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.**

При возрастании магнитного потока  $\Phi > 0$ , а  $\mathcal{E}_{\text{инд}} < 0$ , т.е. э. д. с. индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

**При уменьшении магнитного потока**  $\Phi < 0$ , а  $\epsilon_{\text{инд}} > 0$ , т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

**Правило Ленца** имеет глубокий **физический смысл** – оно выражает закон сохранения энергии: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыта направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 2.

На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 1 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и ток будет течь справа налево.



Рис. 1. Экспериментальное оборудование

### Опыт 1.

Собрать схему: присоединить моток-катушку к миллиамперметру и используется магнит, который необходимо приближать или удалять от катушки.

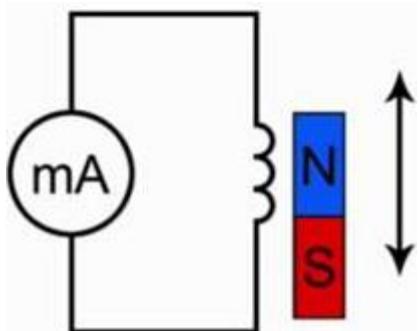


Рис. 2. Эксперимент 1

Подумайте над тем, как объяснить наблюдаемое явление:

Каким образом влияет магнитный поток на то, что происходит, в частности происхождение электрического тока. Для этого посмотрите на вспомогательный рисунок.

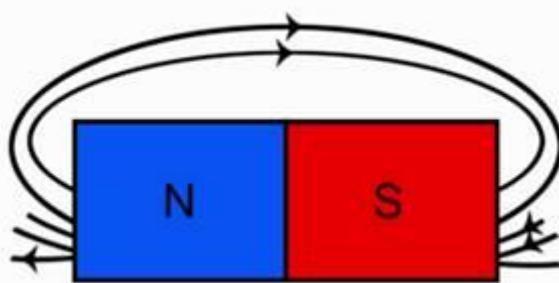


Рис. 3. Линии магнитного поля постоянного полосового магнита

Обратите внимание, что линии магнитной индукции выходят из северного полюса, входят в южный полюс. При этом количество этих линий, их густота различна на разных участках магнита. Обратите внимание, что направление индукции магнитного поля тоже изменяется от точки к точке.

**Вывод 1 эксперимента:**

(напишите вывод \_\_\_\_\_)

## Опыт 2.

Следующий этап исследования электромагнитной индукции связан с определением **направления индукционного тока**. О направлении индукционного тока судят по тому, в какую сторону отклоняется стрелка миллиамперметра. Воспользуйтесь дугообразным магнитом и пропишите, что увидите \_\_\_\_\_.

Далее магнит следует двигать в другую сторону, пропишите, что происходит со стрелкой \_\_\_\_\_.

Сделайте вывод, от чего зависит направление и величина индукционного тока \_\_\_\_\_.

## II часть лабораторной работы:

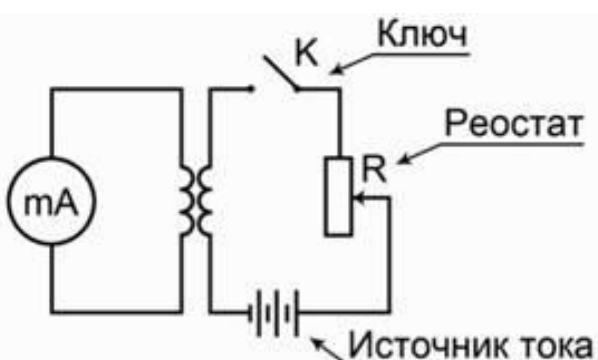


Рис. 4. Эксперимент 2

В схеме изменение магнитного потока необходимо получать не за счет движения постоянного магнита, а за счет изменения силы тока во второй катушке.

**Исследование наличия индукционного тока при замыкании и размыкании цепи.** 1 часть эксперимента: замкнуть ключ.

Пропишите, что происходит с током и стрелкой \_\_\_\_\_.

Прописать вывод данного эксперимента: \_\_\_\_\_.

2 часть эксперимента:

Необходимо проследить, как будет изменяться индукционный ток, если менять величину тока в цепи за счет реостата. Если изменять электрическое сопротивление в цепи, то, следуя закону Ома \_\_\_\_\_.

Сделать вывод по 2 части эксперимента.

### **Генератор**

В заключение лабораторной работы необходимо посмотреть на то, как создается индукционный электрический ток в генераторе электрического тока.

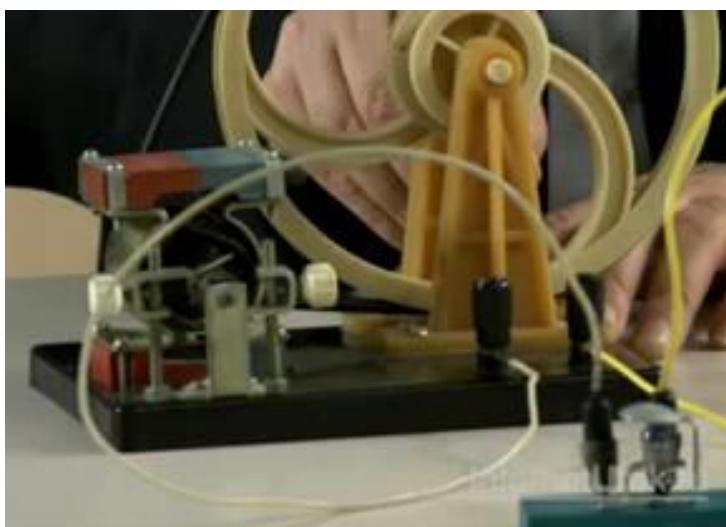


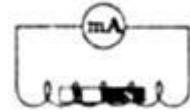
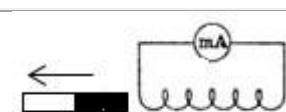
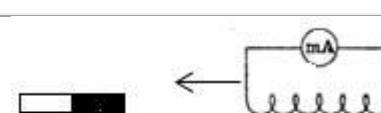
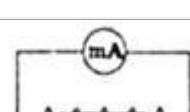
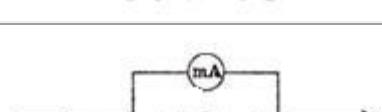
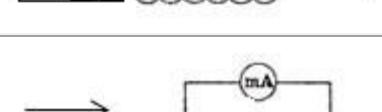
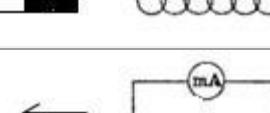
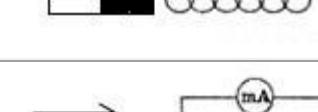
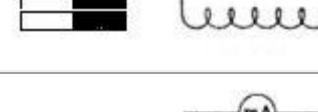
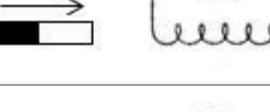
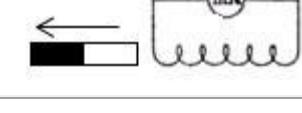
Рис. 5. Генератор электрического тока

Главная его часть – это магнит, а внутри этих магнитов располагается катушка с определенным количеством намотанных витков. Если теперь вращать колесо этого генератора в обмотке катушки будет наводиться индукционный электрический ток.

**Вывод:** что видно из эксперимента \_\_\_\_\_.

**Подготовьте для отчета таблицу и по мере проведения опытов заполните её.**

		<b>Направления отклонения стрелки мА</b>	<b>Направление индукционного тока</b>
	<b>Показания</b>		

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	mA	(вправо, влево или не отклоняется)	(по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

6. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
7. Какой ток называют индукционным?
8. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
9. Как формулируется правило Ленца?
10. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

### Лабораторно-практическое занятие № 9

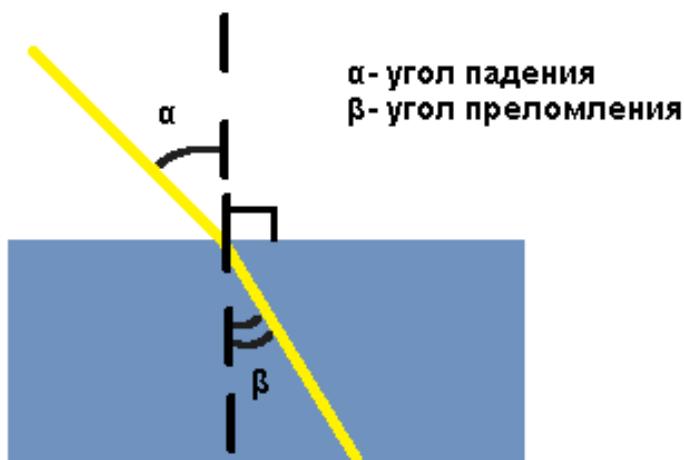
#### «Измерение показателя преломления стекла»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить показатель преломления плоскопараллельной пластины.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** плоскопараллельная пластина, транспортир

#### Теория:

**Преломление света** — явление, при котором луч света, переходя из одной среды в другую, изменяет направление на границе этих сред.



Преломление света происходит по следующему закону:  
Падающий и преломленный лучи и перпендикуляр, проведенный к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

где  $\alpha$  — угол падения,

$\beta$  — угол преломления,

$n$  — постоянная величина, не зависящая от угла падения.

При изменении угла падения изменяется и угол преломления. Чем больше угол падения, тем больше угол преломления. Если свет идет из среды оптически менее плотной в более плотную среду, то угол преломления всегда меньше угла падения:  $\beta < \alpha$ .

Луч света, направленный перпендикулярно к границе раздела двух сред, проходит из одной среды в другую **без преломления**.

### Ход работы:

3. Положите пластинку на лист и обведите карандашом её контуры.
4. Проведите произвольный падающий луч и перпендикуляр в точку падения.
4. Глядя через нижнее основание пластины на падающий луч, отметьте две точки, откуда выходит луч.
5. Уберите стекло и проведите преломленный луч.
7. С помощью транспортира определите углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ .
8. Используя закон преломления, найдите относительный показатель преломления стекла.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

8. Сравните полученный результат с табличным значением ( $n=1,6$ ) и сделайте вывод.

### **ОТЧЁТ РАБОТЫ:**

6. Произвести все расчёты лабораторной работы.
7. Сделать вывод работы.
8. Законы преломления света.
9. Закон прямолинейного распространения света.
10. Единица измерения показателя преломления света.

### **Литература:**

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

## **Лабораторная работа № 10.**

**Тема: Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.**

**Цель работы:** определить фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

**Оборудование:** линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, содержащим букву, источник тока, ключ, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

### **Вопросы для допуска к работе:**

4. Линзой называется \_\_\_\_\_
5. Тонкая линза – это \_\_\_\_\_
6. Покажите ход лучей после преломления в собирающей линзе.
  
10. Запишите формулу тонкой линзы.
11. Оптическая сила линзы – это \_\_\_\_\_  $D = \text{_____}$
12. Как изменится фокусное расстояние линзы, если температура ее повысится?
13. При каком условии изображение предмета, получаемое с помощью собирающей линзы, является мнимым?
14. Источник света помещен в двойной фокус собирающей линзы, фокусное расстояние которой  $F = 2 \text{ м}$ . На каком расстоянии от линзы находится его изображение?
15. Постройте изображение в собирающей линзе. Дайте характеристику полученному изображению.

### **Ход работы (1 часть)**

1. Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
2. Поставьте лампочку на один край стола, а экран – у другого края. Между ними поместите собирающую линзу.
3. Включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое, уменьшенное изображение светящейся буквы колпачка лампочки.
4. Измерьте расстояние от экрана до линзы в мм.  $d = \text{_____}$
5. Измерьте расстояние от линзы до изображения в мм.  $f = \text{_____}$
6. При неизменном  $d$  повторите опыт еще 2 раза, каждый раз заново получая резкое изображение.  $f_1, f_2, f_3$
7. Вычислите среднее значение расстояния от изображения до линзы.

$$f_1 + f_2 + f_3 = \text{_____}$$

$$8. \text{ Вычислите оптическую силу линзы } D = \text{_____}$$

$$9. \text{ Вычислите фокусное расстояние до линзы. } F = \text{_____}$$

10. Результаты вычислений и измерений занесите в таблицу:

№						
опыта	$f \cdot 10^{-3}$ , м	$f$ , м	$d$ , м	$D$ , дптр	$D$ , дптр	$F$ , м

## 2 часть работы:

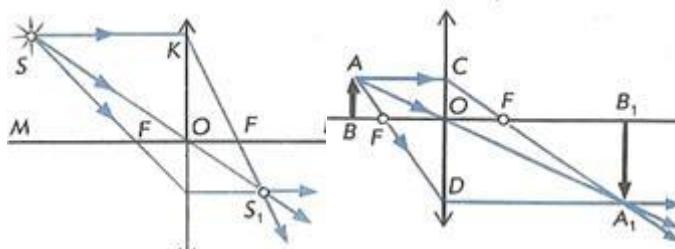
Проверить пригодность формулы тонкой линзы для вашей линзы и определить оптическую силу и фокусное расстояние линзы.

**Оборудование:** Измерительная лента, собирающая линза, лампочка на подставке, источник тока, выключатель, экран, соединительные провода, скотч, линейка, металлическая подставка.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D \quad (1)$$

**Теоретическое обоснование:** Формула тонкой линзы имеет вид:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$  (1), где  $d$  – расстояние от линзы до объекта,  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $F$  – фокусное расстояние линзы,  $D$  – оптическая сила линзы.

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы  $D$  при различных значениях  $d$  и  $f$ , найти абсолютные погрешности измерения  $D$  и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.



то изображение будет увеличенным (рис.1), если расстоянии  $f < d < 2f$ ,

Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Рис. 1

Рис. 2

## Проведение работы:

1. Положить измерительную ленту вдоль середины стола и закрепить ее концы скотчем.
2. Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель. **Лампочку включать только на время проведения эксперимента!**
3. Положить металлическую подставку под измерительную ленту на краю стола и установить на ней экран, так чтобы измерительная лента проходила под экраном.

4. Вам необходимо провести три эксперимента, так чтобы лампочка располагалась на трех различных расстояниях от экрана. Рекомендуемые расстояния  $\approx 20 - 25$  см,  $40 - 50$  см,  $90 - 100$  см. Поставить лампочку на определенном расстоянии от экрана и включить. Передвигая линзу по измерительной ленте до тех пор пока не будет получено резкое изображение светящейся перевернутой спирали лампочки.

5. Измерить расстояния  $d$  и  $f$ , как можно точнее, это важно для получения правильного результата. Данные занести в таблицу.

Номер опыта	<b>d</b> (от лампы до линзы), мм	<b>f</b> (от линзы до экрана), мм	<b>D</b> оптическая сила, дптр	Абс. погр. <b>ΔD</b>
1				
2				
3				

6. Рассчитать по формуле (1) оптическую силу  $D$ .

7. Абсолютную погрешность  $ΔD$  измерения оптической силы линзы вычислить по формуле:

$$ΔD = \frac{Δd}{d^2} + \frac{Δf}{f^2}$$
, где  $Δd$  и  $Δf$  абсолютные погрешности измерения  $d$  и  $f$ . Эти погрешности составляют  $Δd = Δf = 1,5$  мм. (0,5 мм при определении положения спирали лампочки и плоскости экрана и 1 мм при определении оптического центра линзы).

8. Отложить на оси значения  $D$  с интервалами погрешностей для всех трех измерений в масштабе  $D_1 - ΔD_1 < D < D_1 + ΔD_1$

$$D_2 - ΔD_2 < D < D_2 + ΔD_2$$

$$D_3 - ΔD_3 < D < D_3 + ΔD_3$$

9. Сделать вывод о справедливости или несправедливости формулы линзы в нашем случае:

10. Если формула не подходит для расчетов сдать работу и уйти домой.

11. В противном случае найти среднее арифметическое значение  $D_{cp}$ .

12. Затем вычислить среднюю арифметическую погрешность  $ΔD_{cp}$  по формуле

$$ΔD_{cp} = \frac{|D_1 - D_{cp}| + |D_2 - D_{cp}| + |D_3 - D_{cp}|}{3}.$$

13. Найти относительную погрешность  $D$ :  $ε_D = ΔD_{cp} \cdot 100\% / D_{cp}$ .

14. Найти среднее значение фокусного расстояния линзы:  $F_{cp} = 1 / D_{cp}$

15. Так как относительная погрешность оптической силы линзы равна относительной погрешности определения фокусного расстояния:  $ε_D = ε_F$ , то абсолютная погрешность  $ΔF = F_{cp} \cdot ε_D / 100\%$ .

16. Окончательно  $D = D_{cp} \pm ΔD_{cp}$

## Лабораторно-практическое занятие № 11, 12

«Измерение длины световой волны»

«Наблюдение интерференции, поляризации и дифракции света»

**ЦЕЛЬ:** *опытным путем вычислить длину световой волны.*

**ОБОРУДОВАНИЕ:** дифракционная решетка, прибор для определения длины световой волны, источник света.

### Теория:

**Дифракционная решётка** — оптический прибор, действие которого основано на использовании явления дифракции света. Представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность. Первое описание явления сделал Джеймс Грэгори, который использовал в качестве решётки птичьи перья. Расстояние, через которое повторяются штрихи на решётке, называют периодом дифракционной решётки. Обозначают буквой  $d$ .

Если известно число штрихов ( ), приходящихся на 1 мм решётки, то период решётки  $d$  находят по формуле:  $d = \sin \alpha = k * \lambda$ , мм.

где

$d$  — период решётки,

$\alpha$  — угол максимума данного цвета,

$k$  — порядок максимума, то есть порядковый номер максимума, отсчитанный от центра картинки,

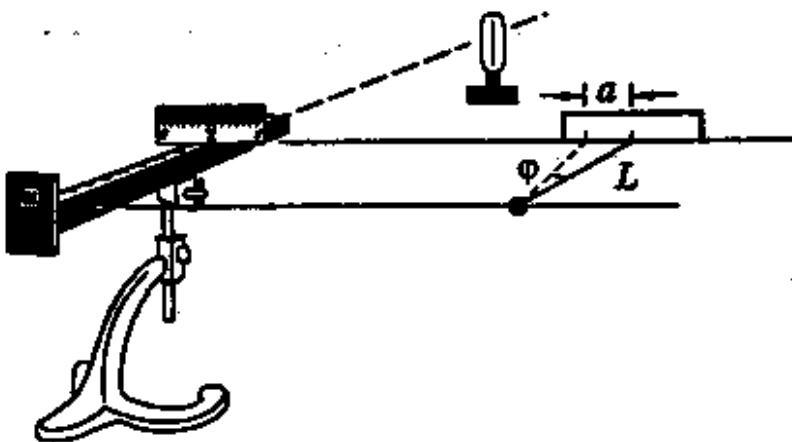
$\lambda$  — длина волны.

Условия интерференционных максимумов дифракционной решётки, наблюдаемых под определёнными углами, имеют вид:

Если же свет падает на решётку под углом  $\theta$ , то:

$$d \{ \sin \alpha + \sin \theta \} = k \lambda$$

### Ход работы:



6. Внимательно изучите дифракционную решетку. Запишите численное значение постоянной решетки  $d$ .
7. В соответствии с рисунком соберите измерительную установку.
8. Установите щель на расстоянии  $L=200$  мм от дифракционной решетки.
9. Определите расстояние  $a$  от середины щели до цветной полосы в миллиметрах (красный и фиолетовый).
10. Рассчитайте длину световой волны.  $D \cdot \sin\varphi = k \cdot \lambda$ ,  $k=1$ , при малых углах  $\sin\varphi=\tan\varphi$ , тогда формула, по которой будем вычислять длину волны имеет вид:

$$\lambda = d \cdot a / L$$

7. Заполните таблицу с полученными данными:

$L$ , мм	$a$ , см	$d$ , м	200

8. Сравните свой результат с табличным, и сделайте вывод к работе.

Красный  $(7,6-6,2)10^{-7}$  м Зеленый  $(5,6-5)10^{-7}$  м

Оранжевый  $(6,2-5,9)10^{-7}$  м Голубой  $(5-4,8)10^{-7}$  м

Желтый  $(5,9-5,6)10^{-7}$  м Синий  $(4,8-4,5)10^{-7}$  м

Фиолетовый  $(4,5-3,8)10^{-7}$  м

### ОТЧЁТ РАБОТЫ:

7. Произвести все расчёты лабораторной работы.
8. Сделать вывод работы.
9. Дать определение дифракционной решётки.
10. Дать характеристику каждой физической величины, входящих в формулу дифракционной решётки.

11. Единицы измерения длины световой волны, периода дифракционной решётки.
12. Определение периода дифракционной решётки.

#### Литература:

- Г.Я. Мякишев, Физика учебник 11 кл. 2014 г.

### Лабораторная работа № 13.

#### Тема: Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.

**Цель работы:** Наблюдение сплошного и линейчатого спектров излучения ионизированных газов, выделение основного отличительного признака сплошного и линейчатого спектров.

**Оборудование:** высоковольтный индуктор, источник питания, стеклянная пластина со скошенными гранями, спектральные трубы с водородом, криптон, неоном, гелием, соединительные провода, лампа с вертикальной нитью накала, призма прямого зрения.



#### Теория

##### Дневной свет

Мы видим основные цвета полученного сплошного спектра в следующем порядке: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный. Данный спектр непрерывен. Это означает, что в спектре представлены волны всех длин. Таким образом, сплошные спектры дают тела, находящиеся в твердом или жидкоком состоянии, а также сильно сжатые газы. Очередность цветов в спектре



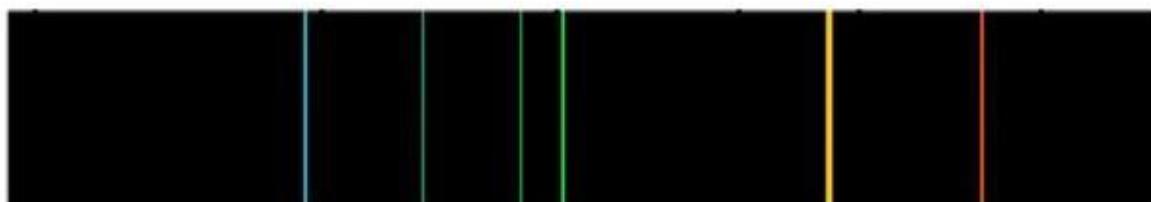
### Водород

Водородный спектр: фиолетовый, голубой, зеленый, оранжевый. Наиболее яркой является оранжевая линия спектра.



### Гелий

Спектр гелия: голубой, зеленый, желтый, красный. Наиболее яркой является желтая линия спектра.



### Неон

Спектр неона: зеленый, желтый, оранжевый, красный. Наиболее яркой является красная линия.



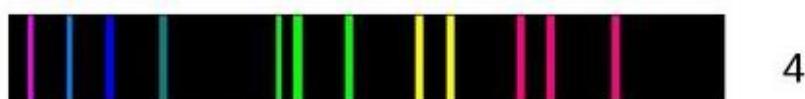
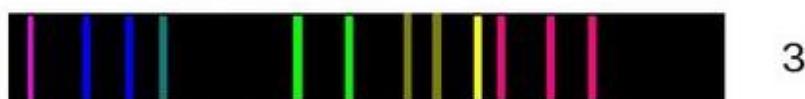
### Криптон

Спектр криптона: синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый. Наиболее яркой является зеленая линия.



**Ответьте на вопросы:**

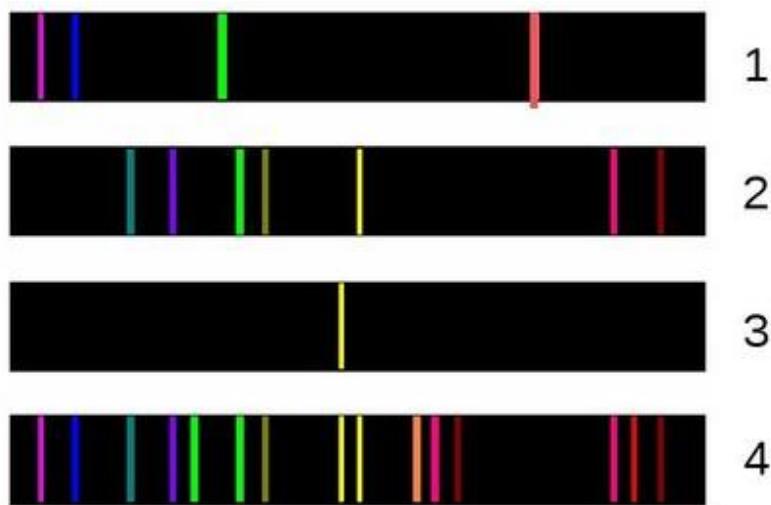
1. В составе какого химического соединения (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



2. В какой смеси газов (спектры 1, 3, 4) содержится гелий (2)?



3. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (3). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ? (4)



**Ход работы:**

1. Расположить пластинку горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол  $45^0$ , наблюдать сплошной спектр.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности. Зарисовать наблюдаемые спектры, дать ему характеристику.
3. Повторить опыт, рассматривая сплошной спектр через грани, образующие угол  $60^0$ . Записать различия в виде спектров.
4. Наблюдать линейчатые спектры водорода, криптона, неона, гелия, рассматривая светящиеся спектральные трубы сквозь грани стеклянной пластины. Записать наиболее яркие линии спектров (наблюдать линейчатые спектры удобнее сквозь призму прямого зрения).
5. Запишите вывод по проделанной работе (все ли вещества в газообразном состоянии дают линейчатые спектры? Какова длина волн?).
6. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.
4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.

Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.
6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

**Дополнительные задания:**

1. Какой спектр представлен на рисунке?

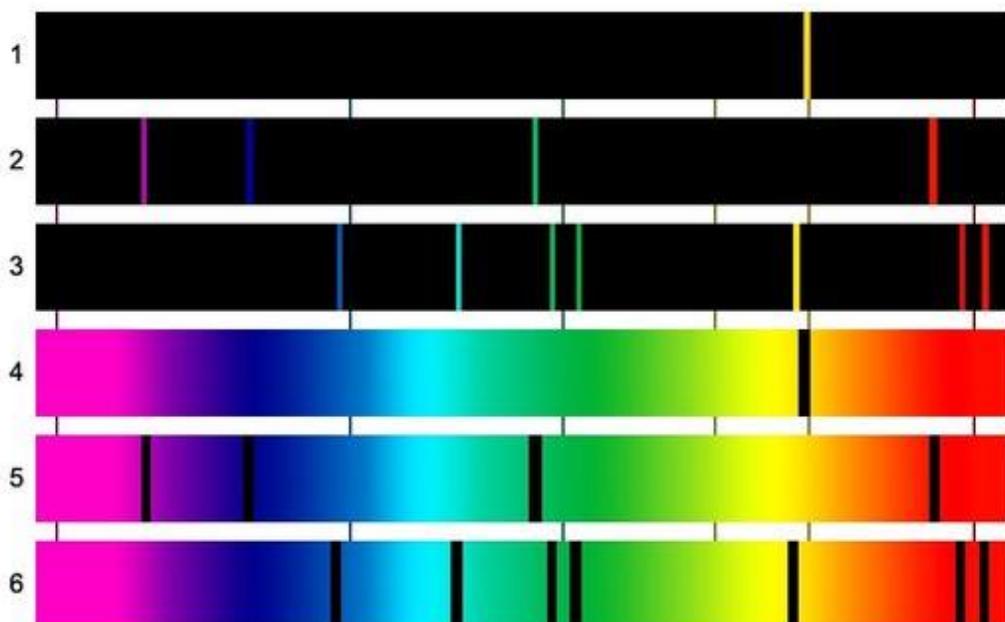


2. В каком агрегатном состоянии находится вещество на изображенном спектре?



3. Содержится ли в смеси газов (спектр 4):

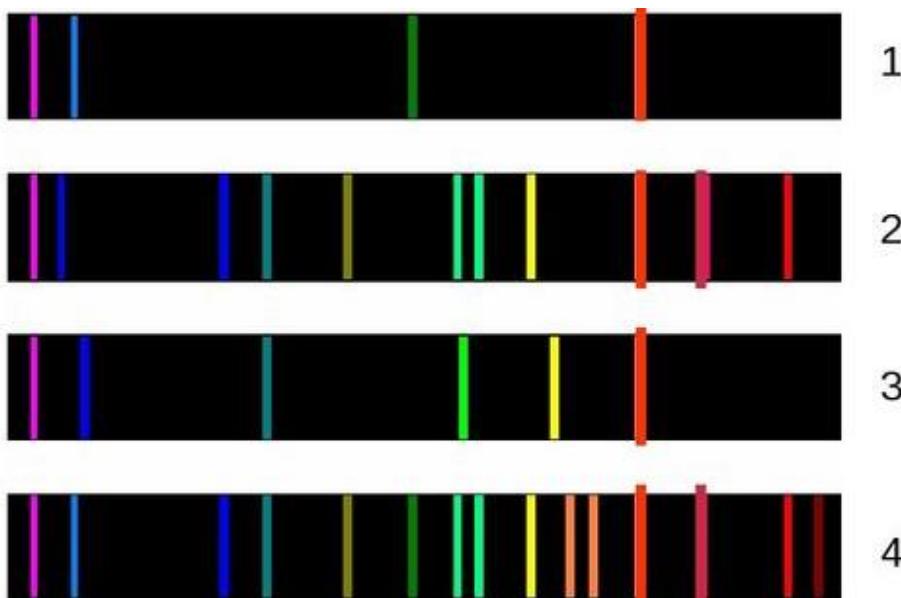
- а) натрий (спектр 1);
- б) водород (спектр 2);
- в) гелий (спектр 3)



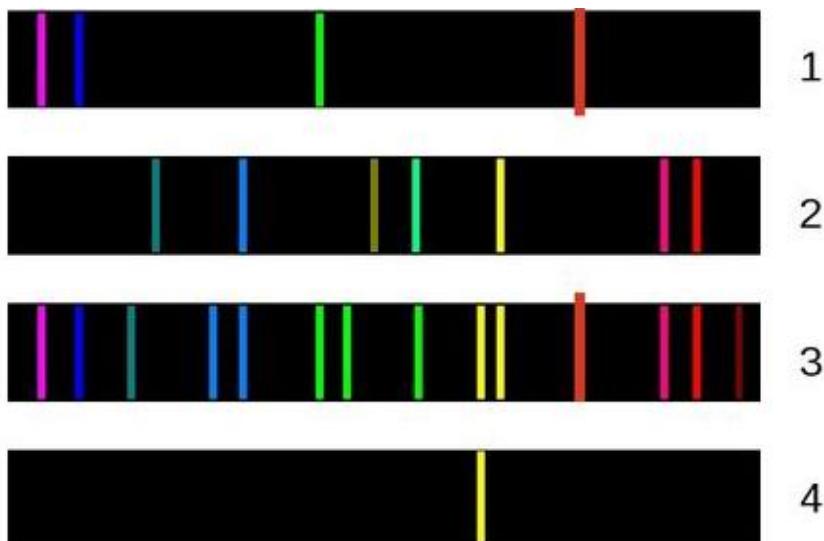
Спектры испускания: 1 - натрия; 2 - водорода; 3 - гелия.

Спектры поглощения: 4 - натрия; 5 - водорода; 6 - гелия.

4. В какой смеси газов (спектры 2, 3, 4) содержится водород (спектр 1)?



5. На рисунке изображены спектры излучения водорода (1), гелия (2), натрия (4). Какие из этих элементов содержаться в смеси веществ?



### Контрольные вопросы

1. Какие вещества дают сплошной спектр?
2. Какие вещества дают линейчатый спектр?
3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.
4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?

Ответы для самопроверки:

1. Зарисуйте цветными карандашами несколько наблюдаемых вами спектров.



4. Направьте спектроскоп на светящуюся люминесцентную лампу, установленную на демонстрационном столе, и рассмотрите её спектр. Зарисуйте наблюдаемый спектр.

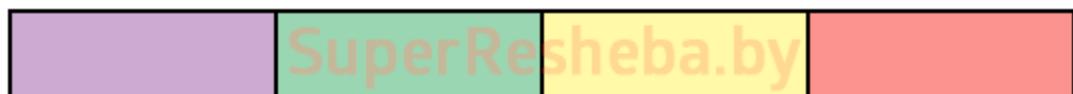


Опишите, чем спектр люминесцентной лампы отличается от спектра лампы накаливания.

*ответ: Лампа накаливания даёт сплошной спектр, а люминесцентная лампа даёт линейчатый спектр.*

5. Вставьте трубку с гелием 1 в держатель 2 прибора для зажигания спектральных трубки подключите прибор к источнику напряжения 3. Зажгите спектральную трубку и рассмотрите в спектроскоп 4 линейчатый спектр излучения гелия. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

*ответ: Фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*



6. Повторите наблюдения со спектральной трубкой, наполненной другим газом. Зарисуйте спектр излучения данного газа и запишите основные цвета в наблюдаемой последовательности.

**Водород:**



**Неон:**



*ответ: Водород: фиолетовый, зелёный, красный.*

*Неон: фиолетовый, зелёный, оранжевый, красный.*

7. Сравните полученные линейчатые спектры излучения с табличными спектрами излучения соответствующих газов. Сделайте выводы.

*Вывод: Спектры практически не отличаются. Единственное отличие — фиолетовый цвет переливается с голубым.*

### **Ответы на контрольные вопросы**

#### **1. Какие вещества дают сплошной спектр?**

*ответ: Нагретые тела, находящиеся в твёрдом и жидкоком состоянии, газы при высоком давлении и плазма.*

#### **2. Какие вещества дают линейчатый спектр?**

*ответ: Те вещества, у которых слабое взаимодействие между молекулами, например достаточно разряжённые газы. Также линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомном состоянии.*

#### **3. Объясните, почему отличаются линейчатые спектры различных газов.**

*ответ: При нагревании часть молекул газа распадаются на атомы, излучаются кванты с различными значениями энергии, от чего и зависит цвет.*

#### **4. Почему отверстие коллиматора спектроскопа имеет форму узкой щели? Изменится ли вид наблюдаемого спектра, если отверстие сделать в форме треугольника?**

*ответ: Отверстие имеет форму узкой щели для создания картишки. Если отверстие сделать треугольным, то линейчатый спектр станет треугольным и размытым.*

*Выводы: сплошные спектры дают тела в твердом или жидкоком состоянии, а также сильноосжатые газы. Линейчатые спектры дают вещества в атомарном газообразном состоянии.*

## **Лабораторная работа № 14.**

**Тема: Изучение треков заряженных частиц.**

**Цель:** установить тождество заряженной частицы по результатам сравнения ее трека с треком протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле.

**Оборудование:** Готовая фотография двух треков заряженных частиц. I трек — протон, II — частица, которую необходимо идентифицировать; треугольник или линейка с ценой деления 1 мм/дел; циркуль; лист прозрачной бумаги; карандаш.

**Описание работы:** Работа проводится с готовой фотографией треков двух заряженных частиц (один принадлежит протону, другой частице, которую надо идентифицировать). Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Отношение удельных зарядов обратно пропорционально отношению радиусов треков:

$$\frac{q/m}{e/m} = \frac{R_1}{R_2}$$

Для измерения радиуса кривизны трека вычерчивают две хорды и восстанавливают к ним перпендикуляры из центров хорд. Центр окружности лежит на пересечении этих перпендикуляров.

Расчетные формулы:

Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона. Это можно сделать, измерив радиус кривизны треков на начальных участках и сравнив их.

Для заряженной частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, можно записать:

$$qBv = \frac{mv^2}{R} \text{ или } \frac{q}{m} = \frac{v}{BR}.$$

Отсюда видно, что отношение удельных зарядов частиц равно обратному отношению радиусов треков.



Радиус трека определяется следующим образом: вычерчивают как на рисунке две хорды и восстанавливают к ним в их серединах перпендикуляры. На их пересечении лежит центр окружности. Измеряют их линейкой.

Спецификация измерительного прибора:

Наименование	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная погрешность
линейка	50 см	1 мм	0,5 мм

### Материал для справок:

Удельный заряд электрона:  $1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд протона:  $0,96 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

Удельный заряд альфа-частицы:  $0,5 \cdot 10^8 \text{ Кл/кг}$ .

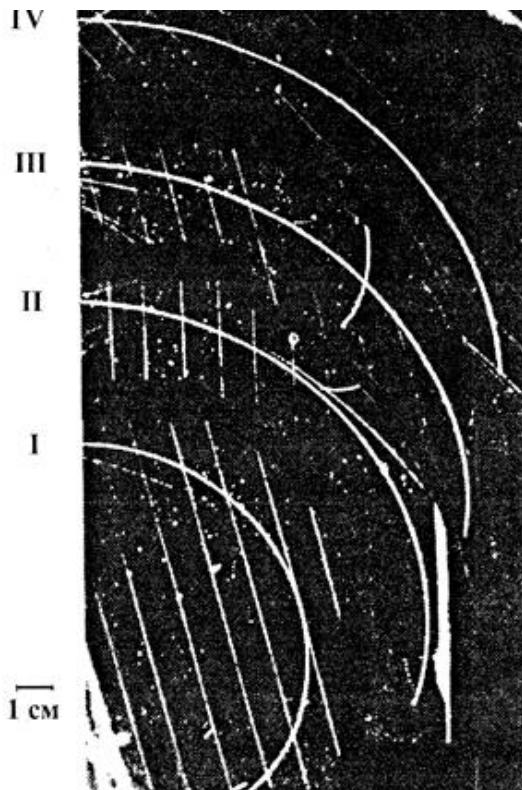
Формула погрешности удельного заряда:

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{\Delta r_1}{r_1} + \frac{\Delta r_2}{r_2},$$

где  $\Delta r_1, \Delta r_2$  – абсолютная погрешность прибора,  $r_1, r_2$  – радиусы треков.

## ХОД РАБОТЫ

1. Рассмотрите фотографии треков. Трек I принадлежит протону, треки II, III и IV – частицам, которые нужно идентифицировать. Вектор индукции магнитного поля перпендикулярен к плоскости фотографии и равняется 2,17 Тл. Начальные скорости всех частиц одинаковы и перпендикулярны к направлению магнитному поля.



2. Наложите на фотографию лист прозрачной бумаги и перенесите на него треки.
3. Для каждого трека проведите две хорды и в их серединах поставьте перпендикуляры. На пересечении перпендикуляров лежат центры кругов.
4. Измерьте радиусы кривизны треков частиц, перенесенных на бумагу, на их начальных участках. Объясните, почему траектории частиц являются дугами кругов. Какая причина разницы в кривизне траекторий разных ядер? Объяснение запишите в тетрадь.
5. Измерьте радиусы кривизны в начале и в конце одного из треков. Объясните почему кривизна траектории каждой частицы изменяется от начала до конца пробега частицы?
6. Объясните причины отличия в толщине треков разных ядер. Почему трек каждой частицы толще в конце пробега, чем в начале? Объяснение запишите в тетрадь.

$$\frac{q}{m}$$

7. Сравните удельные заряды  $\frac{q}{m}$  частицы III и протона I, зная, что начальные скорости частицы и протона одинаковы. Отношение удельных зарядов частиц обратно к отношению радиусов их траекторий, так как.

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{B \cdot R}$$

8. Идентифицируйте частицу III по результатам исследования.

9. Другие треки принадлежат ядрам дейтерия и трития. Выясните, какому именно ядру принадлежит трек II и IV?

Таблица результатов измерений:

Трек №	Радиус, $r$ , мм
1.	
2.	

$$\Delta \frac{q}{m} = \frac{0,5}{m} + \frac{0,5}{m},$$

$$\frac{q}{m} = \frac{q}{m} \text{ эксп.} \pm \Delta \frac{q}{m}$$

#### 10. Вывод по проделанной работе:

Проведя идентификацию заряженной частицы методом сравнения ее трека с треком протона, мы определили, что данная частица является \_\_\_\_\_ (полученный результат).

#### *Содержание отчета*

1. Оформить отчёт в тетради для лабораторно-практических работ, где указать:
  - номер и название лабораторной работы.
  - цель занятия.
2. Сформулировать задание на ЛПЗ.
3. Привести краткие теоретические сведения
4. Кратко описать порядок выполнения задания.
5. Сделать вывод

## **Лабораторная работа № 15.**

### **Тема: Моделирование радиоактивного распада.**

**Цель:** Проверить закон радиоактивного распада и построить график распада.

**Оборудование:** Монетки, банка, поднос.

#### **Последовательность выполнения работы**

3. Отсчитай начальное количество монет  $N_0=128$ , перемешай их в банке и высыпь на поднос. Посчитай число монет, что «не распались», сложи их в банку, перемешай, высыпь на поднос и снова посчитай число монет что «не распались». Опыт проведите 10 раз.
4. Заполни таблицу.

Повтори серию бросков дважды, начиная всегда с  $N_0=128$

4. Построй график зависимости  $N(n)$ , какой соответствует формуле:  
 $N=N_0 \cdot N=N_0$

Разным сериям могут соответствовать разные цвета. Подберите удобный масштаб.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?
2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?
3. Вывод:

#### **Проверочные ответы на контрольные вопросы:**

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа?  
Почему?

Период на полураспаде радиоактивного элемента – это время, на протяжении которого распадается половина радиоактивных атомов. Например, есть 100 радиоактивных атомов. В элемента с периодом на полураспаде 1 суток за сутки распадается 50 атомов, и уцелеет 50 атомов. В элементе с периодом до полураспада 1 час 50 атомов распадутся за 1 час. Элемента с периодом на полураспаде 1 суток.

2. Почему закон радиоактивного распада есть статистическим?

Закон радиоактивного распада есть статистическим. Он выполняется для большого количества атомов. Кроме того, предусматривать, какие самые атомы распадаются, невозможно. Можно только указать, какая часть (или сколько процентов) радиоактивных атомов распадается.

3. Вывод:

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СДАЧЕ ЭКЗАМЕНА.**

Овладеть курсом физики – это значит не только понять физические явления и закономерности, но и научиться применять их на практике. Всякое применение общих положений физики для разрешения конкретного вопроса есть решение физической задачи.

**Первый и второй вопрос** представляют собой проверку теоретических знаний. Хорошо справившись с ними, вы получите удовлетворительный или хороший балл. **Третий вопрос** содержит задания практического характера. Если вы правильно решите эту часть – хорошая или отличная оценка гарантирована.

Перед сдачей экзамена повторите главные формулы физики. Вспомните основные физические величины. Чтобы хорошо решить практическую часть, достаточно выучить начальные значения и главные формулы. Заведите тетрадь и выписывайте туда короткие пометки. Страйтесь записывать все мелким почерком, но подробно и разборчиво, чтобы в последствие повторить пройденное. **Значения, записанные от руки, запоминаются гораздо лучше, что было уже неоднократно доказано.**

При подготовке к экзамену обратите внимание на отработку следующих умений и навыков:

13. получение и запись ответа в указанных единицах измерения;
14. округление ответа с указанной в задании точностью;
15. правильное использование понятия «абсолютная величина»;
16. использование справочных данных с указанной точностью;
17. использование единиц Международной системы в расчетных формулах;
18. умение пользоваться кратными дольными приставками;
19. умение проводить измерения с большими и малыми числами, записанными в стандартном виде;
20. проводить наблюдения природных явлений,
21. описывать и обобщать результаты наблюдений,
22. использовать простые измерительные приборы для изучения физических явлений;
23. представлять результаты наблюдений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости;
24. применять полученные знания для объяснения разнообразных природных явлений и процессов, принципов действия важнейших технических устройств, для решения физических задач.

**При изучении отдельных разделов** следует обратить внимание на следующие моменты:

**Раздел «Кинематика».** Свободное падение – это движение под действием ускорения свободного падения как с начальной скоростью, так и без нее. Наиболее распространенной ошибкой является то, что свободное падение воспринимается учащимися как движение **без** начальной скорости с ускорением равным  $g$ .

### **Раздел «Динамика»**

Целесообразно при рассмотрении ситуаций с телом покоящимся в инерциальной системе отсчета ввести преобразование Эйнштейна (Силу инерции  $\mathbf{F}_{\text{инерции}} = -m_{\text{тела}} \mathbf{a}_{\text{системы}}$ )

### **Раздел «МКТ и термодинамика»**

При рассмотрении темы «Реальные жидкости и газы» целесообразно начертить график зависимости  $p(T)$ ,  $\rho(T)$  по данным, приведенным в табл. задачника А.П.Рымкевича и сравнить с графиками идеального газа.

Процесс	Закон	Формула	График зависимости $P, V$	График зависимости $V, T$	График зависимости $P, T$

Изобарный $P=const$	Гей-Люссака	$V/T=const$			
Изотермический $T=const$	Бойля-Мариотта	$P \cdot V = const$			
Изохорный $V=const$	Шарля	$P/T=const$			

А так же рассмотреть процесс перехода из пара в вводу и

### Раздел «Электродинамика»

При анализе цепей постоянного тока рассмотреть задачи, когда в цепь постоянного тока включены конденсатор и полупроводниковые диоды.

### Таблица зависимости характеристик тока при параллельном и последовательном подключении

Последовательное подключение	Параллельное подключение
Сила тока	
$I=I_1=I_2$	$I=I_1+I_2$
Напряжение	
$U=U_1+U_2$	$U=U_1=U_2$
Сопротивление	
$R=R_1+R_2$	$1/R=1/R_1+1/R_2$
Емкость	
$C=C_1+C_2$	$C=C_1+C_2$

### Раздел «Колебания и волны»

При рассмотрении колебаний нитяного маятника целесообразно обратить внимание, что в формуле периода колебаний не просто ускорение свободного падения, а ускорение, вызванное действующей на тело силой тяжести, единственной в данном случае.

### Раздел «Геометрическая оптика»

Часто при решении задач с неявным описанием изображения, даваемых тонкими линзами, затрудняются в выборе знака фокусного расстояния и расстояния от главной плоскости линзы до изображения. Для преодоления затруднения целесообразно заполнить следующую таблицу.

Ключевые слова	Вид линзы	Вид изображения	F	f	d
Изображение расположено <b>перед</b> линзой	?	мнимое	?	-	+
Изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
<b>Увеличенное</b> изображение расположено <b>перед</b> линзой	собирающая	мнимое	+	-	+
<b>Увеличенное</b> изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
<b>Уменьшенное</b> изображение расположено <b>перед</b> линзой	рассеивающая	мнимое	-	-	+
<b>Уменьшенное</b> изображение расположено <b>за</b> линзой	собирающая	действительное	+	+	+
Уменьшенное изображение	?	?	?	?	+
Увеличенное изображение	собирающая	?	+	?	+

В тех случаях, когда возникает неопределенность, следует поставить ?, тогда необходимо искать дополнительную информацию в условии задачи, или рассматривать все возможные варианты.

### Раздел «Квантовая физика»

При рассмотрении задач на применение формулы Эйнштейна для фотоэффекта необходимо не только рассмотреть вольт - амперную характеристику фотоэлемента, но и рассмотреть решение задачи в табличном виде.

При подготовке к экзамену можно пользоваться сайтами:

<a href="http://mon.gov.ru">http://mon.gov.ru</a>	Министерство образования и науки.
<a href="http://www.fipi.ru">www.fipi.ru</a>	Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ).
<a href="http://www.ege.edu.ru">www.ege.edu.ru</a>	Официальный информационный портал единого государственного экзамена (ЕГЭ).
<a href="http://obrnadzor.gov.ru">http://obrnadzor.gov.ru</a>	Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки.

**При подготовке к урокам рекомендуется обращаться на образовательные порталы**

Адрес сайта	Название	Основные разделы
<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный портал "Российское образование"	Каталог образовательных интернет - ресурсов; Законодательство (образование, наука, культура, физическая культура); Нормативные документы системы образования; Государственные образовательные стандарты; Глоссарий (образование, педагогика); Учреждения; техникумы, вузы; Картографический сервис (образовательная статистика, учебные карты); Дистанционное обучение (курсы, организации, нормативная база); Мероприятия (конференции, семинары, выставки); Конкурсы; Образовательные CD/DVD.
<a href="http://school.edu.ru">http://school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Каталог интернет-ресурсов; Коллекции; Образование в регионах (региональные страницы, органы управления образованием, образовательные сайты, образовательные учреждения)
<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	Более 19 500 ресурсов в открытом доступе. Заказ на CD/DVD носителях. Наборы ЦОР к учебникам; Тематические коллекции; Инструменты организации учебного процесса; Электронные издания; Методические материалы; Ресурсы учителей. Каталог образовательных ресурсов
<a href="http://www.ege.edu.ru">http://www.ege.edu.ru</a>	Портал информационной поддержки единого государственного экзамена	Нормативные документы; Демонстрационные версии тестов (ЕГЭ); Информационная поддержка разработчиков КИМ; Архив заданий официальных вариантов ЕГЭ.
<a href="http://www.en.edu.ru">http://www.en.edu.ru</a>	Естественно - научный образовательный портал	Физика; Химия; Биология; Математика.
<a href="http://www.rosuchpribor.ru">http://www.rosuchpribor.ru</a>		В каталоге в краткой форме представлены технические и функциональные

характеристики учебного оборудования, а также перечни лабораторных и демонстрационных экспериментов, выполняемых с его применением.

**При сдаче экзамена на «5»** необходимо дать четкие определения и понятия по заданному вопросу, написать все необходимые формулы с единицами измерений, уметь переводить единицы в систему СИ, правильно решить задачу или выполнить лабораторную работу, ответить на дополнительные вопросы преподавателя.

**При сдаче экзамена на «4»** возможны незначительные недочеты в определениях и понятиях по заданному вопросу, формулы должны быть написаны с единицами измерений, задача или лабораторная работа должна быть выполнена в полном объёме, студент должен давать ответ на дополнительные вопросы преподавателя.

**При сдаче экзамена на «3»** возможны множественные недочеты в определениях и понятиях по заданному вопросу, формулы должны быть написаны с единицами измерений, задача или лабораторная работа может быть выполнена не до конца, или с подсказками преподавателя.

**При сдаче экзамена на «2»** прослеживаются грубые ошибки в определениях и понятиях по заданному вопросу, незнание формул, задача или лабораторная работа не выполнена, студент не дает ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

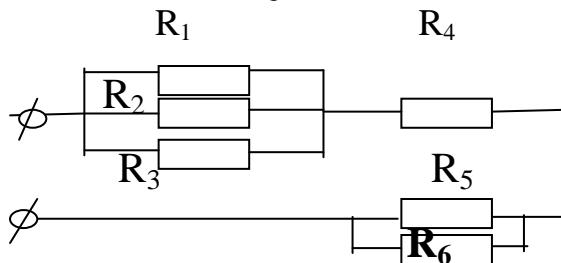
## ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ.

### БИЛЕТ № 1

4. Механика, динамика, кинематика. Основные базовые величины, определения, силы в механике.
5. Основные положения МКТ строения вещества.
6. Задача (тема: Магнетизм. Сила Лоренца) В однородном магнитном поле напряженностью  $B=0,4$  Тл перемещается электрон со скоростью 8000м/с. Угол между направлением движения электрона и магнитными линиями составляет  $30^0$ . Определите силу магнитного поля, отклоняющую электрон.

### БИЛЕТ № 2

4. Основные положения МКТ, атомная единица массы, относительная атомная масса, постоянная Авогадро.
5. Сопротивление, соединение проводников..
6. Задача. Найти общее сопротивление цепи, если каждое сопротивление по 4 Ом.



### **БИЛЕТ № 3**

4. Электроемкость, конденсаторы, соединения конденсаторов.
5. Механическое движение. Характеристики механического движения: перемещение, скорость, ускорение.
6. Лабораторная работа «Исследование температуры остывающей жидкости»

### **БИЛЕТ № 4**

2. Законы динамики Ньютона. Закон всемирного тяготения. Невесомость.
2. Постоянный электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи.
3. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) При постоянной температуре газ расширяется от  $0,3\text{м}^3$  до  $0,9\text{м}^3$ . Найти конечное давление газа, если начальное  $6 \cdot 10^5 \text{ Па}$

### **БИЛЕТ № 5**

3. Солнце и звезды, наша планетная система, галактики.
4. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
3. Задача (тема: Законы Ньютона) Тело, массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы.

### **БИЛЕТ № 6**

4. Испарение и кипение жидкостей.
5. Постоянный электрический ток. Основные характеристики.
6. Задача (тема: Температура) Вычислить по шкале Фаренгейта и термодинамической шкале температуру тела человека.

### **БИЛЕТ № 7**

4. Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии. Работа и мощность.
5. Закон Кулона, электрический заряд.
6. Задача (тема: Электромагнитные волны) В 1897 году русский физик Лебедев получил электромагнитные волны длиной 4 мм. Вычислите период и частоту этих волн.

### **БИЛЕТ № 8**

4. Влажность воздуха, приборы определения влажности воздуха.
5. Электрическое поле и его характеристики – напряженность и потенциал.
6. Задача (тема: Оптика) Луч падает под углом  $30^\circ$  на поверхность воды. Под каким углом пойдут эти лучи в воде после преломления? ( $n_{\text{воздуха}}=1$ ,  $n_{\text{воды}}=1,33$ )

### **БИЛЕТ № 9**

4. Аморфные и кристаллические твердые тела. Характеристики. Примеры.
5. Проводник (металл) и диэлектрик в электрическом поле.
6. Задача (тема: Закон Кулона) Найти силу взаимодействия электрических зарядов  $7 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$  и  $8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$  на расстоянии 2 см в вакууме.

**БИЛЕТ № 10**

4. Механические колебания. Амплитуда, период, частота. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.
5. Закон Кулона, электрический заряд.
6. Задача (тема: Кинематика материальной точки) Вертолет, пролетев по прямой 400 км, повернулся под углом  $90^0$  и еще пролетел 300 км. Найти путь и перемещение вертолета.

**БИЛЕТ № 11**

4. Электрический ток в жидкости, электролиз, I закон Фарадея. Применение электролиза.
5. Механические волны. Свойства механических волн. Длина волн. Звуковые волны.
6. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) Газ при  $20^0\text{C}$  имел объем 0,6  $\text{м}^3$ . Найти объем этого газа при  $90^0\text{C}$ . Процесс изобарный.

**БИЛЕТ № 12**

4. Внутренняя энергия и работа газа. Первый закон термодинамики. Понятие теплового двигателя.
5. Спектр электромагнитных волн.
6. Задача (тема: Электромагнитные волны) В 1897 году русский физик Лебедев получил электромагнитные волны длиной 4 мм. Вычислите период и частоту этих волн.

**БИЛЕТ № 13**

4. Аморфные и кристаллические твердые тела. Характеристики. Примеры.
5. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность электрического тока.
6. Задача (тема: Электролиз) Сколько чистой меди выделиться из раствора медного купороса, если через него в течение 150 сек протекал ток силой 5 А? ( $k=3.28 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл)

**БИЛЕТ № 14**

4. Получение переменного электрического тока, генератор тока.
5. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
6. Задача (тема: Идеальный газ. Изопроцессы) Газ при  $(-20^0)$  имел давление  $3 \cdot 10^5$  па. Найти его давление при  $100^0\text{C}$ . Процесс изохорный.

**БИЛЕТ № 15**

4. Электролиз и его применение. Закон Фарадея.
5. Магнитное поле, его изображение, правило буравчика.
6. Лабораторная работа «Измерение массы воздуха в классной комнате»

**БИЛЕТ № 16**

2. Влажность воздуха, приборы определения влажности.
2. Магнитное поле. Сила Ампера. Электроизмерительные приборы.
3. Лабораторная работа «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы».

**БИЛЕТ № 17**

4. Сопротивление, соединение проводников.
5. Трансформатор, его устройство и принцип действия.
6. Лабораторная работа «Измерение длины световой волны».

### **БИЛЕТ № 18**

4. Отражение и преломления волн. Свойства света.
5. Внешний фотоэффект, опыты Столетова.
6. Задача (тема: Импульс тела) Два шара массой  $m_1=1$  кг и  $m_2=2$  кг скользят по гладкой горизонтальной поверхности на запад и на север со скоростью  $v_1=10$  м/с и  $v_2=5$  м/с соответственно. Найти направление и импульс системы двух шаров.

### **БИЛЕТ № 19**

4. Строение атома по Бору.
5. Генератор. Трансформатор. Производство и использование электроэнергии. Проблемы энергосбережения. Техника безопасности при работе с электрическим током.
6. Лабораторная работа «Измерение показателя преломления стекла».

### **БИЛЕТ № 20**

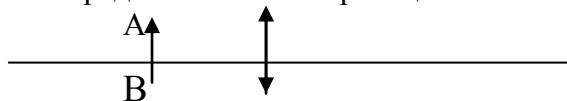
4. Управляемая, неуправляемая цепная реакция, АЭС.
5. Свет как электромагнитная волна.
6. Лабораторная работа «Измерение КПД электрического нагревательного прибора»

### **БИЛЕТ № 21**

4. Колебания, параметры колебаний, математический маятник.
5. Радиоактивность,  $L \beta \gamma$  лучи, биологическое действие  $\gamma$  лучей.
6. Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции».

### **БИЛЕТ № 22**

4. Законы отражения и преломления света.
5. Получение переменного тока, генератор тока.
6. Задача. Построить изображение предмета АВ в собирающей линзе.



### **БИЛЕТ № 23**

4. Линзы, основные линии и точки линзы, изображение предмета в линзе.
5. Солнце и звезды, наша планетная система, галактики.
6. Лабораторная работа «Наблюдение действия магнитного поля тока».

### **БИЛЕТ № 24**

4. Свет как электромагнитная волна. Свойства света.
5. Электроемкость, конденсаторы, соединительные конденсаторы.
6. Задача. Угол падения луча света  $30^\circ$  ( $\sin 30^\circ = 0,5$ ). Свет падает из воздуха ( $n=1$ ) в воду ( $n=1,33$ ). Найти синус угла преломления.

**БИЛЕТ № 25**

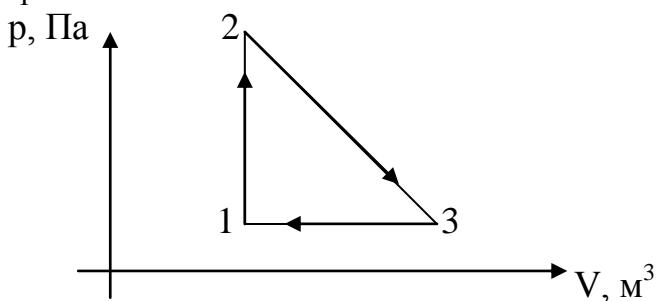
1. Различные виды электромагнитных излучений, их свойства и практические применения.
2. Фотоэффект и его применение.
3. Задача. Найти силу взаимодействия электрических зарядов  $5*10^{-3} \text{Кл}$  и  $8*10^{-9} \text{Кл}$  на расстоянии  $3*10^{-2} \text{ см}$  в вакууме.

**БИЛЕТ № 26**

4. Механика, кинематика, динамика. Основные понятия.
5. Фотоэффект. Понятие. Применение фотоэффекта.
6. Лабораторная работа «Определение ускорения свободного падения с помощью маятника».

**БИЛЕТ № 27**

4. Линзы, основные линии и точки линзы, изображение предмета в линзе.
5. Аморфные и кристаллические твердые тела.
6. Задача. Описать процесс работы газа.

**БИЛЕТ № 28**

4. Испарение и кипение жидкости.
5. Влажность воздуха, приборы определения влажности.
6. Лабораторная работа «Изучение закона сохранения механической энергии».

**БИЛЕТ № 29**

4. Магнитное поле, его изображение, правило буравчика.
5. Колебания, параметры колебаний, математический маятник.
6. Задача. Найти общее сопротивление электрической цепи, если сопротивление каждого  $R_n=4 \Omega$ .

**БИЛЕТ № 30**

4. Идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы.
5. Постоянный электрический ток. Условия существования электрического тока. Сила тока, напряжение, сопротивление. Закон Ома для участка цепи.
6. Лабораторная работа «Изучение движения тела по окружности».