

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

**КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КРАСНОЯРСКИЙ КОЛЛЕДЖ ОТРАСЛЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА»**

РАССМОТРЕНО

методической комиссией
протокол № 10 от 19.06.2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор КГАПОУ «ККОТиП»
_____/Н. В. Журова/
Приказ №_01-55-1п от 29.06.2026 г.

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ**

23.01.17 Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей
на базе основного общего образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТ**

ОДб.11 ФИЗИКА

Зам. директора по УР

_____/И.В. Бесперстова/

Красноярск, 2026

Организация-разработчик: «КГАПОУ «ККОТиП»

Разработчик:

Кудашова Светлана Михайловна, преподаватель «КГАПОУ «ККОТиП»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Перечень лабораторных работ	4
3. Инструктивно-методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.....	7
4 Инструктивно-методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания к проведению практических занятий/лабораторных работ по учебной дисциплине предназначены для обучающихся СПО ОДб.11 Физика по 23.01.17 Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей. Практические занятия/лабораторные работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний, овладения профессиональными компетенциями. В ходе практических занятий/лабораторных работ студенты приобретают практические умения, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины ОДб.11 Физика, учатся самостоятельно работать с оборудованием, проводить эксперименты, анализировать полученные результаты и делать выводы, подтверждать теоретические положения лабораторным экспериментом

При выполнении практических занятий/лабораторных работ по учебной дисциплине ОДб.11 Физика планируется достижение следующих целей: является отработка обучающимися практических навыков по изучению важнейших физических законов и физических величин данных законов.

Вышеперечисленные умения и знания направлены на формирование у студентов следующих общих и профессиональных компетенций: ОК. 01, ОК. 02, ОК. 04, ОК. 05, ОК. 07, ПК. 1.4.

Код	Наименование общих компетенций
<i>ОК 01</i>	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
<i>ОК 02</i>	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
<i>ОК 04</i>	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
<i>ОК 05</i>	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
<i>ОК 07</i>	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
<i>ПК 1.4</i>	Ремонт штукатурки, наливного пола, фасадных теплоизоляционных композиционных систем

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ/ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Практические занятия/лабораторные работы выполняются обучающимися по графику, составленному в соответствии с учебным планом по 23.01.17 Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей и рабочей программой учебной дисциплины ОДб.11 ФИЗИКА.

Задача практических занятий/лабораторных работ – закрепить теоретические знания и отработать практические навыки и умения в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Согласно учебного плана по ОДб.11 ФИЗИКА, на лабораторные и практические занятия отведено 38 часов, из них на практические работы отведено 18 часов.

Наименование раздела, номер и тема лабораторной работы	Количество часов
Раздел 1. Механика	4

Лабораторная работа №1 «Определение модуля упругости резины»	2
Практическая работа №1 «Закон сохранения импульса»	2
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	12
Практическая работа №2. «Расчет параметров идеального газа»	2
Практическая работа №3 «Решение задач на уравнение теплового баланса»	2
Лабораторная работа №2 «Определение удельной теплоемкости вещества»	2
Лабораторная работа №3 Определение влажности воздуха	2
Лабораторная работа №4 «Определение коэффициента поверхностного натяжения воды»	2
Практическая работа №4 «Решение задач по термодинамике»	2
Раздел 3. Электродинамика	13
Лабораторная работа №5. «Определение электрической емкости конденсаторов»	2
Практическая работа №5 «Расчет параметров электрического поля»	2
Лабораторная работа №6 «Проверка закона Ома для участка цепи»	2
Лабораторная работа №7 «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника»	2
Практическая работа №6 «Расчет смешанного соединения сопротивлений»	1
Практическая работа №7 «Решение задач по электродинамике»	2
Практическая работа №8 «Расчет параметров магнитного поля»	2
Раздел 5. Оптика	7
Практическая работа №9 «Практическое применение законов отражения и преломления»	2
Лабораторная работа на тему: №8 «Определение показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины»	2
Лабораторная работа №9 «Определение оптической силы линзы»	2
Практическая работа №10 «Решение задач по оптике»	1
Раздел 7. Строение Вселенной	2
Лабораторная работа №10 на тему: «Изучение карты звездного неба»	2
ИТОГО:	38

В том числе из них практических работ:

Наименование раздела, номер и тема практической работы	Количество часов
Раздел 1. Механика	2
Практическая работа №1 «Закон сохранения импульса»	2
Раздел Молекулярная физика и термодинамика	6
Практическая работа №2. «Расчет параметров идеального газа»	2
Практическая работа №3 «Решение задач на уравнение теплового баланса»	2
Практическая работа №4 «Решение задач по термодинамике»	2
Раздел 3. Электродинамика	8
Практическая работа №5 «Расчет параметров электрического поля»	2
Практическая работа №6 «Расчет смешанного соединения сопротивлений»	1
Практическая работа №7 «Решение задач по электродинамике»	2
Практическая работа №8 «Расчет параметров магнитного поля»	2
Раздел 5. Оптика	4
Практическая работа №9 «Практическое применение законов отражения и преломления»	2
Практическая работа №10 «Решение задач по оптике»	1
ИТОГО:	18

1. ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика Лабораторная работа № 1

Тема занятия: «Изучение одного из изопроцессов» (2 ч.)

Содержание темы: Экспериментальная проверка газовых законов.

Планируемые образовательные результаты: готовность обучающихся к саморазвитию;

- мотивацию к познанию и обучению;
- закрепление теоретических знаний;

Формы организации учебной деятельности: обучающиеся выполняют работу индивидуально.

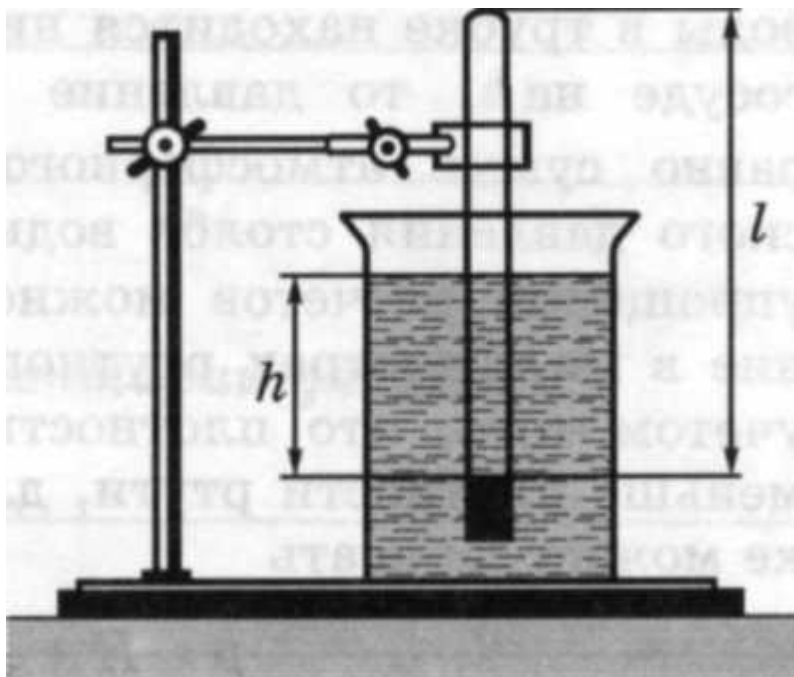
Приборы и материалы: стеклянный цилиндр высотой 50 см, стеклянная трубка длиной 50-60 см, закрытая с одного конца, стакан, пластилин, термометр, линейка, барометр-анероид (один на класс), штатив с лапкой, холодная и горячая вода.

Теория

В цилиндр с водой опускают открытым концом вниз трубку (см. рисунок 1.). Если уровень воды в трубке находится ниже уровня воды в сосуде на h , то давление воздуха в трубке равно сумме атмосферного и гидростатического давления столба воды высотой h . Для упрощения расчетов можно измерять давление в миллиметрах ртутного столба. Тогда, с учетом того, что плотность воды в 13,6 раз меньше плотности ртути, для воздуха в трубке можно записать $p = H + h/13,6$ где H — атмосферное давление в миллиметрах ртутного столба, h — разность уровней воды в цилиндре и трубке, измеренная в миллиметрах. В трубке заключена постоянная масса воздуха, который можно считать находящимся при постоянной (комнатной) температуре. Объем и давление воздуха, заключенного в трубке, можно изменять, изменяя глубину погружения трубки. Объем воздуха в трубке $V = l S$, где l — длина столба воздуха; S — площадь сечения трубки. Поскольку площадь поперечного сечения трубки постоянна, длина столба воздуха в трубке пропорциональна объему воздуха. Поэтому для проверки закона Бойля — Мариот-та достаточно проверить справедливость равенства: $(H + h/13,6)l = \text{const}$

Ход работы

Соберите установку (см. рисунок 1.).



Измерьте барометром атмосферное давление в мм рт. ст.

Погружая в воду трубку открытым концом вниз, измерьте h (повторите опыт не менее трех раз).

1. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.
2. Запишите вывод: что вы измерили и какой получили результат.

Опыт №	H	h	L	$C = (H + h / 13,6)$
	мм. рт. ст.	мм	ст	

Контрольные вопросы.

1. Что называется силой термодинамика?
2. Какова природа термодинамики?
3. Назовите основные причины, от которых зависит термодинамика?
4. Результаты измерений:

Лабораторная работа №2

Тема: «Определение влажности воздуха»

Цель занятия:

научиться пользоваться гигрометром психометрическим типа ВИТ -1 и определять относительную влажность воздуха в классной комнате.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование: гигрометр психометрический типа ВИТ - 1, вода, таблицы.

Теория

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара ρ_a , находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением p_p . Парциальным давлением p_p называется давление, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали.

Относительной влажностью φ называется отношение парциального давления p_n водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$, при данной температуре. Относительная влажность φ показывает, сколько процентов составляет парциальное давление от давления насыщенного пара при данной температуре и определяется по формулам:

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.п.}} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{\rho_a}{\rho_{н.п.}} \cdot 100\%$$

Парциальное давление p_n можно рассчитать по уравнению Менделеева-Клапейрона или по точке росы. Точка росы - это температура, при которой водяной пар, находящийся в воздухе становится насыщенным.

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов.

Выполнение работы.

Работа с психрометром.

1. Изучить устройство психрометра и принцип его действия.
2. Проверить наличие воды в резервуаре и при необходимости долить ее.
3. Снять показания сухого и смоченного термометров и определить разность их показаний.
4. Пользуясь психрометрической таблицей, определить относительную влажность воздуха. Результаты измерений занести в таблицу.
5. Сделать вывод, указав физический смысл измеренной величины.

Показание термометров		Разность показаний термометров $\Delta t = t_c - t_{вл}$;	Относительная влажность воздуха $\varphi, \%$
сухого t_c	смоченного $t_{вл}$		

6. По таблице «Давление насыщенного водяного пара и его плотность при различных температурах» определить давление насыщенного пара $p_{н.п.}$ при комнатной температуре и парциальное давление p_n при температуре росы.

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.п.}} \cdot 100\%$$

7. Пользуясь формулой вычислить относительную влажность.

Результаты измерений занести в таблицу.

Температура воздуха в комнате t	Точка росы t_p	Давление насыщенного пара при данной температуре $p_{н.п.}$	Парциальное давление p_n	Относительная влажность $\varphi, \%$

Сделать вывод, указав физический смысл измеренной величины.

Контрольные вопросы

1. Какой пар называется насыщенным? Что такое динамическое равновесие; точка росы?
2. Почему показания смоченного термометра меньше, чем сухого?
3. Как, зная точку росы, можно определить парциальное давление?
4. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №3

Тема: «Определение электрической емкости конденсаторов»

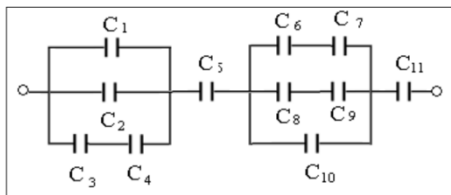
Цель Занятия: : Определить ёмкость конденсатора. Проверить законы последовательного и параллельного соединения конденсаторов

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование: методические указания по выполнению лабораторного занятия - лабораторно – практическая тетрадь, карандаш, линейка. Источник электрической энергии 6 в. Миллиамперметр. Конденсаторы (3-4 шт.) известной ёмкости (1-6 мкФ). Конденсатор неизвестной ёмкости. Двухполюсный переключатель. Соединительные провода.

Теоретическое обоснование Важной характеристикой любого конденсатора является его электрическая ёмкость C – физическая величина, равная отношению заряда Q – конденсатора к разности потенциалов U между его обкладками: $C = Q / U$. Выражается в СИ в фарадах. Ёмкость конденсатора можно определить опытным путём.



$C_1 = 4 \text{ мкФ}$	$C_2 = 3 \text{ мкФ}$	$C_3 = 1 \text{ мкФ}$	$C_4 = 0,5 \text{ мкФ}$	$C_5 = 0,7 \text{ мкФ}$
$C_8 = 4 \text{ мкФ}$	$C_9 = 4 \text{ мкФ}$	$C_{10} = 5 \text{ мкФ}$	$C_{11} = 2 \text{ мкФ}$	

Содержание и Последовательность выполнения практической работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме, рисунок
2. В цепи установить конденсатор ёмкостью 4,7 мкФ
3. Конденсатор зарядить; для этого соединить его переключателем на короткое время с источником питания.
4. Сосредоточить внимание на миллиамперметре, быстро замкнуть конденсатор на измерительный прибор и определить число делений, соответствующее максимальному отклонению стрелки.
5. Опыт повторить (пять раз найти среднее значение n) для более точного определения числа делений «пср». Найти отношение количества делений «п ср» к ёмкости взятого конденсатора C : $n \text{ ср} / C = k$
6. Опыт повторить с другими конденсаторами (2,2мкФ, 1мкФ, 0,47мкФ, 0,22мкФ).
7. Результаты измерений, вычислений записать в таблицу

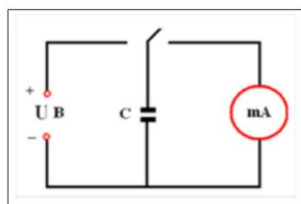


Рисунок 2



Конденсаторы известной ёмкости 5 шт.
4,7мкФ, 2,2мкФ, 1мкФ,
0,47мкФ, 0,22мкФ.
Конденсаторы неизвестной ёмкости 3 шт.

№ Опыт	Ёмкость Конденсатора C мкФ	Число делений по шкале милли амперметра n_{cp}	Отношение числа делений к ёмкости конденсатора $k = \frac{n_{cp}}{C}$	Найденная ёмкость конденсатора C_x мкФ	Относительная погрешность $\delta = \frac{C_{таб.} - C_x}{C_{таб.}} \cdot 100\%$
1					
2					
3					
4					

8. Опыт (п. 1-4) повторить с конденсатором известной ёмкости C_x .
 Определить в этом случае число делений n_x и найти ёмкость из соотношений $C_x = \frac{n_x}{k}$
 9. Узнать ёмкость исследуемого конденсатора (у преподавателя) и, приняв её за табличное значение, определить относительную погрешность

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Конденсатор в переводе – сгуститель. По какой причине прибору дали такое название?
2. В чём сущность указанного метода определения ёмкости конденсатора?
3. Объяснить, можно ли соотношение $C = Q/U$ прочесть так: ёмкость конденсатора прямо пропорциональна его заряду и обратно пропорциональна напряжению между ними?
4. Почему ёмкость конденсатора постоянна?
5. От чего и как зависит ёмкость простейшего конденсатора? Запишите формулу этой ёмкости.

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №4

Тема: «Последовательное и параллельное соединение проводников»

Цель занятия:

проверить справедливость законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование: источник тока, два проволочных резистора, амперметр, вольтметр, реостат.

Ход работы:

1. Соберите цепь для изучения последовательного соединения резисторов;
2. Измерьте силу тока и напряжения на резисторах поочерёдно;
3. Проверьте выполнение законов последовательного соединения;
4. Соберите цепь для изучения параллельного соединения резисторов;
5. Измерьте напряжение и токи на резисторах;
6. Проверьте выполнение законов соединения по равенству
7. Расчёт погрешностей можно не производить;

Контрольные вопросы:

1. Как соединены потребители электроэнергии в квартирах? Почему?
2. Как соединены лампочки в ёлочной гирлянде? Почему?

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №4

Тема: «Последовательное и параллельное соединение проводников»

Цель работы: научиться измерять модуль Юнга, используя закон Гука.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование: резиновый шнур, штатив с муфтой и лапкой, грузы, измерительная линейка.

Теория

Если к однородному стержню, закрепленному на одном конце, приложить силу F вдоль оси стержня, то стержень подвергнется деформации растяжения. Деформацию растяжения характеризуют абсолютным удлинением $\Delta l = l - l_0$; относительным

удлинением $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$. В деформированном теле возникает механическое

напряжение σ , равное отношению модуля силы F к площади поперечного сечения тела S :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

На упруго деформированные тела распространяется закон Гука: при малых деформациях механическое напряжение σ прямо пропорционально относительному удлинению:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|$$

Коэффициент пропорциональности E , входящий в закон Гука, называется модулем упругости или модулем Юнга. Модуль Юнга показывает, какое механическое напряжение возникает в материале при относительной деформации равной единице, т.е. при увеличении длины образца вдвое. В данной работе надо определить модуль упругости E (модуль Юнга) резинового шнура. При выполнении работы надо учесть, что сила упругости в деформированном теле численно равна силе тяжести груза, подвешенного к резинового шнура: $F = mg$. Резиновый шнур имеет квадратное сечение, поэтому $S = a^2$, где a - сторона квадрата ($a = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$). Окончательная формула для расчета модуля Юнга имеет вид:

$$E = \frac{m \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$$

Ход работы.

1. Опыт №1

- Нанести на резиновом шнуре две метки на расстоянии l_0 друг от друга (около 10 см) и измерить это расстояние: $l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$.
- Закрепить короткий конец шнура в лапке штатива, а к длинному концу подвесить груз массой $m_1 = \dots \text{ г} = \dots \text{ кг}$.
- Снова измерить расстояние между метками на шнуре $l_1 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$. Рассчитайте абсолютное удлинение шнура $\Delta l_1 = l_1 - l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$.

- Пользуясь формулой $E_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l_1}$, рассчитать модуль упругости резины.

- $E_1 =$

1. Опыт №2 (повторить опыт №1 с грузом другой массы и снова рассчитать модуль Юнга).

$m_2 = \dots \text{г} = \dots \text{кг}$.

$l_0 = \dots \text{см} = \dots \text{м}$

$l_2 = \dots \text{см} = \dots \text{м}$

$\Delta l_2 = l_2 - l_0 = \dots \text{см} = \dots \text{м}$.

$$E_2 = \frac{m_2 \cdot g \cdot l_0}{S \cdot \Delta l_2}$$

$E_2 =$

3. Рассчитать среднее значение модуля упругости резины (модуля Юнга).

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$$

4. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№ опыта	$l_0, \text{м}$	$l, \text{м}$	$\Delta l, \text{м}$	$m, \text{кг}$	$g, \text{м/с}^2$	$a, \text{м}$	$S, \text{м}^2$	$E, \text{Па}$	$E_{\text{ср}}, \text{Па}$
---------	-----------------	---------------	----------------------	----------------	-------------------	---------------	-----------------	----------------	----------------------------

Сделать вывод, указав в нем физический смысл измеренной величины.

Ответить на контрольные вопросы

- Рассчитать относительное удлинение резинового шнура.
- Дать определение деформации.
- Какая деформация имеет место в данном опыте: упругая или пластичная и почему?

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №5

Тема: «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Цель занятия:

научиться определять электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника электрической энергии.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование:

1. Амперметр лабораторный;
2. Источник электрической энергии;
3. Соединительные провода,
4. Набор сопротивлений 2 Ом и 4 Ом;
5. Переключатель однополюсный; ключ.

Теория

Возникновение разности потенциалов на полюсах любого источника является результатом разделения в нем положительных и отрицательных зарядов. Это разделение происходит благодаря работе, совершаемой сторонними силами.

Силы неэлектрического происхождения, действующие на свободные носители заряда со стороны источников тока, называются сторонними силами.

При перемещении электрических зарядов по цепи постоянного тока сторонние силы, действующие внутри источников тока, совершают работу.

Физическая величина, равная отношению работы $A_{ст}$ сторонних сил при перемещении заряда q внутри источника тока к величине этого заряда, называется электродвижущей силой источника (ЭДС):

$$\text{ЭДС} = \varepsilon = \frac{A_{ст}}{q}$$

ЭДС определяется работой, совершаемой сторонними силами при перемещении единичного положительного заряда.

Электродвижущая сила, как и разность потенциалов, измеряется в вольтах [В].

Чтобы измерить ЭДС источника, надо присоединить к нему вольтметр при разомкнутой цепи.

Источник тока является проводником и всегда имеет некоторое сопротивление, поэтому ток выделяет в нем тепло. Это сопротивление называют внутренним сопротивлением источника и обозначают r .

Если цепь разомкнута, то работа сторонних сил превращается в потенциальную энергию источника тока. При замкнутой цепи эта потенциальная энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней цепи с сопротивлением R и во внутренней части цепи с сопротивлением r , т.е. $\varepsilon = IR + Ir$.

Если цепь состоит из внешней части сопротивлением R и внутренней сопротивлением r , то, согласно закону сохранения энергии, ЭДС источника будет равна сумме напряжений на внешнем и внутреннем участках цепи, т.к. при перемещении по замкнутой цепи заряд возвращается в исходное положение $\varepsilon = IR + Ir$, где IR – напряжение на внешнем участке цепи, а Ir – напряжение на внутреннем участке цепи.

Таким образом, для участка цепи, содержащего ЭДС:

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

Эта формула выражает закон Ома для полной цепи: сила тока в полной цепи прямо пропорциональна электродвижущей силе источника и обратно пропорциональна сумме сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи.

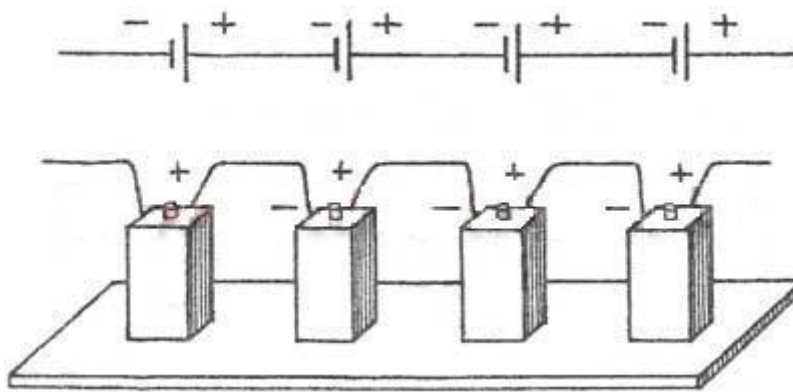
ε и r можно определить опытным путем.

Часто источники электрической энергии соединяют между собой для питания цепи. Соединение источников в батарею может быть последовательным и параллельным.

При последовательном соединении два соседних источника соединяются разноименными полюсами.

Т.е., для последовательного соединения аккумуляторов, к "плюсу" электрической схемы подключают положительную клемму первого аккумулятора. К его отрицательной клемме подключают положительную клемму второго аккумулятора и т.д. Отрицательную клемму последнего аккумулятора подключают к "минусу" электрической схемы.

Получившаяся при последовательном соединении аккумуляторная батарея имеет ту же емкость, что и у одиночного аккумулятора, а напряжение такой аккумуляторной батареи равно сумме напряжений входящих в нее аккумуляторов. Т.е. если аккумуляторы имеют одинаковые напряжения, то напряжение батареи равно напряжению одного аккумулятора, умноженному на количество аккумуляторов в аккумуляторной батарее.



1. ЭДС батареи равна сумме ЭДС отдельных источников $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$
2. Общее сопротивление батареи источников равно сумме внутренних сопротивлений отдельных источников $r_{\text{батареи}} = r_1 + r_2 + r_3$

Если в батарею соединены n одинаковых источников, то ЭДС батареи $\mathcal{E} = n\mathcal{E}_1$, а сопротивление $r_{\text{батареи}} = nr_1$

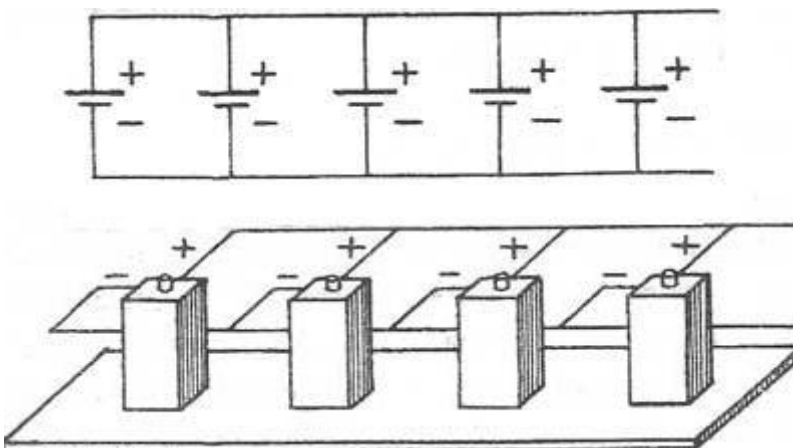
$$I = \frac{n\mathcal{E}}{R + nr}$$

3. Сила тока в такой цепи по закону Ома

При параллельном соединении соединяют между собой все положительные и все отрицательные полюсы двух или n источников.

Т.е., при параллельном соединении, аккумуляторы соединяют так, чтобы положительные клеммы всех аккумуляторов были подключены к одной точке электрической схемы ("плюсу"), а отрицательные клеммы всех аккумуляторов были подключены к другой точке схемы ("минусу").

Параллельно соединяют только источники с одинаковой ЭДС. Получившаяся при параллельном соединении аккумуляторная батарея имеет то же напряжение, что и у одиночного аккумулятора, а емкость такой аккумуляторной батареи равна сумме емкостей входящих в нее аккумуляторов. Т.е. если аккумуляторы имеют одинаковые емкости, то емкость аккумуляторной батареи равна емкости одного аккумулятора, умноженной на количество аккумуляторов в батарее.



1. ЭДС батареи одинаковых источников равна ЭДС одного источника. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3$
2. Сопротивление батареи меньше, чем сопротивление одного источника $r_{\text{батареи}} = r_1/n$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r/n}$$

3. Сила тока в такой цепи по закону Ома

Электрическая энергия, накопленная в аккумуляторной батарее равна сумме энергий отдельных аккумуляторов (произведению энергий отдельных аккумуляторов, если аккумуляторы одинаковые), независимо от того, как соединены аккумуляторы - параллельно или последовательно.

Внутреннее сопротивление аккумуляторов, изготовленных по одной технологии, примерно обратно пропорционально емкости аккумулятора. Поэтому т.к. при параллельном соединении емкость аккумуляторной батареи равна сумме емкостей входящих в нее аккумуляторов, т.е. увеличивается, то внутреннее сопротивление уменьшается.

Ход работы.

1. Начертите таблицу:

№ опыта	Источник электрической энергии ВУП, В	1-й отсчет		2-й отсчет		Э.Д.С. ε , В	Внутреннее сопротивление, r , Ом
		R_1 , Ом	Сила тока I_1 , А	R_2 , Ом	Сила тока I_2 , А		
1	1	1		2			

2. Рассмотрите шкалу амперметра и определите цену одного деления.
 3. Составьте электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке 1. Переключатель поставить в среднее положение.

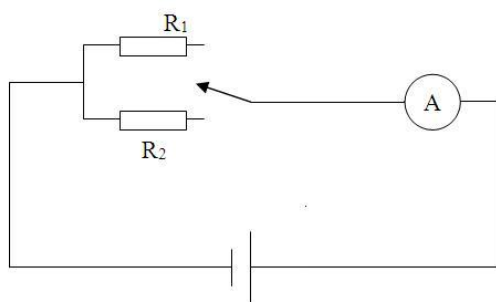


Рисунок 1.

4. Замкнуть цепь, введя меньшее сопротивление R_1 . Записать величину силы тока I_1 . Разомкнуть цепь.
 5. Замкнуть цепь, введя большее сопротивление R_2 . Записать величину силы тока I_2 . Разомкнуть цепь.
 6. Вычислить значение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии.

$$\varepsilon = \frac{I_1}{(R_1 + r)} \quad \text{и} \quad \varepsilon = \frac{I_2}{(R_2 + r)}$$

Закон Ома для полной цепи для каждого случая:

Отсюда получим формулы для вычисления ε и r :

$$\varepsilon = I_1 I_2 \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2}$$

$$r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$$

7. Результаты всех измерений и вычислений запишите в таблицу.
 8. Сделайте вывод.
 9. Ответьте на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Раскройте физический смысл понятия «электродвижущая сила источника тока».
 2. Определить сопротивление внешнего участка цепи, пользуясь результатами полученных измерений и законом Ома для полной цепи.
 3. Объяснить, почему внутреннее сопротивление возрастает при последовательном соединении аккумуляторов и уменьшается при параллельном в сравнении с сопротивлением r_0 одного аккумулятора.

4. В каком случае вольтметр, включенный на зажимы генератора, показывает ЭДС генератора и в каком случае напряжение на концах внешнего участка цепи? Можно ли это напряжение считать также и напряжением на концах внутреннего участка цепи?

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №6

Тема: «Определение термического коэффициента сопротивления меди».

Цель занятия: раскрыть влияние температуры на электрическое сопротивление металлов.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

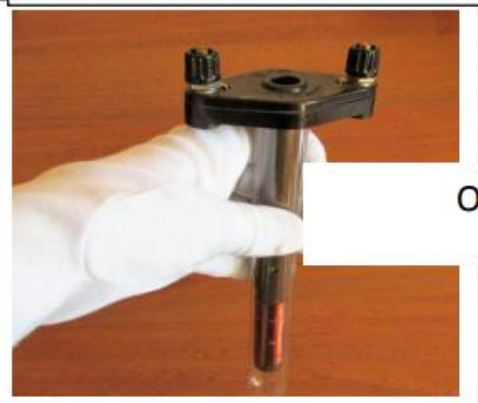
Материально - техническое оснащение

Оборудование практическая тетрадь, карандаш, линейка, ластик, калькулятор. Лабораторный стенд. Комплект приборов на три варианта: прибор для определения температурного коэффициента сопротивления меди, термометр технический от 0 до 100°C с ценой деления 1°C, омметр, внешний сосуд калориметра с водой, электроплитка, ключ, соединительные провода, штатив с муфтой и лапкой, миллиметровая бумага.

Теоретическое обоснование Электрическое сопротивление зависит от температуры. Объясняется это тем, что упорядоченному движению свободных электронов электрический ток это упорядоченное движение заряженных частиц - электронов) оказывают противодействие (сопротивление) атомы кристаллической решетки, интенсивность теплового движения которых изменяется с изменением температуры. У химически чистых металлов с повышением температуры на 1°C сопротивление возрастает примерно на 0,004 (1/273) сопротивления при 0°C и выражается линейной зависимостью $R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$. R_0 – сопротивление металла при 0°C, Δt – разность температур (конечной и начальной); α – температурный коэффициент сопротивления, показывающий, на какую часть начального сопротивления проводника при 0°C (273K) изменяется сопротивление при нагревании на 1°C или 1K. $\alpha = \Delta R / R_0 \Delta t$ или $\alpha = \Delta R / R_0 \Delta T$ $\Delta R = R_T - R_0$. Опытным путём можно определить α , не прибегая к измерению сопротивления R_0 . Для этого необходимо дважды измерить сопротивление исследуемого материала R_1 и R_2 при разных температурах t_1 и t_2 , а затем и α : $R_1 / R_2 = 1 + \alpha t_1 / 1 + \alpha t_2$ $\alpha = R_2 - R_1 / R_1 t_2 - R_2 t_1$



Общий вид установки



Прибор



Внешний сосуд калориметра



Электроплитка



Омметр



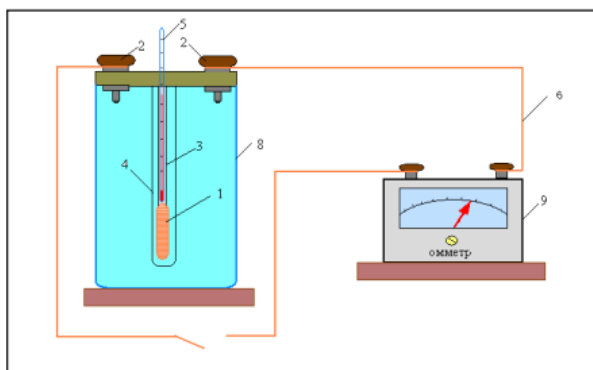
ключ



Термометр

Прибор состоит из медной тонкой проволоки, намотанной на картонный цилиндр, соединённый с клеммами и помещённый в стеклянную пробирку.

Термометр помещают в отверстие каркаса для определения температуры медной проволоки



Последовательность выполнения практической работы:

1. Сосуд с водой поставить на электроплитку и включить её в сеть
2. Определить цену деления омметра.
3. Измерить сопротивление R_1 медной проволоки при комнатной температуре t_1
4. Опустить прибор в воду, установить в нём термометр см. схему установки. При некоторой температуре t_2 измерить сопротивление R_2 исследуемой проволоки.
5. Опыт повторить 5 – 15 раз
6. Вычислить 2 – 3 раза α , используя соотношение: $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1}$
7. Определить среднее значение $\alpha_{\text{ср}}$ и сравнив полученный результат с табличным значением температурного коэффициента сопротивления меди, вычислить относительную погрешность.
8. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.
9. Используя данные эксперимента, построить на (миллиметровой бумаге) график зависимости R_t от t , откладывая по оси абсцисс – температуру в $^{\circ}\text{C}$ на оси ординат – сопротивление.
10. Сделать вывод

№ опыта	Температура медной проволоки		Сопротивление медной проволоки R, Ом		Температурный коэффициент сопротивления $\alpha, (^\circ\text{C})^{-1}$	Среднее значение температурного коэффициента сопротивления $\alpha_{\text{ср.}} (^\circ\text{C})^{-1}$	Тб. значение температурного коэффициента сопротивления	Относительная погрешность
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Какова физическая сущность электрического сопротивления?
2. Как объяснить увеличения сопротивления металлов при нагревании?
3. Объяснить формулу, по которой определяется температурный коэффициент сопротивления.
4. Почему температурный коэффициент сопротивления для электролитов отрицательный?
5. Каково сопротивление 0,5 м медной проволоки диаметром 0,3 мм?
6. Указать практическое применение зависимости сопротивления проводника от температуры.

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №7

Тему: Наблюдение действия магнитного поля на ток»

Цель занятия:

экспериментально выяснить зависимость силы Ампера от силы тока, от величины магнитной индукции.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Оборудование:

Проволочный моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, постоянный магнит.

Теория

Магнитное поле – это особый вид материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

Свойства магнитного поля:

1. Магнитное поле создается движущимися заряженными частицами и телами, проводниками с током, постоянными магнитами.
2. Магнитное поле действует на движущиеся заряженные частицы и тела, на проводники с током, на постоянные магниты, на рамку с током.
3. Магнитное поле вихревое, т.е. не имеет источника. Магнитные силы – это силы, с которыми проводники с током действуют друг на друга.

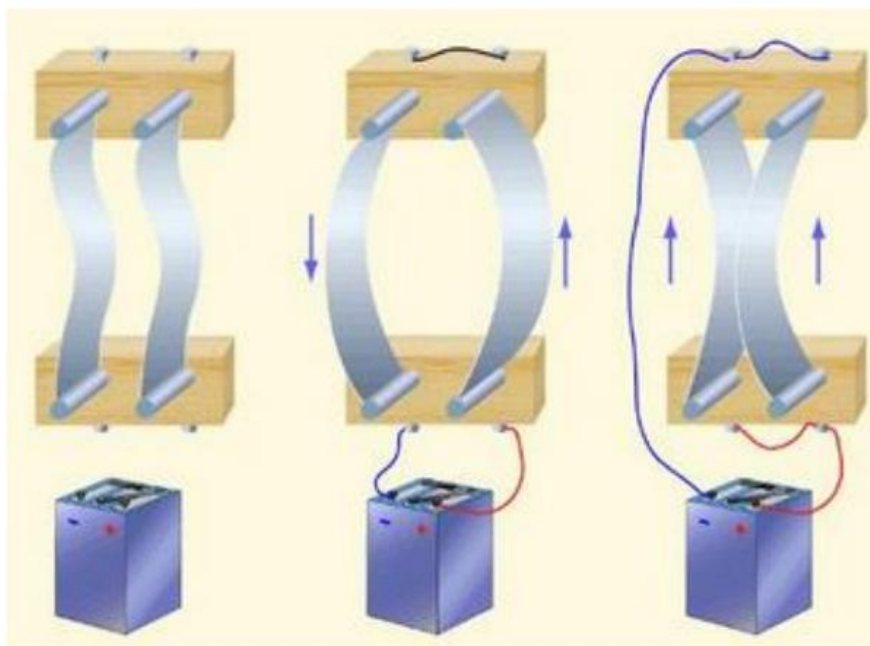


Рисунок 1 – Магнитные силы

Сила Ампера – это сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током. Модуль силы Ампера равен произведению силы тока в проводнике на модуль вектора магнитной индукции, длину проводника и синус угла между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике:

$$F_A = I \cdot B \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha$$

Где:

F_A – сила Ампера, [Н]

I – сила тока в проводнике, [А]

B – индукция магнитного поля, [Тл]

Δl – длина проводника, [м]

α – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике.

Сила Ампера максимальна, если вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику.

Если вектор магнитной индукции параллелен проводнику, то магнитное поле не оказывает никакого действия на проводник с током, т.е. сила Ампера равна нулю. Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки: Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а 4 вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90 градусов большой палец покажет направление силы, действующий на проводник с током.

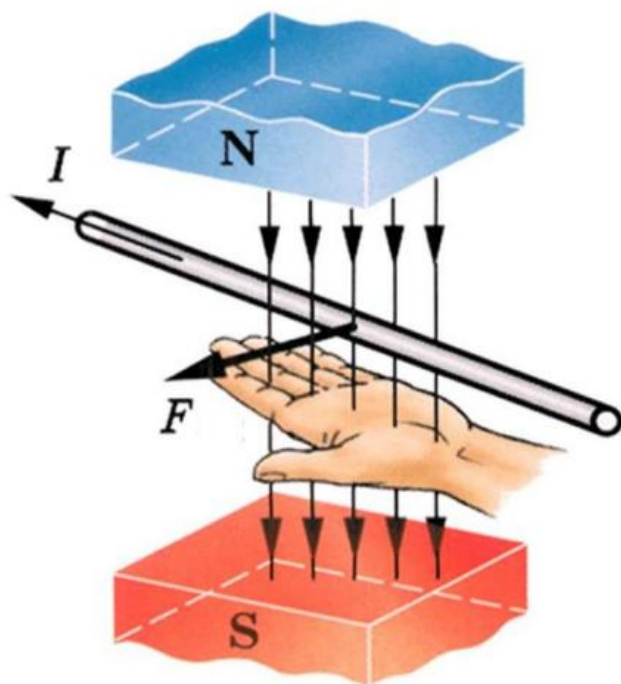


Рисунок 2 – Направление силы Ампера. Правило левой руки.

2. Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки (см. рисунок 3) входят:

- Проволочный моток;
- Штатив с муфтами и лапкой;
- Источник постоянного тока;
- Реостат
- Ключ;
- Соединительные провода;
- Постоянный магнит.

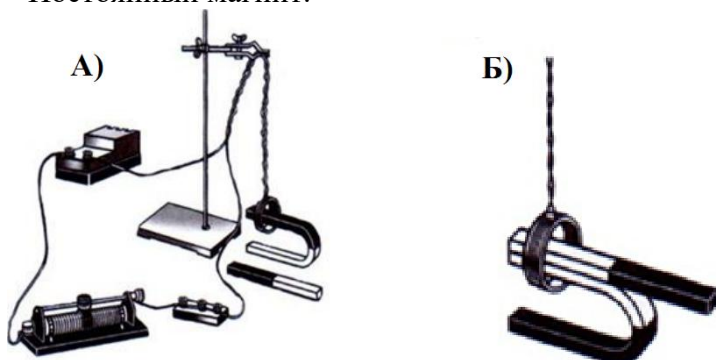


Рисунок 3 – Экспериментальная установка

3. Порядок выполнения работы

1. Соберите экспериментальную установку, показанную на рисунке 3а. Предварительно ключ должен быть разомкнут, движок реостата установлен на максимальное сопротивление.
2. Замкните электрическую цепь на несколько секунд и заметьте отклонение катушки от первоначального положения.
3. Опыт повторите при разных значениях силы тока, которая изменяется с помощью реостата.
4. Запишите наблюдаемые явления.
5. Ползунок реостата передвиньте в среднее положение. Заметьте отклонение катушки от первоначального положения сначала при одном, а затем при двух магнитах (рисунок 3б). Запишите наблюдаемые явления.
6. Выберите несколько характерных вариантов относительного расположения мотка и магнита и зарисуйте их, указав направление магнитного А) Б) поля, направление тока и предполагаемое движение мотка относительно магнита. Определите направление силы Ампера.
7. Запишите вывод о зависимости силы Ампера от индукции магнитного поля; от силы тока в проводнике.

4. Контрольные вопросы

1. Что такое магнитное поле?
2. Какие взаимодействия называются магнитными?
3. Перечислите основные свойства магнитного поля.
4. Что такое сила Ампера. Формула расчета. Единицы измерения.
5. Сформулируйте правило для определения направления силы Ампера.

Раздел 3. Электродинамика

Лабораторная работа №8

Тема: Изучение явления электромагнитной индукции

Цель работы: изучение явления электромагнитной индукции, а также проверка правила Ленца.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Материально - техническое оснащение

Приборы и материалы;

соединительные провода, миллиамперметр, реостат, источник питания, ключ, полосовой или дугообразный магнит, магнитная стрелка или компас, катушки с сердечниками.

Теория

Магнитный поток через плоскую поверхность — это скалярная физическая величина, численно равная произведению модуля магнитной индукции на площадь поверхности, ограниченной контуром, и на косинус угла между нормалью к поверхности и магнитной индукцией

17 октября 1831 года английский ученый Майкл Фарадей открыл явление **электромагнитной индукции**.

Явлением электромагнитной индукции называется явление возникновения тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур. А полученный таким способом ток, называется **индукционным**.

Закон электромагнитной индукции: среднее значение электродвижущей силы индукции в проводящем контуре пропорционально скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

$$\langle \xi_i \rangle = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Знак минус в математической записи закона учитывает **правило Ленца**, согласно которому электромагнитная индукция создает в контуре индукционный ток такого направления, что

созданное им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего этот ток.

Подготовка к выполнению работы.



Вставьте в одну из катушек железный сердечник и закрепите его там, например гайкой. Далее подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Рядом с катушкой расположите магнитную стрелку или компас. Замкнув ключ, определите расположение магнитных полюсов катушки с током при помощи магнитной стрелки. Зафиксируйте, в какую сторону при этом отклониться стрелка миллиамперметра. Это поможет в дальнейшем судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра. После проделанной работы, отключите от цепи реостат и ключ, а миллиамперметр замкните на катушку, при этом сохранив порядок соединения их клемм. Для удобства записей, можно составить следующую таблицу.

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания милли- амперметра	Направления отклонения стрелки миллиамперметра (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (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	Оставить катушку неподвижной после опыта 3			
5	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
6	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 5			
7	Быстро вытащить магнит из катушки			
8	Оставить катушку неподвижной после опыта 7			

Ход работы

Приступаем непосредственно к выполнению лабораторной работы. При этом все данные, которые вы будете получать в процессе исследования, заносите в таблицу.

Приставив сердечник к одному из полюсов магнита (например к северному), быстро поместите его внутрь катушки, одновременно наблюдая за стрелкой миллиамперметра. По правилу Ленца определите направление индукционного тока внутри катушки.

Оставив магнит неподвижным, после первого опыта, пронаблюдайте опять за стрелкой миллиамперметра.

Быстро вытащите сердечник из катушки, не забывая наблюдать за стрелкой миллиамперметра (модуль скорости выдвижения магнита должен быть примерно таким же, как и в первом опыте). Опять, по правилу Ленца, определите направление индукционного тока внутри катушки в этом случае.

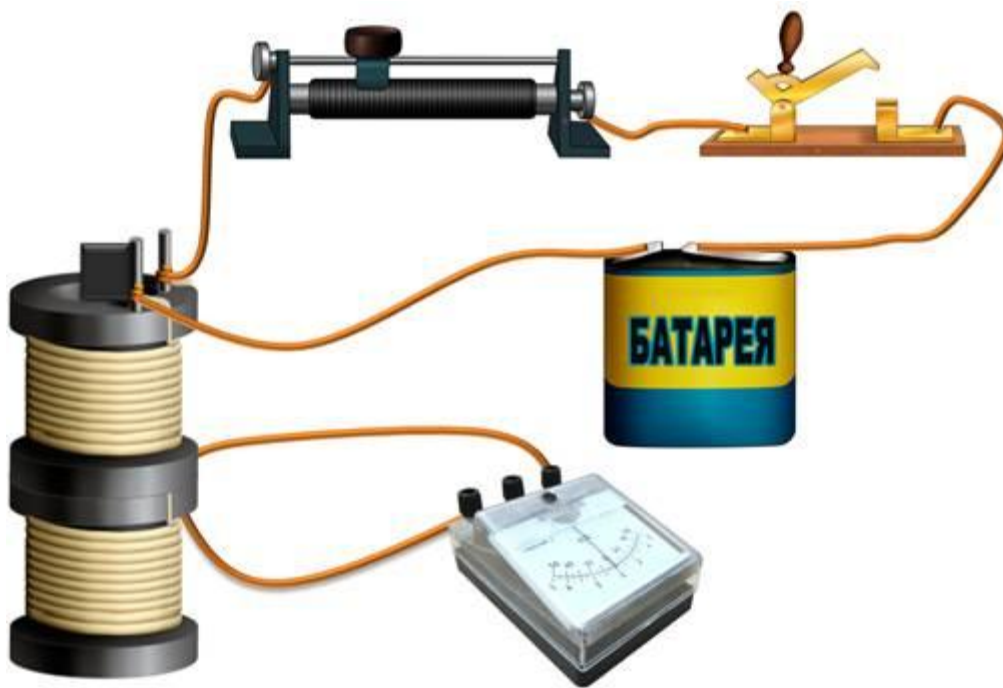
Посмотрите, как ведет себя стрелка миллиамперметра после проделанного опыта.

Повторите наблюдения, изменив полюс магнита с северного на южный.

Запишите вывод по работе на основе проведённых наблюдений. Объясните различие в направлении индукционного тока с точки зрения правила Ленца.

Теперь немного видоизменим нашу установку.

Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали, и поместите их на один общий сердечник.



Первую катушку соедините с миллиамперметром, а вторую катушку через реостат соедините с источником тока.

Замыкая и размыкая ключ, проверьте возникает ли в первой катушки индукционный ток.

Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнения правила Ленца.

Также проверьте, возникает ли индукционный ток при изменении силы тока реостатом.

В конце работы, подведите ее итог, сделав общий вывод, не забыв отразить в нем условия, при которых в катушке возникал индукционный ток.

Письменно ответьте на 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?

Раздел 5. Оптика

Лабораторная работа №9

Тема: «Изучение работы трансформатора»

Цель занятия: познакомиться с устройством и принципом работы трансформатора; научиться определять коэффициент трансформации.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Оборудование: источник регулируемого переменного напряжения, трансформатор лабораторный разборный, вольтметры переменного тока (или авометр), ключ, провода соединительные.

Повышение и понижение напряжения осуществляют с помощью **трансформаторов**.

Трансформатор состоит из двух катушек изолированного провода, намотанных на общий стальной сердечник.

На одну катушку (называемую первичной обмоткой) подают переменный ток одного напряжения, а с другой катушки (вторичной обмотки) снимают переменный ток другого напряжения.



Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. Переменный ток в первичной обмотке создает переменное магнитное поле. Оно сосредоточено в основном внутри стального сердечника, так что обе обмотки пронизываются **одним и тем же** переменным магнитным потоком. Поэтому вследствие явления электромагнитной индукции **в каждом витке каждой обмотки** возникает одна и та же ЭДС индукции.

Суммарная ЭДС в каждой из катушек равна сумме ЭДС во всех ее витках, так как витки соединены друг с другом последовательно. Поэтому отношение напряжений U_1 и U_2 на вторичной и первичной обмотках равно отношению числа витков в них: $U_1 / U_2 = N_1 / N_2$.

Коэффициент трансформации — величина, равная отношению напряжений в первичной и вторичной обмотках трансформатора: $k = U_1 / U_2 = N_1 / N_2$.

Повышающий трансформатор — трансформатор, увеличивающий напряжение ($U_2 > U_1$). У повышающего трансформатора число витков N_2 во вторичной обмотке должно быть больше числа витков N_1 в первичной обмотке, т. е. $k < 1$.

Понижающий трансформатор — трансформатор, уменьшающий напряжение ($U_2 < U_1$). У понижающего трансформатора число витков во вторичной обмотке должно быть меньше числа витков в первичной обмотке, т. е. $k > 1$.

ХОД РАБОТЫ:

1. Ознакомьтесь с устройством трансформатора. Определите первичную обмотку (клеммы с надписью 36 В) и две вторичные (клеммы 2,2 В и 4,4 В). Разберите трансформатор, выньте сердечник и рассмотрите его устройство. Соберите трансформатор.
2. Присоедините первичную обмотку трансформатора к сети переменного тока напряжением 36 В и замкните цепь.
3. Измерьте напряжение на одной из вторичных обмоток.
4. Вычислите коэффициент трансформации.
5. Проведите аналогичные действия для другой вторичной обмотки.
6. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	$U_1, В$	$U_2, В$	k
1	36		

2	36		
---	----	--	--

7. Присоедините одну из вторичных обмоток трансформатора к сети переменного тока напряжением 4 В и замкните цепь.
8. Измерьте напряжение на первичной обмотке.
9. Вычислите коэффициент трансформации.
10. Присоедините другую вторичную обмотку трансформатора к сети переменного тока напряжением 4 В, замкните цепь и измерьте напряжение на первичной обмотке.
11. Вычислите коэффициент трансформации.
12. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	k
1	4		
2	4		

13. Запишите вывод: **что вы измеряли и какой получен результат.**

Раздел 5. Оптика

Лабораторная работа №10

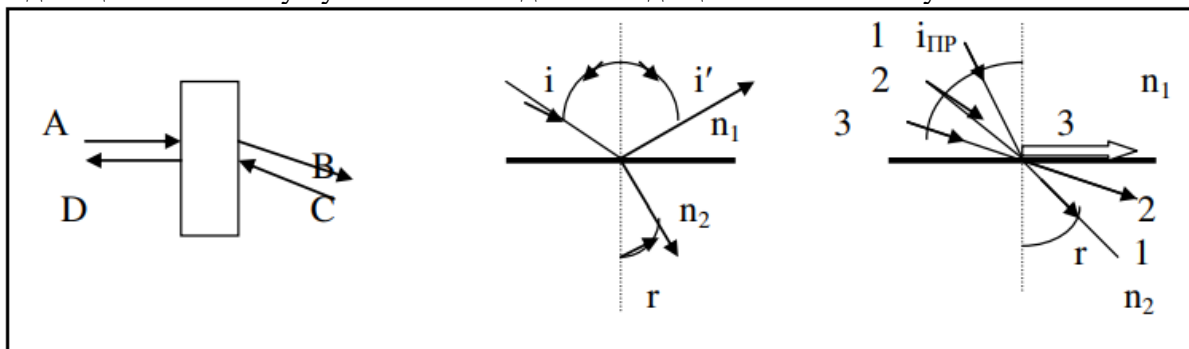
Тема: Лабораторная работа на тему: №10 «Определение показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины»

Цель занятия: изучение законов геометрической оптики

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Оборудование: плоскопараллельная пластина из стекла или оргстекла, лазерный осветитель или лазерная ручка, штангенциркуль, миллиметровая бумага, шпильки, скрепки. Повышение и понижение напряжения осуществляют с помощью **трансформаторов**.

Геометрической оптикой называется раздел физики, описывающий законы распространения электромагнитных волн (обычно света в видимой глазом области), справедливые при предположении, что длина волны стремится к нулю $\lambda \rightarrow 0$. Закон прямолинейного распространения света: в однородной среде луч света распространяется прямолинейно. Закон независимости световых пучков: эффект, производимый одним световым лучом не зависит от действия других лучей. Закон обратимости световых лучей: если луч А, падая на оптическую систему, порождает луч В, выходящий из системы, то, направив на систему луч С по лучу В в обратном направлении, на выходе получим луч D, идущий по лучу А в обратном направлении. Отметим, что здесь мы рассматриваем идеальные оптические системы, когда на один падающий на систему луч возникает один выходящий из системы луч.



Закон отражения: луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к границе раздела сред в точке падения лежат в одной плоскости, углы отсчитываются от перпендикуляра, угол падения i равен углу отражения i' , т.е. $i=i'$.

Закон преломления Снеллиуса-Декарта: луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр к границе раздела сред в точке падения лежат в одной плоскости, углы отсчитываются от перпендикуляра, отношение синуса угла падения к синусу угла преломления r для данной пары сред - величина постоянная.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1},$$

где n_{21} – относительный показатель преломления пары сред с абсолютным показателем преломления среды, откуда луч выходит (n_1) и абсолютным показателем преломления среды, куда луч входит (n_2). Если свет падает из воздуха $n_1=1$, то формула позволяет вычислить абсолютный показатель преломления среды, куда луч входит n_2

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_2,$$

Отметим, что углы падения и преломления отсчитываются от перпендикуляра к границе раздела сред в точке падения. Если $n_1 > n_2$, то угол преломления больше угла падения. Тогда при некотором $i_{\text{ПР}}$, когда $r = \pi/2$ и $\sin r = 1$, наблюдается явление полного внутреннего отражения. В этом случае свет не выходит во вторую среду и распространяется по границе раздела сред.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

a, мм b, мм c, мм d, мм n_1 Δn_1 $2 i$ Δn $n_{\text{CP}} = \Delta n_{\text{CP}} = n = \pm \varepsilon = \dots\%$.

a, мм	b, мм	c, мм	d, мм	n_1	Δn_1	$2 i$ Δ
				$n_{\text{CP}} =$	$\Delta n_{\text{CP}} =$	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что изучает геометрическая оптика?
2. Сформулируйте законы геометрической оптики.
3. Сформулируйте правило отсчета углов в геометрической оптике.
4. Что такое абсолютный показатель преломления? Какова его размерность?
5. Что такое относительный показатель преломления? Какова его размерность?
6. От чего зависит абсолютный показатель преломления среды?
7. В чем заключается явление полного внутреннего отражения?

Раздел 5. Оптика

Лабораторная работа №11

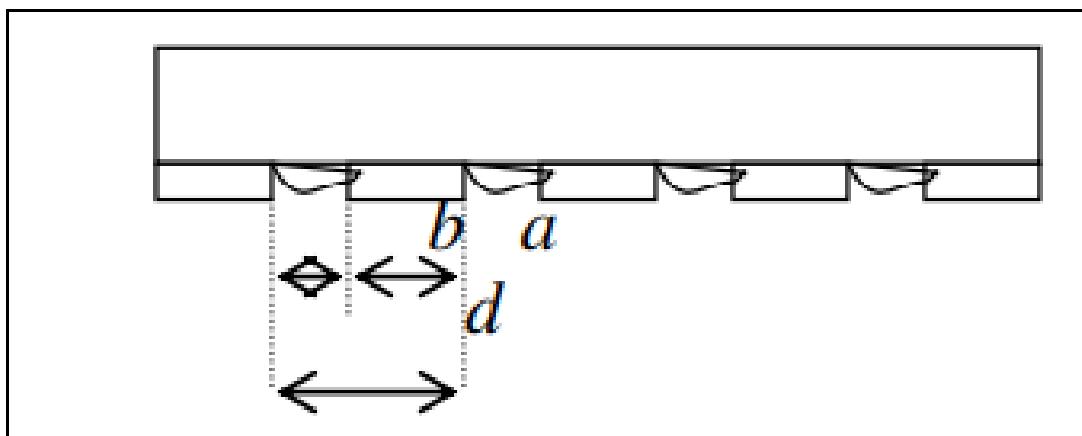
Тема 1 «Определение периода дифракционной решётки»

Цель занятия: наблюдения спектра, полученного с помощью дифракционной решетки, и измерение длины волны спектральных линий.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

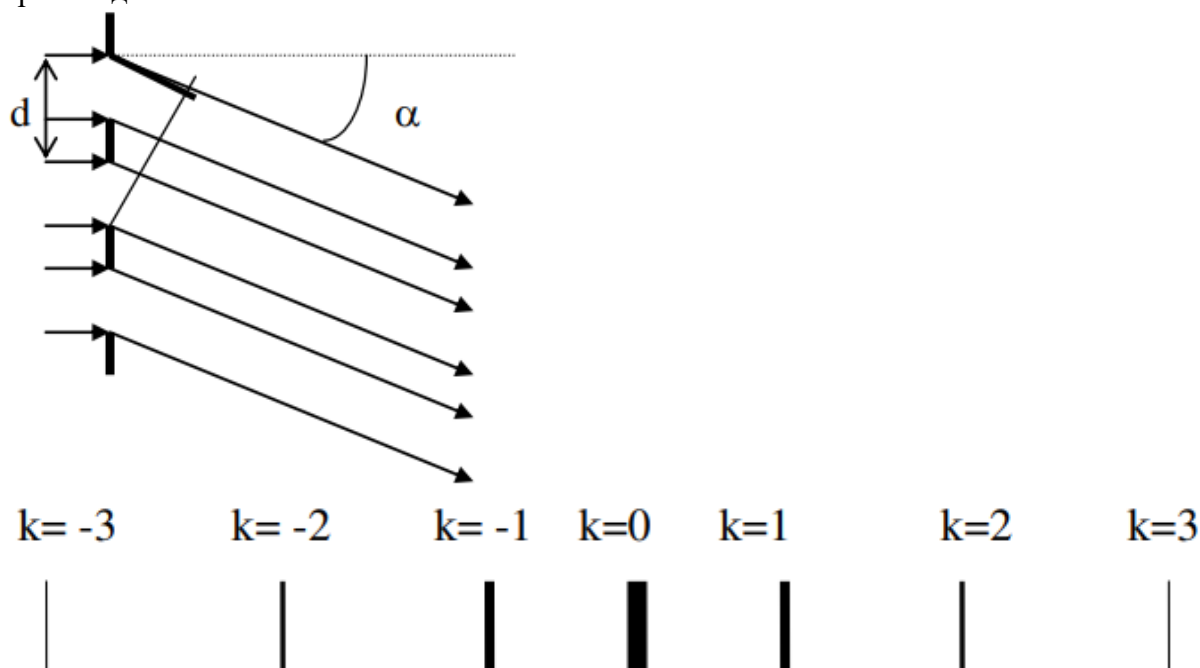
Оборудование: дифракционная решетка, оптическая скамья лазерный источник света.

Дифракционная решетка представляет собой периодическую структуру в виде пластины, на поверхности которой нанесены с постоянным шагом параллельные штрихи. Свет проходит только сквозь нетронутые резцом участки, и решетка является системой с параллельными щелями шириной a , разделенными непрозрачными промежутками шириной b . Период решетки равен $d = a + b$. Вместо периода часто задают число штрихов на единице длины $n = 1/d$. Угол наблюдения максимума дифрагированных лучей α_k определяется формулой дифракционной решетки.



$$(a + b)\sin\alpha_k = d \sin\alpha_k = k\lambda$$

Угол наблюдения дифракционного максимума зависит от длины волны. Поэтому при освещении решетки монохроматическим светом лазера дифракционная картина представляет собой систему максимумов, расположенных симметрично относительно центральной (нулевой) полосы, которой соответствует $k=0$ и $\alpha_0=0$. По значению k максимумы бывают 1-го, 2-го и т.д. порядков. В лабораторной работе используется оптическая скамья микролаборатории для выполнения лабораторных работ по оптике школьного курса физики производства ФГУП



“Центр МНТП”. В качестве источника света используется лазер, дающий в видимой части спектра одну монохроматическую линию, длину волны которой предлагается определить.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

k	$x_k, \text{мм}$	$L, \text{мм}$	$x_k - x_{-k}$	$d, \cdot 10^{-7} \text{ м}$	$\Delta d_i, \cdot 10^{-7} \text{ м}$	$\Delta d_i^2, \cdot 10^{-17} \text{ м}^2$
1						
-1						
2						
-2						
3						
-3						
4						
-4						
5						
-5						

$$d = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$\varepsilon_d = \dots \%.$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие волны называют когерентными?
2. Что такое дифракция по Фраунгоферу?
3. Что такое дифракционная решетка? Для каких целей применяется дифракционная решетка?
4. Запишите формулу дифракционной решетки. Выразите период решетки через число штрихов на единицу длины.
5. Какие изменения в дифракционной картине происходят при изменении длины волны, ширины дифракционной решетки?

Лабораторная работа №12

Тема: «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»

Цель занятия: наблюдать разного вида спектры.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Оборудование: проекционный аппарат, спектральные трубки с водородом, неоном или гелием, высоковольтный индуктор, источник питания, штатив, соединительные провода

Порядок выполнения работы

При попадании излучения нагретого твёрдого тела на призму мы получаем непрерывный (сплошной) спектр, состоящий из участков, окрашенных в разные цвета. Если источником света является, например, одноатомный газ, то мы получаем линейчатый спектр, состоящий из отдельных линий. Наблюдать спектры можно с помощью дифракционной решётки, а также с помощью призмы. В первом случае нам помогает явление дифракции света, а во втором - явление дисперсии. В этой работе для наблюдения спектров мы используем явление дисперсии.

1. Расположите пластину горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол 45° , наблюдайте светлую вертикальную полосу на экране - изображение раздвижной щели проекционного аппарата.
2. Выделите основные цвета полученного сплошного спектра и запишите их в наблюдаемой последовательности.

3. Повторите опыт, рассматривая полосу через грани, образующие угол 60° . Запишите различия наблюдаемых спектров.
4. Наблюдайте линейчатые спектры водорода, гелия или неона, рассматривая светящиеся спектральные трубки сквозь грани стеклянной пластины. Запишите наиболее яркие линии спектров.
5. Объясните, почему вид спектров различен в зависимости от способа его наблюдения, для этого нарисуйте ход лучей при разных углах между гранями для лучей двух разных длин волн. Сделайте выводы.

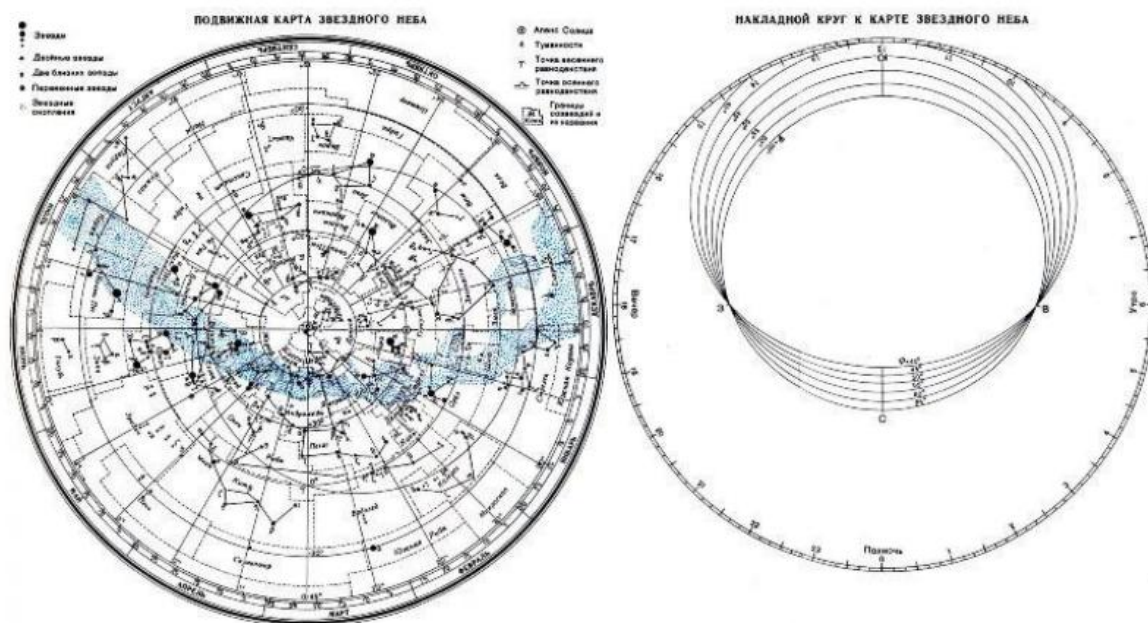
Раздел 7. Строение Вселенной

Практическая работа №7

Тема: «Изучение карты звездного неба»

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

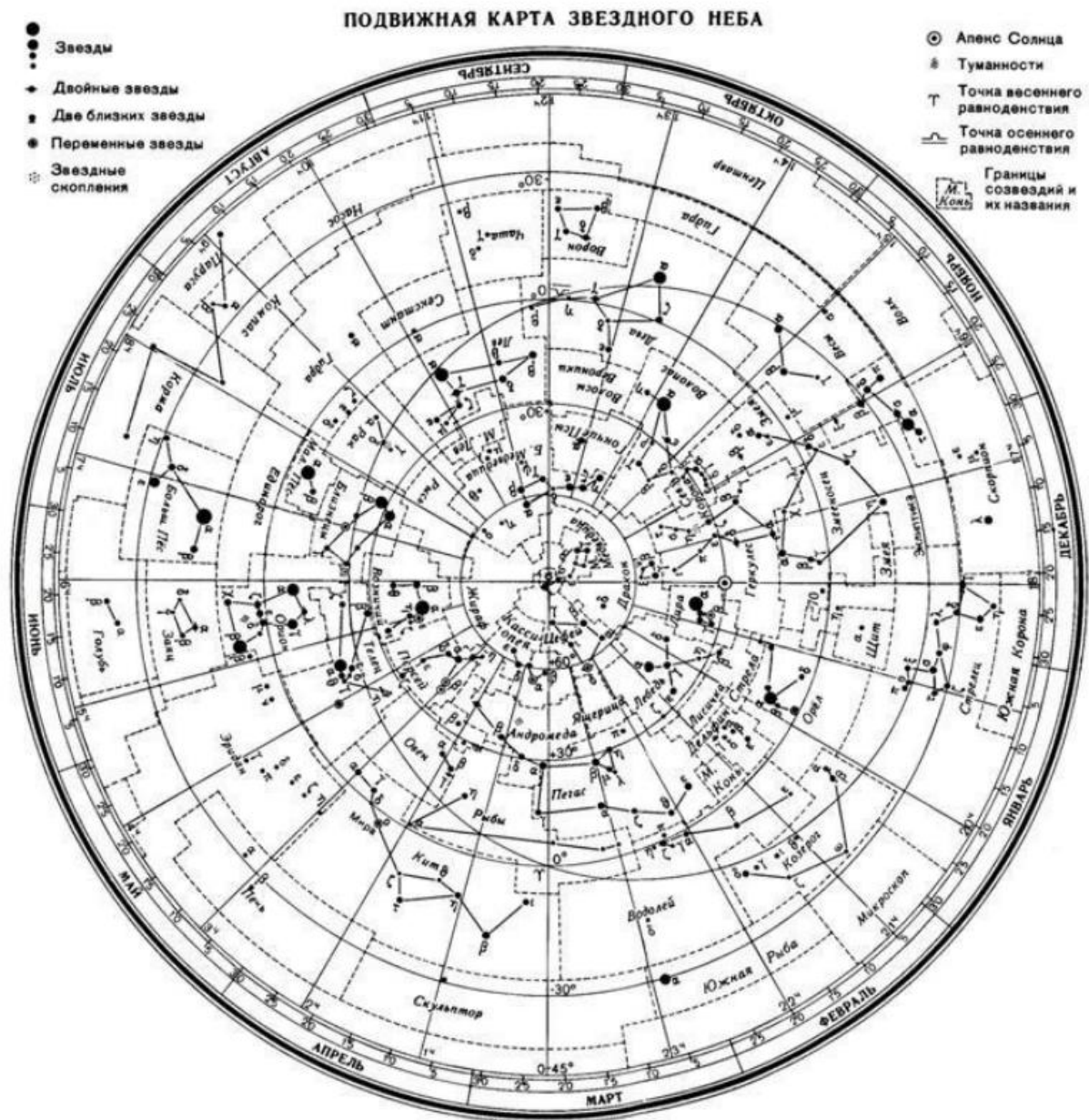
Ход работы: Теория. Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Работа посвящена знакомству со звёздным небом, решению задач на условия видимости созвездий и определении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



Перед началом работы распечатать подвижную карту звездного неба, овал накладного круга вырезать по линии, соответствующей географической широте места наблюдения. Линия выреза накладного круга будет изображать линию горизонта. Звёздную карту и накладной круг наклеить на картон. От юга к северу накладного круга натянуть нить, которая покажет направление небесного меридиана. На карте:

- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;
- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1° ;
- небесные параллели нанесены через 30° . С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил δ ;

- точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего γ и ω равноденствий;
- по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;
- зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

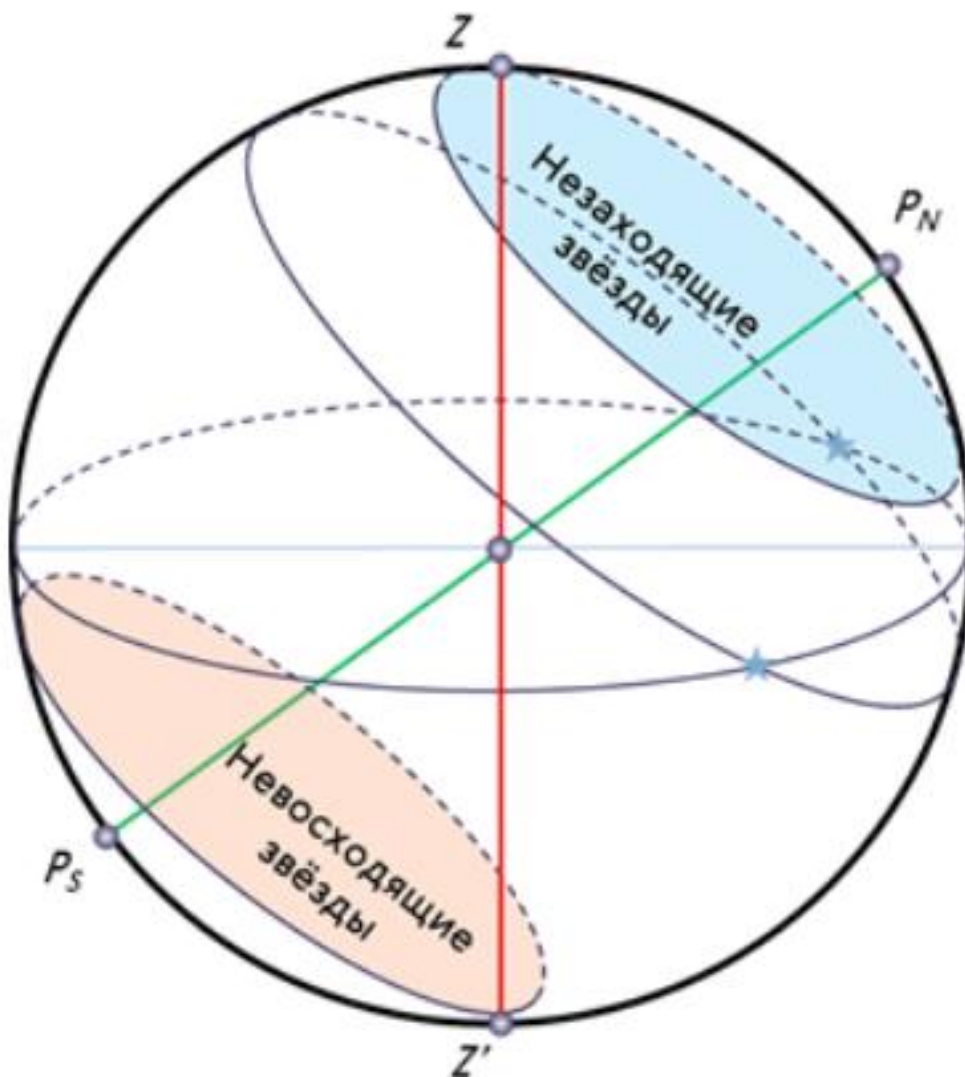


Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге. Небесный экватор — большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное полушарие, с вершиной в северном полюсе мира, и южное полушарие, с вершиной в южном полюсе мира. Созвездия, через которые проходит небесный экватор, называют экваториальными. Различают созвездия южные и северные. Созвездия Северного полушария: Большая и Малая Медведицы, Кассиопея, Цефей, Дракон, Лебедь, Лира, Волопас и др. К южным относятся Южный Крест, Центавр, Муха, Жертовник, Южный Треугольник. Полюс мира — точка на небесной сфере, вокруг которой происходит видимое суточное движение звёзд из-за вращения Земли вокруг своей оси. Направление на Северный полюс мира

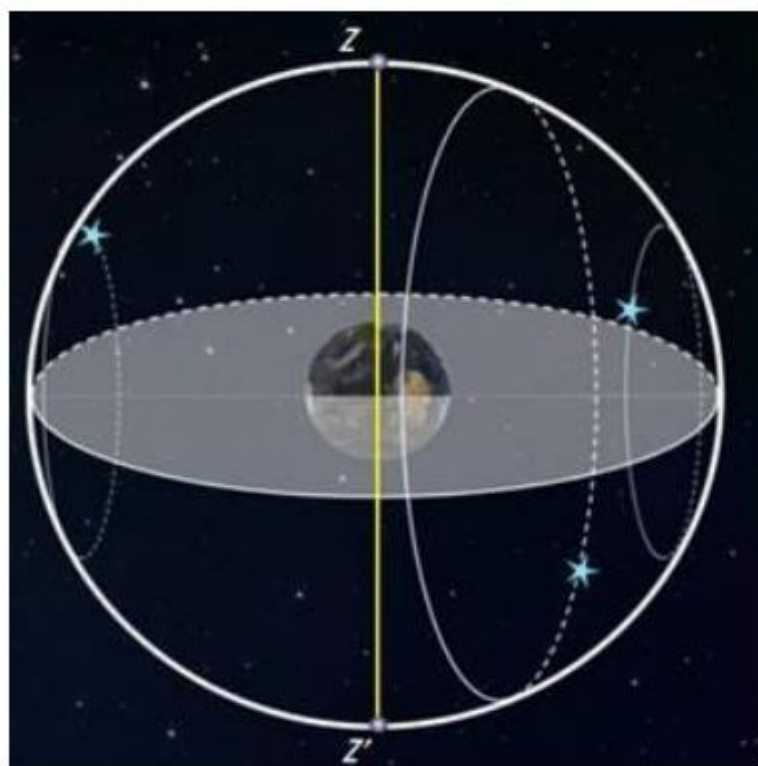
совпадает с направлением на географический север, а на Южный полюс мира — с направлением на географический юг. Северный полюс мира находится в созвездии Малой Медведицы с поляриссимой (видимая яркая звезда, находящаяся на оси вращения Земли) — Полярной звездой, южный — в созвездии Октант. Туманность — участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением излучения на общем фоне неба. Ранее туманностями называли всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 1920-е годы выяснилось, что среди туманностей много галактик (например, Туманность Андромеды). После этого термин «туманность» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле. Туманности состоят из пыли, газа и плазмы. Эклиптика — большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годовое движение Солнца. Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты). В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд. Суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору. Рассмотрим, как изменяется вид звездного неба на полюсах Земли. Полюс — это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом.



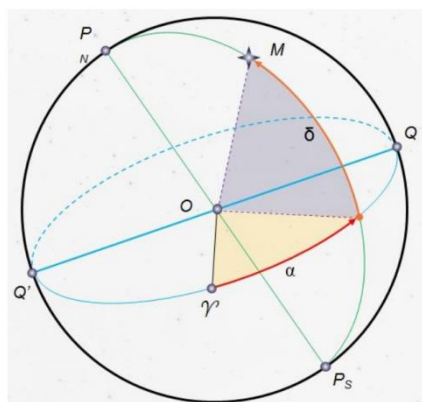
Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе Земли, Полярная звезда будет располагаться в зените, звёзды будут двигаться по кругам, параллельным математическому горизонту, который совпадает с небесным экватором. При этом над горизонтом будут видны все звёзды, склонение которых положительно (на Южном полюсе, наоборот, будут видны все звёзды, склонение которых отрицательно), а их высота в течение суток не будет изменяться. Переместимся в привычные для нас средние широты. Здесь уже ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту. Поэтому и суточные пути звёзд также будут наклонены к горизонту. Следовательно, на средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды.



Под восходом понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а под заходом — западной части этого горизонта. Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть незаходящими. А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться невосходящими. Отправимся дальше — на экватор, географическая широта которого равна нулю. Здесь ось мира совпадает с полуденной линией (то есть располагается в плоскости горизонта), а небесный экватор проходит через зенит.



Суточные пути всех, без исключения, звёзд перпендикулярны горизонту. Поэтому находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть все звёзды, которые в течение суток восходят и заходят. Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем 90° . Если $\delta > 90^\circ$, то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей). Тогда очевидно, что те светила, склонение которых $\delta < 90^\circ$, являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного). Экваториальная система координат — это система небесных координат, основной плоскостью в которой является плоскость небесного экватора. Экваториальные небесные координаты: 1. Склонение (δ) — угловое расстояние светила M от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения. Обычно выражается в градусах, минутах и секундах дуги. Склонение положительно к северу от небесного экватора и отрицательно к югу от него. Объект на небесном экваторе имеет склонение 0° . Склонение северного полюса небесной сферы равно $+90^\circ$. Склонение южного полюса равно -90° . 2. Прямое восхождение светила (α) — угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила.



Последовательность выполнения практической работы: Задачи практической работы: Задача 1. Определите экваториальные координаты Альтаира (α Орла), Сириуса (α Большого Пса) и Веги (α Лир).

Задача 2. Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам: $\delta = +35^\circ$; $\alpha = 1^h 46^m$.

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

Практический способ. Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или невосходящей. Теоретический способ. Используем формулы условия видимости звезд: Если $\delta > 90^{\circ} - \varphi$, то звезда является восходящей и заходящей. Если $\delta < 90^{\circ} - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является незаходящей. Если $\delta < \varphi$, то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

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

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

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

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

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

Задача 9. На карте звездного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Лебедь, Лира, Геркулес, Северная корона – и определить приблизительно небесные координаты (склонение, и прямое восхождение) звезд этих созвездий.

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

Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что такое звездное небо? (Звездное небо - множество небесных светил, видимых с Земли ночью, на небесном своде. В ясную ночь человек с хорошим зрением увидит на небосводе не более 2—3 тысяч мерцающих точек. Тысячи лет назад древние астрономы разделили звездное небо на двенадцать секторов и придумали им имена и символы, под которыми они известны и поныне.)

2. Что такое созвездия? (Созвездия - участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звездном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звездами.)

3. Сколько на сегодняшний день созвездий? (Сегодня есть 88 созвездий. Созвездия различны по занимаемой площади на небесной сфере и количеству звезд в них.)

4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете. (Существуют большие созвездия и маленькие. К первым относятся Большая Медведица, Геркулес, Пегас, Водолей, Волопас, Андромеда. Ко вторым - Южный Крест, Хамелеон, Летучая Рыба, Малый Пёс, Райская Птица. Конечно, мы называли лишь малую толику, наиболее известные.)

5. Что такое карта неба? (Это изображение звездного неба или его части на плоскости. Карту неба астрономы разделили на 2 части: южную и северную (по аналогии с полушариями Земли.)

6. Что такое небесный экватор? (Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора.)

2 ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Раздел 4. Электродинамика

Практическая работа №1: «Определение влажности воздуха»

1. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.
2. Ученица проводила наблюдение процесса испарения жидкости. С этой целью она обернула шарик термометра кусочком ваты и с помощью пипетки накапала на вату воды. Как изменялись внутренняя энергия и температура воды на ватке в процессе испарения? Относительная влажность окружающего воздуха меньше 100%.

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

1. Не изменялась.
 2. Увеличивалась.
 3. Уменьшалась.
3. Давление пара в помещении при температуре 5 °С равно 756 Па. Давление насыщенного пара при этой же температуре равно 880 Па. Какова относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах, округлив до целых.)
4. Давление насыщенного пара при температуре 15 °С равно 1,71 кПа. Если относительная влажность воздуха равна 59 % то каково парциальное давление пара при температуре 15 °С? (Ответ дайте в кПа с точностью до сотых.)

Практическая работа №2: «Соединение проводников»

Проводники сопротивлением 20 Ом и 30 Ом соединены последовательно. Напряжение на концах первого проводника равно 12 В. Определите напряжение, сопротивление и силу тока в цепи на втором проводнике, а также полное напряжение.

Решение

По закону Ома:

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12В}{20Ом} = 0.6 А$$

$$U_2 = IR_2 = 0.6 А \cdot 30Ом = 18В$$

Для последовательного соединения проводников:

$$U = U_1 + U_2 = 12B + 18B = 30B$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{30B}{0.6A} = 50\text{Ом}$$

Ответ: 50 Ом; 18 В; 0,6 А; 30 В.

Задача №2 на параллельное соединение проводников

Условие

Два проводника соединены параллельно. Сила тока в первом проводнике равна 0,5 А, во втором — 1 А. Сопротивление первого проводника составляет 18 Ом. Определите сопротивление второго проводника и силу тока на всем участке цепи.

Решение

Для параллельного соединения:

$$I = I_1 + I_2 = 0.5 + 1 = 1.5\text{ A}$$

$$U = U_1 = U_2$$

По закону Ома:

$$U = R_1 I_1 = 18\text{Ом} \cdot 0.5\text{ A} = 9\text{ В}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{9\text{ В}}{1\text{ A}} = 9\text{ Ом}$$

При решении задач не забывайте проверять размерности величин и при необходимости переводить их в систему СИ.

Ответ: 1,5 А; 9 Ом.

Задача №3 на последовательное и параллельное соединение проводников

Условие

Электрогрелка состоит из трех одинаковых секций. Во сколько раз быстрее грелка будет нагревать некоторое количество воды от 10 до 100 градусов Цельсия при параллельном включении всех секций, нежели при последовательном их включении?

Решение

Пусть сопротивление каждой секции равно R. Тогда при параллельном включении их в сеть напряжение на каждой секции равно напряжению в сети (U), и на трех секциях будет выделяться тепло:

$$Q_1 = 3U^2 t / R$$

При последовательном соединении суммарное сопротивление цепи равно 3R, а выделяющееся количество теплоты:

$$Q_2 = I^2 3R t = U^2 t / 3R$$

Как видим, выделяющееся тепло для первой схемы в 9 раз больше, так что и скорость нагрева воды будет в 9 раз выше.

Ответ: в 9 раз.

Дополнительное задание:

1. Силу тока в проводнике увеличили в 2 раза. Как изменится количество теплоты, выделяющееся в нём за единицу времени, при неизменном сопротивлении проводника?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

2. Длину спирали электроплитки уменьшили в 2 раза. Как изменится количество теплоты, выделяющееся в спирали за единицу времени, при неизменном напряжении сети?

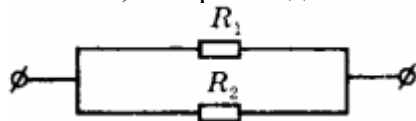
- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

3. Сопротивления резистор R1 в четыре раза меньше сопротивления резистора R2. Работа тока в резисторе 2



- 1) в 4 раза больше, чем в резисторе 1
- 2) в 16 раз больше, чем в резисторе 1
- 3) в 4 раза меньше, чем в резисторе 1
- 4) в 16 раз меньше, чем в резисторе 1

4. Сопротивление резистора R1 в 3 раза больше сопротивления резистора R2. Количество теплоты, которое выделится в резисторе 1



- 1) в 3 раза больше, чем в резисторе 2
- 2) в 9 раз больше, чем в резисторе 2
- 3) в 3 раза меньше, чем в резисторе 2
- 4) в 9 раз меньше, чем в резисторе 2

5. Цепь собрана из источника тока, лампочки и тонкой железной проволоки, соединенных последовательно. Лампочка станет гореть ярче, если

- 1) проволоку заменить на более тонкую железную
- 2) уменьшить длину проволоки
- 3) поменять местами проволоку и лампочку
- 4) железную проволоку заменить на нихромовую

6. На рисунке приведена столбчатая диаграмма. На ней представлены значения напряжения на концах двух проводников (1) и (2) одинакового сопротивления. Сравните значения работы тока A1 и A2 в этих проводниках за одно и то же время.

Практическая работа №7: Решение задач на тему: «Проводимость металлов»

Рассмотрим следующую задачу: надо определить силу тока в проводнике, длина которого 100 м, а сечение этого проводника – 0,5 мм².

Этот проводник выполнен из меди и включен в цепь таким образом, что на его концах наблюдается напряжение 6,8 В. Стоит отметить, что в задаче дан материал, из которого сделан проводник. Значит, можно узнать значение удельного сопротивления из таблицы.

Дано:	Решение:
$l = 100 \text{ м}$	$I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$
$S = 0,5 \text{ мм}^2$	$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{6,8 \cdot 0,5}{0,017 \cdot 100} =$
$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$= 2[\text{А}]$
$U = 6,8 \text{ В}$	
$I = ?$	
	Ответ: $I = 2 \text{ А}$

Рис. 1. Решение задачи №1

Сначала следует записать краткое условие задачи. На рис. 1. слева от вертикальной черты показано, как это нужно сделать. Значение длины ($l=100 \text{ м}$), площади поперечного сечения ($S=0,5 \text{ мм}^2$) и напряжения ($U=6,8 \text{ В}$) дано в условии. Значение удельного сопротивления меди ($\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$) мы взяли из таблицы. Под горизонтальной чертой на рис. 1 написано, что нужно найти в задаче – силу тока.

Для решения задачи запишем закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$. Также нам потребуется выражение для сопротивления проводника: $R = \rho \frac{l}{S}$. Далее постараемся записать решение в общем виде, то есть выражение для сопротивления мы подставим в закон Ома. Поскольку R в законе Ома стоит в знаменателе, то ρ и l окажутся в знаменателе, S перейдет в числитель. Получаем:

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l}$$

Теперь подставим значения данных величин:

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{6,8 \cdot 0,5}{0,017 \cdot 100} = 2[\text{А}]$$

Ответ: $I=2\text{А}$.

Это можно понять так: если подключить амперметр последовательно к данному проводнику, то он покажет значение 2А. Стоит обратить внимание, что ничего сложного в таких задачах нет. Стоит только разобраться, какие величины куда подставить. Обычно такие задачи в дальнейшем будут использоваться как составная часть более сложных задач.

Задача №2

В предыдущей задаче мы находили значение силы тока. Но эту характеристику можно измерить соответствующим прибором – амперметром. Поэтому, как правило, есть другие задачи, в которых требуется найти характеристики проводника. Если мы хотим сделать какое-то сопротивление, то мы должны знать эти характеристики проводника: длину, площадь сечения, материал. Решая такие задачи, мы сможем их найти, зная силу тока и напряжение.

Рассмотрим пример именно такой задачи. По вольфрамовой проволоке протекает электрический ток. Длина проволоки – 4 м, сила тока составляет 0,05 А. Напряжение, под которым находится данный проводник, составляет 5 В. Необходимо определить величину площади поперечного сечения.

Дано: $I = 0,05 \text{ A}$ $U = 5 \text{ В}$ $l = 4 \text{ м}$ $\rho = 0,055 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ $S = ?$	Решение: $R = \rho \frac{l}{S} \quad S = \frac{\rho \cdot l}{R} \quad R = ?$ $I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I}$ $S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U} = \frac{0,055 \cdot 4 \cdot 0,05}{5} =$ $= 0,0022 [\text{мм}^2]$ Ответ: $S = 0,0022 \text{ мм}^2$
---	---

Рис. 2. Решение задачи №2

Как и в первом случае, запишем краткое условие задачи (рис. 2, слева от вертикальной черты). Нам даны сила тока $I=0,05 \text{ A}$, напряжение $U=5 \text{ В}$ и длина проволоки $l=4 \text{ м}$. Значение удельного сопротивления

вольфрама $\rho = 0,055 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ можно найти из таблицы. Под горизонтальной чертой написано то, что требуется найти: S , площадь поперечного сечения проволоки.

Как и в предыдущей задаче запишем две формулы. Первая – это формула для вычисления сопротивления проводника: $R = \rho \frac{l}{S}$. Отсюда можно выразить площадь сечения проводника:

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

Из этого уравнения мы не сможем сразу найти сечение, поскольку нам неизвестно сопротивление. Для его определения потребуется вторая формула – закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$. Из него можно выразить значение сопротивления всей проволоки:

$$R = \frac{U}{I}$$

Подставив это выражение в формулу для площади сечения, получим:

$$S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U}$$

Получаем дробь, где в числителе стоит произведение трех величин: удельного сопротивления, длины проводника и силы тока, а в знаменателе стоит только напряжение. Подставим численные значения:

$$S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U} = \frac{0,055 \cdot 4 \cdot 0,05}{5} = 0,0022 [\text{мм}^2]$$

Получаем ответ: площадь поперечного сечения проволоки $S = 0,0022 \text{ мм}^2$. Как видим, сечение проволоки невелико, то есть проволока будет очень тонкой.

Практическая работа №3: «Определение влажности воздуха»

1 вариант

1. Решить задачу: Определить абсолютную влажность воздуха, если относительная влажность при температуре $+20^\circ\text{C}$ 25%.

- 2. Решить задачу:** 1 м^3 воздуха при температуре $+10^\circ\text{C}$ в воздухе содержится 6 гр. воды. Такой воздух насыщен или нет?
- 3. Решить задачу:** Определить относительную влажность воздуха, если при температуре $+10^\circ\text{C}$ в воздухе содержится 1 гр. воды.

2 вариант

- 1. Решить задачу:** Определить абсолютную влажность воздуха, если относительная влажность при температуре $+30^\circ\text{C}$ 40%.
- 2. Решить задачу:** 1 м^3 воздуха при температуре $+10^\circ\text{C}$ в воздухе содержится 9 гр. воды. Такой воздух насыщен или нет?
- 3. Решить задачу:** Определить относительную влажность воздуха, если при температуре 0°C в воздухе содержится 1 гр. воды.

Раздел 6. Оптика

Практическая работа №4: «Определение показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины»

Задача по геометрической оптике №1

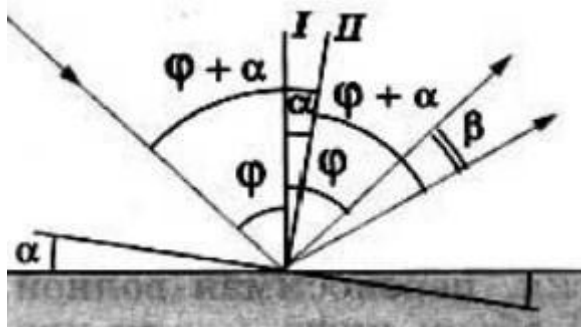
Условие

Плоское зеркало повернули на угол $\alpha = 18^\circ$ вокруг оси, лежащей в плоскости зеркала. На какой угол β повернется отраженный от зеркала луч, если направление падающего луча осталось неизменным?

Решение

Пусть φ — первоначальный угол падения луча. По закону отражения, угол отражения также равен φ , и, следовательно, угол между падающим лучом и отраженным лучом равен 2φ . При повороте зеркала на угол α перпендикуляр I к зеркалу, восстановленный в точке падения, также повернется на угол α и займет положение II .

Значит, новый угол падения будет равен $\varphi + \alpha$.



Таким же будет и новый угол отражения. Угол, на который повернется отраженный луч:

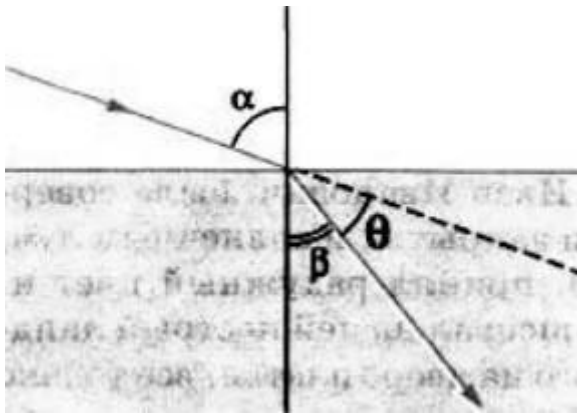
$$\beta = \varphi + \alpha + \alpha - \varphi = 2\alpha = 36^\circ$$

Ответ: 36 градусов.

Задача по геометрической оптике №2

Условие

Определите, на какой угол θ отклоняется световой луч от своего первоначального направления при переходе из воздуха в воду, если угол падения $\alpha = 76^\circ$.



Решение

Из рисунка видно, что $\theta = \alpha - \beta$. Согласно закону преломления

$$\sin \alpha \sin \beta = n$$

где $n = 1,33$ — показатель преломления воды.

$$\sin \beta = \sin \alpha n = 0,971,33 = 0,72$$

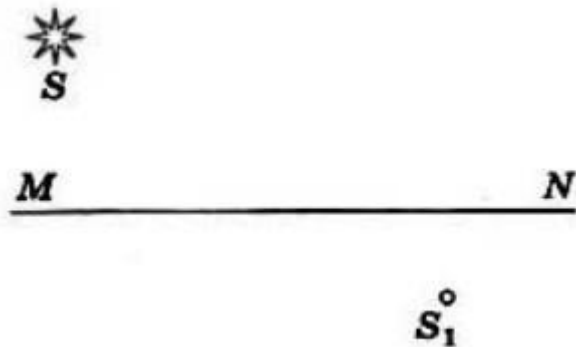
Вычисляя арксинус, находим: $\beta \approx 46^\circ 84'$.

Ответ: 46 градусов, 84 секунды.

Задача по геометрической оптике №3

Условие

На рисунке показано расположение главной оптической оси MN линзы, светящейся точки S и ее изображения S_1 . Нарисуйте линзу и ход лучей. Найдите на рисунке оптический центр линзы и ее фокусы. Определите, собирающей или рассеивающей является эта линза, действительным или мнимым является изображение.



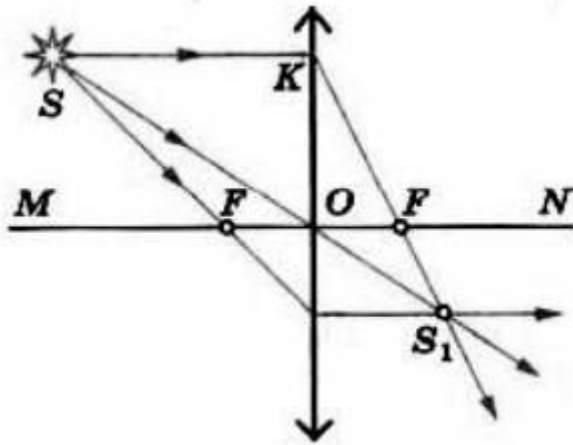
Решение

Луч, проходящий через оптический центр линзы, не отклоняется от своего направления.

Поэтому оптический центр O совпадает с точкой пересечения прямых SS_1 и MN .

Проведем луч SK , параллельный главной оптической оси. Преломленный луч KS_1 пройдет через фокус.

Зная, что луч, падающий на линзу через фокус, после преломления идет параллельно главной оптической оси, находим другой фокус. Линза является **собирающей**, а изображение — **действительным**.



Ответ: ответ смотри выше.

Задача по геометрической оптике №4

Условие

Изображение предмета имеет высоту $H = 2$ см. Какое фокусное расстояние F должна иметь линза, расположенная на расстоянии $f = 3$ м от экрана, чтобы изображение данного предмета на экране имело высоту $h = 0,9$ м?

Решение

Запишем формулу линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

Выразим фокусное расстояние:

$$F = f \frac{d}{d + f}$$

Теперь запишем формулу для увеличения линзы:

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$

Учитывая, что $Hh = fd$, выразим:

$$d = \frac{hf}{HF} = \frac{h}{f} \frac{H}{F} + h = 0,9 \cdot 30,02 + 0,9 = 0,29 \text{ м}$$

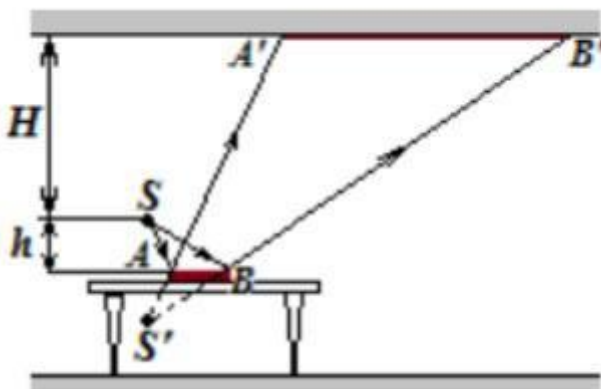
Ответ: 29 см.

Задача по геометрической оптике №5

Условие

Лампочка настольной лампы находится на расстоянии $h = 0,6$ м от поверхности стола и $H = 1,8$ м от потолка. На столе лежит круглое зеркало диаметром $d = 10$ см. Каковы размер и форма «зайчика», полученного на потолке от зеркала.

Решение



Нить накала лампы можно считать точечным источником S . Лучи, идущие от точечного источника S , отражаются от зеркала так, будто вышли из точки S' – мнимого изображения S в зеркале.

Поскольку плоскость зеркала и потолка параллельны, форма «зайчика» будет подобна зеркалу. Диаметр «зайчика» найдем, рассмотрев подобные треугольники $S'AB$ и $S'A'B'$.

Мнимое изображение S' расположено симметрично S относительно плоскости зеркала, следовательно, высота $\Delta S'AB$ равна h . Высота $\Delta S'A'B'$ равна $H+2h$, тогда:

$$HH+2h=ABA'B'$$

Диаметр зайчика:

$$D=A'B'=H+2hdh=1,8+1,20,10,6=0,5 \text{ м}$$

Ответ: 0,5 м

Вопросы по геометрической оптике

Вопрос 1. Сформулируйте закон преломления света.

Ответ. Закон преломления света, или закон Снеллиуса, гласит: *падающий и преломлённый лучи и перпендикуляр, проведённый к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости.*

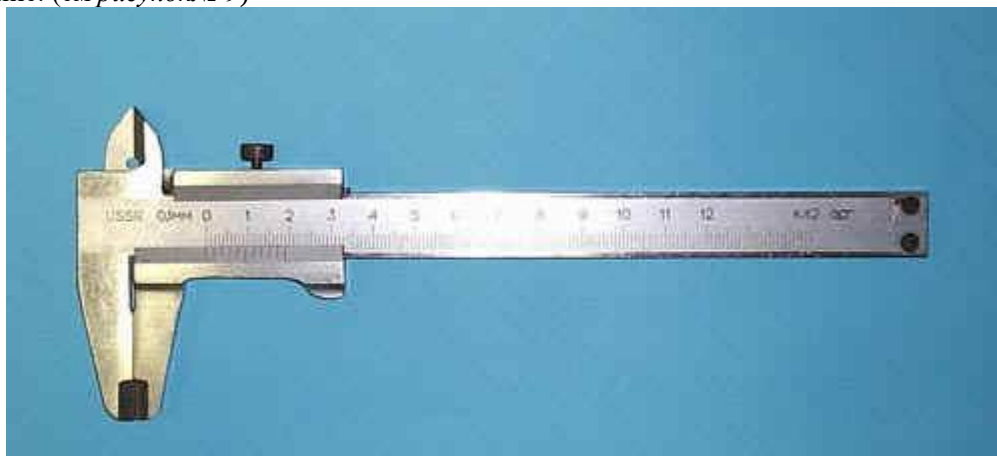
Вопрос 2. Что такое показатель преломления?

Ответ.

1. Абсолютный показатель преломления среды показывает, во сколько раз скорость света в данной среде меньше, чем в вакууме.
2. Относительный показатель преломления двух сред равен отношению их абсолютных показателей преломления.

Практическая работа №5: «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»

Оборудование: (см рисунок № 9)

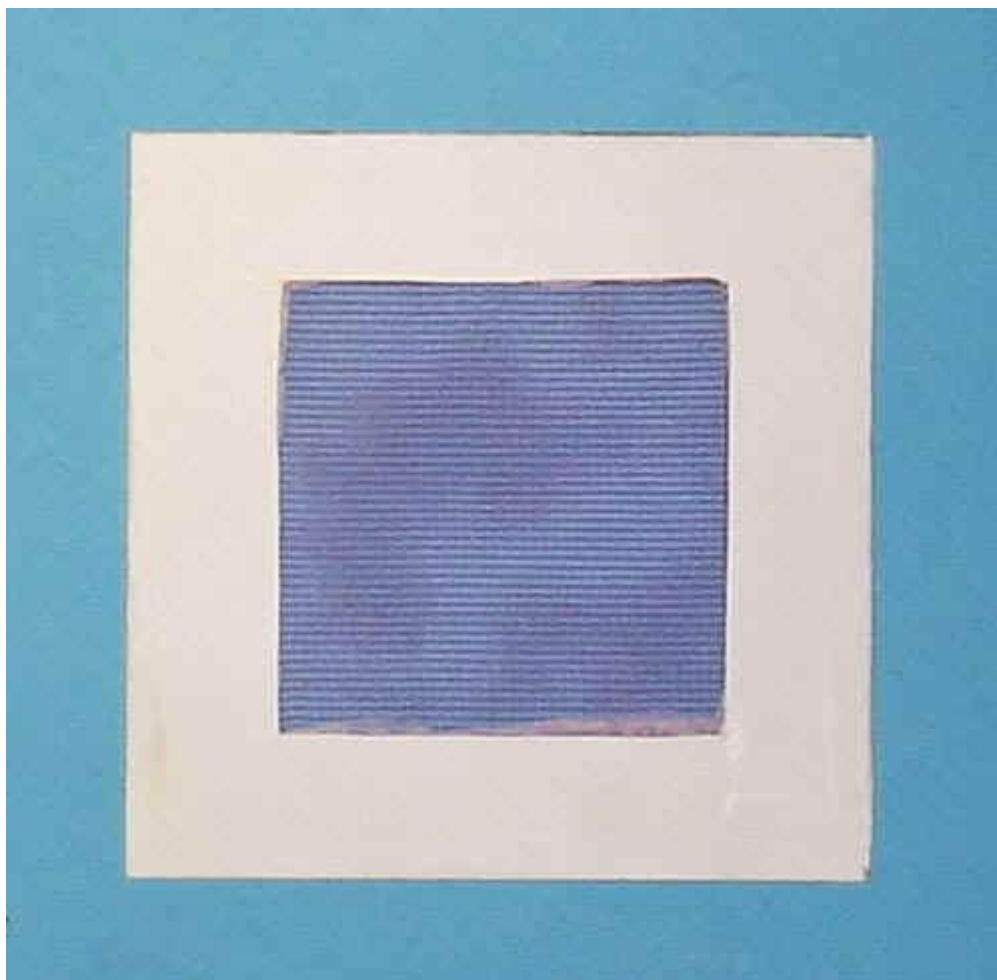


1. Сдвигаем ползунок штангенциркуля до образования между губками щели шириной 0,5 мм.
2. Приставляем скошенную часть губок вплотную к глазу (располагая щель вертикально).
3. Сквозь эту щель смотрим на вертикально расположенную нить горячей лампы.
4. Наблюдаем по обе стороны от нити параллельные ей радужные полосы.
5. Изменяем ширину щели в пределах 0,05 – 0,8 мм. При переходе к более узким щелям полосы раздвигаются, становятся шире и образуют различные спектры. При наблюдении через самую широкую щель полосы очень узки и располагаются близко одна к другой.[9]
6. Ученики зарисовывают в тетрадь увиденную картину.

Экспериментальная работа

“Наблюдение дифракции света на капроновой ткани”.

Оборудование: лампа с прямой нитью накала, ткань капроновая размером 100x100мм (рисунок 10)



1. Смотрим через капроновую ткань на нить горячей лампы.
 2. Наблюдаем “дифракционный крест” (картина в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос) . [9]
 3. Ученики зарисовывают в тетрадь увиденную картину (дифракционный крест).
- Объяснение:* В центре креста виден дифракционный максимум белого цвета. При $k=0$ разность хода волн равна нулю, поэтому центральный максимум получается белого цвета. Крест получается потому, что нити ткани представляют собой две сложенные вместе дифракционные решетки со взаимно перпендикулярными щелями. Появление спектральных цветов объясняется тем, что белый свет состоит из волн различной длины. Дифракционный максимум света для различных волн получается в различных местах.