

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ
ООД.02.03 Физика

для специальности
08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов

*базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Иркутск, 2024

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИргУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИргУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:

ЦМК математики, физики, географии,
биологии, химии

Председатель ЦМК:

Новикова Т.П.

Протокол № 8

от «11» апреля 2024г.

Составитель: Подгорнов С.В., преподаватель высшей квалификационной категории Сибирского колледжа транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Содержание

Введение.....	4
Правила по безопасным условиям труда.....	5
Лабораторная №1 Определение плотности веществ.....	7
Лабораторная №2 Опытная проверка закона Бойля-Мариотта.....	9
Лабораторная №3 Проверка закона Ома для участка цепи.....	10
Лабораторная №4 Нахождение ЭДС источника и внутреннего сопротивления ...	11
Лабораторная №5 Определение длины волны.....	12
Лабораторная №6 Изучение треков заряженных частиц.....	13
Информационное обеспечение обучения	15

Введение

Цель данного пособия – помочь студентам выполнить лабораторные работы, предусмотренные программой по физике, научить правильно определять погрешности и производить необходимую числовую обработку результатов лабораторного эксперимента.

Весь процесс выполнения лабораторных работ включает в себя теоретическую подготовку, ознакомление с приборами и сборку схем, проведение опыта и измерений, числовую обработку результатов лабораторного эксперимента и сдачу зачета по выполненной работе.

Теоретическая подготовка

Теоретическая подготовка необходима для проведения физического эксперимента, должна проводиться студентом в порядке самостоятельной внеаудиторной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной лабораторной работе, а для более глубокого изучения рассматриваемого явления рекомендуется обратиться к литературе, указанной в руководстве.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса.

Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые студент обязан дать четкие, правильные ответы.

Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы.
6. Вывод.

Правила по безопасным условиям труда

1. Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны. Точно выполняйте указания учителя.
2. Не оставляйте рабочее место без разрешения учителя.
3. Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном учителем.
4. Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся для выполнения задания.
5. Перед тем как приступить к выполнению работы, тщательно изучите ее описание, уясните ход ее выполнения.
6. При использовании весов взвешиваемое тело кладут на левую чашку весов, а разновесы на правую.
7. Взвешиваемое тело и разновесы нужно опускать на чашки весов осторожно, не роняя их.
8. При окончании работы с весами разновесы и гири помещают в футляр, а не на стол.
9. При работе с динамометром нельзя нагружать его так, чтобы длина пружины превышала ограничитель на шкале.
10. При выполнении лабораторных работ, в которых применяются нитки, помните, что их нельзя обрывать пальцами, надо использовать ножницы.
11. При опускании груза в жидкость, нельзя резко отпускать его.
12. При использовании рычага-линейки не забывайте придерживать свободный от грузов конец рукой.
13. Производите сборку электрических цепей, изменения в них, монтаж в них только при отключенном источнике питания.
14. Не включайте источник питания без разрешения учителя.
15. Проверяйте наличие напряжения на источниках питания или других частях электроустановки с помощью прибора для измерения напряжения
16. Следите, чтобы изоляция проводов была исправна, а на концах проводов были наконечники. При сборке электрической цепи провода располагайте аккуратно, а наконечники плотно соединяйте с клеммами.
17. Выполняйте измерения и наблюдения, соблюдая осторожность, чтобы случайно не прикоснуться к оголенным проводам (токоведущим частям, находящимся под напряжением).
18. По окончании работы отключите источник питания, после чего разберите электрическую цепь. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник тока и сообщите об этом учителю.

Критерии оценок лабораторных работ

Оценка «5» (отлично) ставится, если студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Оценка «1» ставится, если студент совсем не выполнил работу.

Во всех случаях оценка снижается, если студент не соблюдал требований правил безопасного труда.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к дан-

ной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы и литературу.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Лабораторный практикум является хорошей формой повторения, углубления и обобщения основных вопросов пройденного курса.

Система единиц

Величина – то что можно выразить количественно. Сравнение значений к-л величины зовут **измерением**. Значение, с коим сравнивают все другие значения этой же величины – **единица измерения** (ЕИ) (метр – единица длины). Непосредственно сравнивая с единицей (приложив метр) проводим **Прямое измерение**. Но площадь круга неудобно подсчитывать числом квадратиков. Нахождение числового значения по формуле (измерив диаметр) – **косвенное измерение**.

В разных странах с их единицами длины и массы получим свой значения F – надо ставить к-ты, свои в каждой стране в $F = k \cdot m \cdot a$. Придем к одной системе единиц.

Но произвольно выбрав m и длину, мы не сможем произвольно выбрать F , ведь они связаны 2 законом Ньютона. Выбираем массу и длину произвольно (**основные ЕИ**), а остальные будем выводить из формул, обращая к-ты в 1.

2й закон Ньютона станет $F = m \cdot a = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м} / \text{с}^2 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$ примем результат за единицу силы и назовем ньютон (N), а выражение $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$ **Размерностью** Ньютона.

Для единицы работы получим $A = F \cdot s = 1 N \cdot 1 \text{ м} = 1 N \cdot \text{м} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2 = 1 \text{ Дж}$ (джоуль)

Выведем единицу мощности $A = N / t$ $N = A / t = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ с} = (1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2) / 1 \text{ с} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^3 = 1 \text{ Вт}$. Получаем совокупность взаимосвязанных единиц – **Систему единиц.

В конце 18 века во Франции Метрическую систему мер (единицы измерения – метр, для массы – килограмм, секунда) ввел Лавуазье (один из основателей современной химии, труд «Метод химической номенклатуры» – положил начало систематизации хим элементов, что завершился более чем через 100 лет периодической системой Менделеева, открыл закон сохранения массы). Он вступил в Главный откуп. (Сбор налогов отдавался государством за определенную плату на откуп частным лицам. Собранные налоги и сборы с населения в 2–3 раза превышали средства, вносимые в казну.) «Республика не нуждается в учёных» заявил председатель трибунала в ответ на петицию ученых. Кстати, казнен и отец Ампера.

В России теперь уже Международная СИ (Система Интернациональная) стала единственной с 1 января 1978г.

В ней 7 основных единиц: **длина** – метр – одна десятимиллионная доля Парижского меридиана от экватора до полюса = $2 \cdot \pi \cdot 6356779,4 / 10000000 = 0,9985 \text{ м}$, **масса** – кг, **время** – сек, **температура** – кельвин (K), **ток** – ампер, **сила света** – кандела (свеча – кд), **количество вещества** – моль

2 дополнительных – **плоский угол** – радиан (рад), **телесный угол** – стерadian (ср)

**Найти ρ ацетилена (C_2H_2) [1, 15]

**Зная ρ O_2 , найти ρ метана (CH_4) [$\rho_m = 0,5 \rho_{O_2}$]

** ρ воздуха = 1,29 кг/м³, M воздуха = 0,00129 кг/л * 22,4 л = 0,028 кг/моль

Элементы теории погрешностей

Плохая подготовка (неаккуратность экспериментатора) или природа самого объекта приводит к **случайным** погрешностям (их не исключить). Несовершенство прибора (сбит ноль, неоткалиброван, нечестный продавец) ведет к **систематической** погрешности (можно исключить, исследовав прибор).

Для исключения случайных ошибок и >я точности проводят несколько измерений (мин 3) и находят среднее арифметическое $(X_1 + X_2 + X_3) / 3 = X_{ср}$.

Точность прямого измерения не может превышать цены деления прибора.

Разность между **истинным** и измеренным значениями искомой величины наз-ся

Абсолютной погрешностью $\Delta X = |X_{ист} - X|$. Поскольку истинное значение не известно, за него принимаем $X_{ср} = X_{ист}$.

Находим Абс погрешности каждого измерения:

$\Delta X_1 = X_1 - X_{ср}$, $\Delta X_2 = X_2 - X_{ср}$, $\Delta X_3 = X_3 - X_{ср}$ находят среднее арифметическое модулей этих погрешностей $(|\Delta X_1| + |\Delta X_2| + |\Delta X_3|) / 3 = \Delta X_{ср}$ и **принимают его за абс погрешность** измерения.

Результат измерения можно записать $X = X_{\text{ср}} \pm \Delta X_{\text{ср}}$, значит истинное значение лежит в интервале (доверительный интервал) $X_{\text{ср}} - \Delta X_{\text{ср}} < X < X_{\text{ср}} + \Delta X_{\text{ср}} \pm \Delta X_{\text{ср}}$

Находим **относительную погрешность** $\delta = (\Delta X_{\text{ср}} / X_{\text{ср}}) * 100\%$

Отчет по схеме

- 1) дата, цель(наименование) и номер работы, группа, фамилия
- 2) перечень оборудования
- 3) схема или зарисовка установки
- 4) запись цены деления шкалы измерительного прибора
- 5) таблица результатов измерений и вычислений
- 6) расчетная формула, обработка результатов и определение погрешностей
- 7) Вывод, ответы на поставленные вопросы

Лабораторная работа №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЕЩЕСТВ

Тема: «Определение плотности веществ»

Цель работы:

учебная- определить плотности неизвестного образца;

профессиональная- Научиться работе с измерительными приборами и технике нахождения погрешностей.

Студент должен

знать: понятия: относительная и абсолютная погрешность

уметь: измерять длину нити с помощью линейки, период колебаний нитяного маятника, пользоваться секундомером;

Теория. Плотность однородного вещества ρ - физическая величина, равная отношению массы этого вещества m к его объему V :

$$\rho = m/V$$

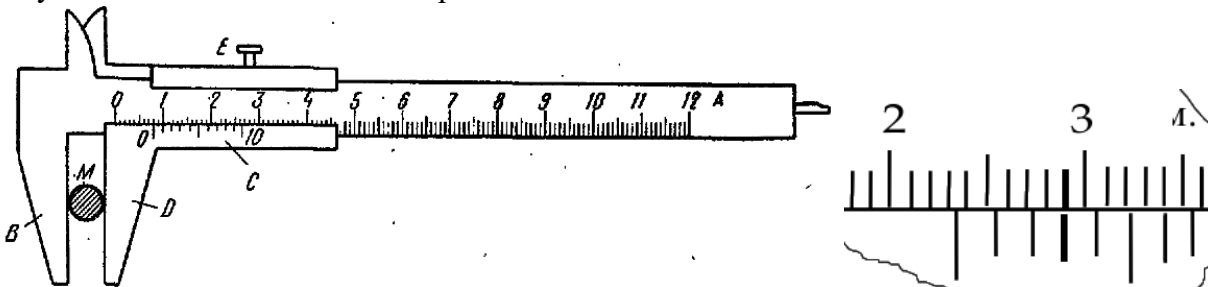
Плотность вещества можно определить экспериментально.

Оборудование.

1. Исследуемые бруски (металлический, деревянный, пластмассовые) .
2. Весы с разновесом.
3. Штангенциркуль.
4. Микрометр

Измерительные приборы

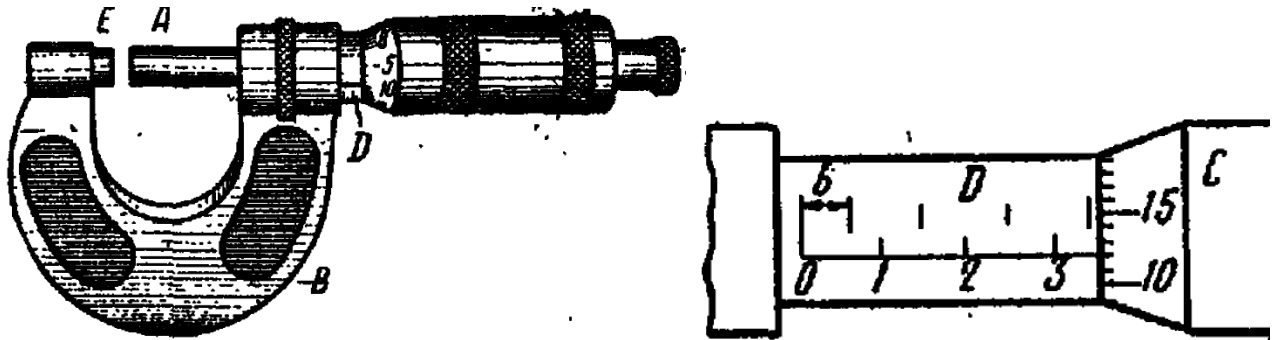
1) *Штангенциркуль* имеет линейку со шкалой А, нониус со шкалой С. Измеряемый предмет помещают между ножками штангенциркуля В-Д так, чтобы предмет был слегка зажат, и закрепляют нониус винтом Е. По шкале линейки отсчитывают целое число миллиметров до нуля нониуса (первого деления). Затем тщательно определяют, какое деление шкалы нониуса точно совпадает с некоторым делением шкалы линейки. Это деление шкалы нониуса соответствует десятым долям миллиметра.



показания штангельциркуля- 23,3мм

2) *Микрометр* состоит из упора Е, микрометрического винта А, неподвижной втулки D с горизонтальной шкалой в миллиметрах и головки винта с вертикальной шкалой. При измере-

нии микрометром предмет помещают между упором и винтом. Вращая винт за головку, доводят его до соприкосновения с предметом. Затем по шкале горизонтальной шкалы отсчитывают целые миллиметры и половинки последнего миллиметра над горизонтальной шкалой, а по вертикальной шкале головки винта - десятые и сотые доли миллиметра. Показания микрометра на рисунке $-3+0,5+0,12= 3,62\text{мм}$



Порядок работы.

1. Штангенциркулем и микрометром измерить линейные размеры одного из брусков и вычислить его объем $V: V=abc$, где a, b, c - соответственно длина, ширина, высота бруска.
2. С помощью весов определить массу бруска и вычислить плотность вещества бруска.
3. Опыт повторить с другим исследуемым бруском.
5. Рассчитать плотность вещества.
6. Определить относительную погрешность методом оценки результатов измерений.
7. Результаты измерения записать в таблицу.

№ опыта	a	b	c	V	m	ρ	$\rho_{\text{ср}}$	$\Delta\rho$	$\Delta\rho_{\text{ср}}$	$\delta\%$	Примечание	
	Длина	Ширина	Высота									см
1												
2												
3												

Приведите результат измерения плотности образца.

$$\rho = \rho_{\text{ср}} \pm \Delta\rho_{\text{ср}} =$$

$$\delta\% =$$

Приведите расчеты промежуточных значений и окончательных результатов всех величин, встречающихся в таблице

Контрольные вопросы

1. Назовите исследуемое вещество.
2. Что называется плотностью вещества? Получите единицу измерения плотности в СИ и дайте определение.
3. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерения?
4. Назовите возможные причины погрешности измерений в этой работе.
5. Какие измерения в данной работе относятся к прямым, какие к косвенным?
6. Что тяжелее: ведро ртути вместимостью 10 дм³ или кубический метр пробки? Во сколько раз?

Лабораторная работа №2

Тема: «Опытная проверка закона Бойля-Мариотта»

Цель работы: опытным путём установить зависимость между объемом и давлением газа при постоянной температуре

Оборудование барометр, трубка Мельде

Краткая теория

Основной частью прибора получившего название трубки Мельде является укрепленная на деревянной планке с миллиметровой шкалой капиллярная трубка сечением 1мм². Один ее конец запаян, другой открыт. В средней части трубки помещается столбик ртути длиной около 200 мм.

В начале эксперимента трубка кладется в горизонтальном положении на стол (воздуха в трубке, находится под атмосферным давлением. По шкале можно определить длину (объем) столбика воздуха. При подвешивании трубки отверстием вверх давление на столбик воздуха увеличивается за счет весового давления столбика ртути и длина столбика воздуха несколько уменьшается.

Если трубку подвесить отверстием вниз, происходит обратное явление, и длина столбика воздуха увеличивается, так как внешнее давление уменьшается за счет направленного вниз весового давления столбика ртути.

Так как площадь сечения трубки по всей ее длине постоянна, **можно значение длины столбика воздуха принять за численное значение соответствующего объема** и в этом случае можно утверждать, что произведение объема определенной массы газа, заключенного в трубку, на давление при неизменной температуре есть величина постоянная, а это есть закон Бойля:

$$pV = \text{const.}$$

Порядок выполнения работы:

1. Трубка лежит горизонтально. Измеряем объём столбика воздуха от запаянного конца до ртути. Он численно равен высоте столбика воздуха, т. е. сечение равно 1 мм. Этот столбик воздуха находится под атмосферным давлением, которое определяем по барометру.
2. Трубку держим вертикально, открытым концом вверх. Измеряем *объём* столбика воздуха. Он стал меньше, т. к. давление увеличилось на высоту столбика ртути. Теперь оно $P = P_{\text{ат}} + h$, где $P_{\text{ат}}$ - атмосферное давление, h - высота столбика ртути.
3. Трубку держим вертикально, закрытым концом вниз. Объём воздуха стал больше, т. к. давление на столбик воздуха уменьшилось. $P = P_{\text{ат}} - h$.
4. Результаты измерений записываем в таблицу.

№	$P_{\text{ат}}$	h	P	V	PV	$(PV)_{\text{ср}}$	$\Delta(PV)$	$\Delta(PV)_{\text{ср}}$	$\Delta\%$	Примеч.
	ммртст	ммртст	ммртст	мм ³						
1										$P = P_{\text{ат}}$
2										$P = P_{\text{ат}} + h$
3										$P = P_{\text{ат}} - h$

5. Сделайте выводы.

6. Привести расчеты

7. Ответить на вопросы:

- 1) Дать формулировку закона Бойля-Мариотта и ее математическую запись.
- 2) КАКОЙ процесс называется изотермическим?
- 3) Определит массу 20л кислорода при 273 °С и давлении 30атм

Лабораторная работа №3

Определение сопротивления при помощи амперметра и вольтметра
(проверка закона Ома для участка цепи)

Тема: «проверка закона Ома для участка цепи»

Цель работы:

учебная- определить сопротивление участка цепи;

профессиональная- уметь определять сопротивление резистора без омметра.

Студент должен

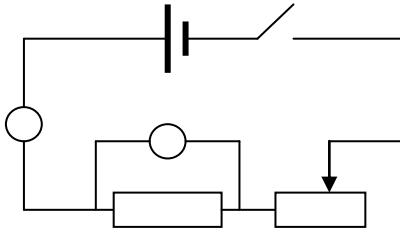
знать: понятия: сопротивление, напряжение, ток;

уметь: косвенно измерять сопротивление участка цепи;

Оборудование: источник питания, ключ, магазин сопротивлений, провода, амперметр, вольтметр, проволочный резистор.

Краткая теория В соответствии с законом Ома для участка цепи $I=U/R$, откуда легко можно найти сопротивление, измерив ток и напряжение на нем $R=U/I$

Выполнение работы



1. Составить цепь из последовательно соединенного источника (батареи элементов), амперметра, ключа и магазина сопротивлений и проволочного резистора.

2. Включив ключ, отмечают показания амперметра и подключенного параллельно резистору вольтметра.

3. Повторяем опыт, изменяя сопротивление магазина.

4. Вычислить значение сопротивления ($R=U/I$) для каждого

опыта, среднее значение и погрешность измерений. $\Delta R_{cp} = |R_{ном} - R_{cp}| / R_{cp}$

1. Результаты записать в таблицу

N опыта	I	V	R	R_{cp}	ΔR_{cp}	$\delta\%$	$R_{номинальное}$

Записать результат, сделать вывод.

$$R = R_{cp} \pm \Delta R_{cp} \quad \delta\% =$$

Основные правила техники безопасности:

1. Аккуратно обращайтесь с приборами при сборке схемы
2. Не подавайте питание на схему без разрешения преподавателя.

Контрольные вопросы

1 Как изменится напряжение на нагрузке, если медный провод в резисторе нагрузки заменить на никелиновый.

2 Зависит ли сопротивление резистора от температуры?

Лабораторная работа №4

Определение ЭДС

и внутреннего сопротивления источника энергии

Тема: «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника энергии»

Цель работы:

учебная- научиться определять ЭДС источника и сопротивление источника;

профессиональная- уметь отличать ЭДС от падения напряжения.

Студент должен

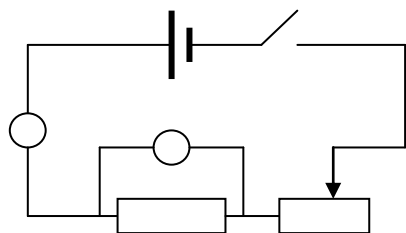
знать: понятия: напряжение, падение напряжения, ЭДС;

уметь: косвенно измерять сопротивление участка цепи;

Оборудование: источник питания, ключ, магазин сопротивлений, провода, амперметр, вольтметр, переменный проволочный резистор (потенциометр).

Краткая теория ЭДС источника распределяется в виде падения напряжения на внешней нагрузке и на внутреннем сопротивлении источника: $\mathcal{E} = IR_n + Ir$.

Выполнение работы



1. Измерить ЭДС источника Эл энергии, замкнув его на вольтметр
2. Составить цепь из последовательно соединенного источника (батареи элементов), резистора R_1 с потенциометром и амперметра.
3. Измерить силу тока в цепи I_n и падение напряжения на выводах источника U_n те на $(R_1 + \text{потенциометр})$.

4. Вычислить внутреннее сопротивление (r) батареи элементов

$$r = (\mathcal{E} - U_n) / I_n$$

5. Заполнить таблицу значениями

№	ЭДС	U_n	I_n	r	$r_{ср}$	Δr	$\Delta r_{ср}$	$\Delta\%$

Оформление результата работы

$$r = r_{ср} \pm \Delta r_{ср} = \quad ; \quad \delta\% =$$

Контрольные вопросы

1. Как найти падение напряжения на внутренней и внешней частях цепи?
2. Что показывает вольтметр, присоединенный к зажимам источника ЭДС, при замкнутой и разомкнутой внешней цепи?
3. Математическая запись которого физического закона имеет вид: $I = \frac{E}{R+r}$
4. Что произойдет, если вольтметр включить в цепь последовательно?

Лабораторная работа №5

Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Тема: «Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»

Цель работы: определить длину световой волны;

Студент должен

знать: понятия: дифракционная решетка, дифракционные спектры, максимумы ;

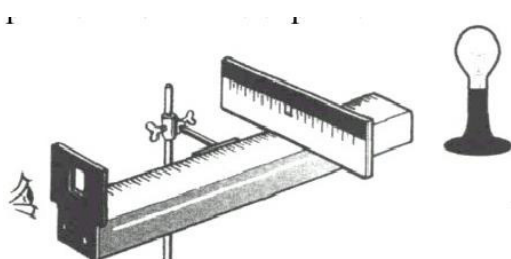
уметь: рассчитать длину волны, различать свет разной длины волны;

Оборудование:

- 1) Прибор для определения длины световой волны
- 2) Лампа накаливания
- 3) Дифракционные решетки

Краткая теория

Если лампу поставить за непрозрачным экраном против узкой щели, то при рассматривании щели через дифракционную решетку мы увидим симметрично расположенные по обе стороны от щели две разноцветные полосы-дифракционные спектры. Роль линзы, собирающей в одну



точку параллельный пучок свечей, идущих под углом α от дифракционной решетки, выполняет оптическая система глаза человека, а роль экрана, на котором получается спектр, сетчатка глаза.

Положение дифракционного максимума первого порядка для дифракционной решетки с периодом d определяется условием $\lambda = d \cdot \sin \varphi / k$ где λ - длина световой волны, φ - угол, под которым наблюдается положение максимума. k -порядок спектра

Выполнение работы

2. Включенную лампу расположить за экраном со щелью и установить экран на расстоянии $S=50\text{см}$ от дифракционной решетки.
3. Произвести отсчет расстояния $L_{\text{кр}}$ - красного и $L_{\text{ф}}$ - фиолетового краев спектра справа и слева от щели в экране.
4. Найти среднее значение отсчетов для красного и фиолетового луча.
5. По полученному среднему расстоянию для красного света $L_{\text{кр.кр}}$ и расстоянию L от дифракционной решетки до экрана вычислить $\sin \varphi_{\text{кр}}$, под которым наблюдается соответствующая полоса спектра. $\sin \varphi_{\text{кр}} = L_{\text{кр.кр}} / S$
6. Вычислить длину волны, соответствующую красной границе спектра

$$\lambda = d \cdot \sin \varphi / k$$

7. Такой же расчет сделать для фиолетового края спектра.
8. Результаты записать в таблицу

№ опыта	d	k	S	L	$\sin \varphi = L/S$	λ	$\lambda_{\text{ср}}$	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda_{\text{ср}}$	$\delta\%$
Красный1										
Красный2										
Фиолет1										
Фиолет2										

Контрольные вопросы

5. Какое явление называется преломлением света и каким законам оно подчиняется?
6. В чем состоит полное отражение света? Где используется?
7. Сформулируйте законы отражения света.
8. Длина волны красного света в вакууме= 750нм. Какова длина волны в воде. $n_{\text{вод}} = 1,33$. Изменится ли цвет излучения в воде?

Лабораторная работа №6

Изучение треков заряженных частиц

Тема: «Изучение треков заряженных частиц»

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

Студент должен

знать: понятия: заряда, энергии частицы, индукции магнитного поля;

уметь: найти q/m , энергию и импульс частицы, индукцию магнитного поля, определить частицу ;

Оборудование: лист кальки, линейка, угольник или циркуль. фотография треков двух заряженных частиц (трек I принадлежит протону, трек II - частице, которую надо идентифицировать). Линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости фотографии. Начальные скорости обеих частиц одинаковы и перпендикулярны краю фотографии.

Краткая теория

При движении в среде заряженные частицы ионизируют атомы среды. Ионы являются центрами конденсации паров в камере Вильсона или зародышами пузырьков пара в перегретой

жидкости в пузырьковой камере. Цепочки пузырьков или капель образуют следы треки заряженных частиц, которые фотографируют. На фотографии изображаются треки заряженных частиц, движущихся во внешнем магнитном поле **с одинаковой скоростью**. Толщина трека зависит от ионизирующей способности частицы, а кривизна трека - от скорости частицы и индукции магнитного поля. На частицу, движущуюся перпендикулярно вектору индукции B , действует сила Лоренца $F_l = qBv$, направленная перпендикулярно скорости. Радиус кривизны траектории определяется нормальным ускорением частицы:

$$an = v^2/R; \quad mv^2/R = qBv \quad \text{Отсюда удельный заряд частицы (q/m)}$$

$$q/m = v^2/BR$$

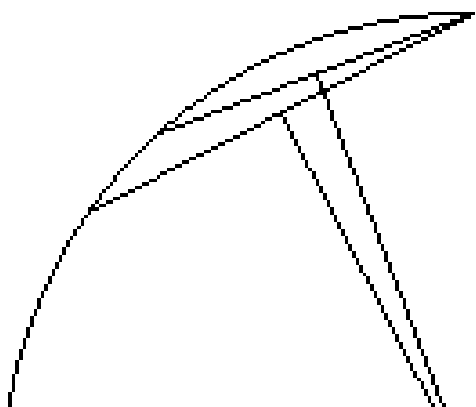
Из этой формулы видно, что отношение удельных зарядов частицы равно обратному отношению радиусов их траекторий. $\frac{q/m}{e/m_p} = \frac{R_1}{R_2}$ Можно вычислить удельный

заряд идентифицируемой частицы $q/m_{\text{ч}}$.

Зависимости внешнего вида трека частицы от её типа и физических характеристик:

- а) длина трека от энергии частицы (прямая);
- б) толщина трека от заряда частицы (прямая), от скорости частицы (обратная);
- в) радиус кривизны от массы частицы (прямая), заряда частицы (обратная), от скорости частицы (прямая); модуля магнитной индукции (обратная).

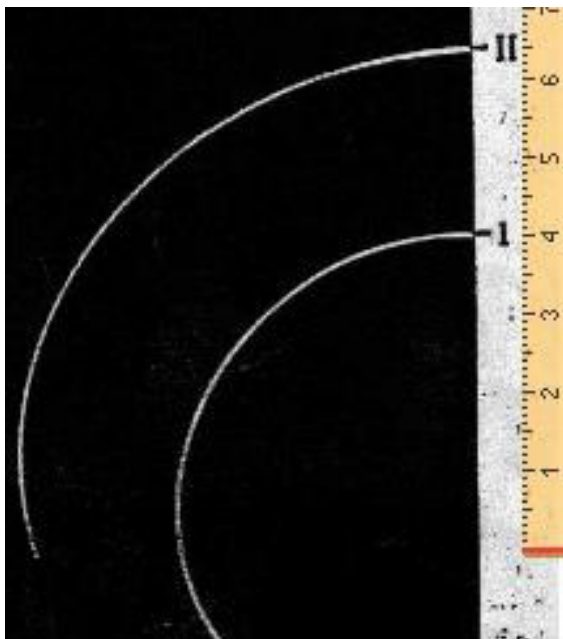
Выполнение работы



- 1) Перенесите треки частиц с фотографии на кальку.
- 2) Измерьте радиус кривизны R_I трека протона на начальном участке.
- 3) Радиус кривизны трека частицы определяют следующим образом. Вычерчивают, как показано на рисунке, две хорды и восставляют к этим хордам в их серединах перпендикуляры. На пересечении перпендикуляров лежит центр окружности.
- 4) Измерить радиусы треков обеих частиц.

5) В обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм.

6) Занести результаты в таблицу



Измерено		Вычислено				
R_I мм	R_{II} мм	ΔR_I мм	ΔR_{II} мм	$q/m_{\text{ч}}$	$\Delta q/m$	$\varepsilon_{q/m}$ %
0						

7) Идентифицируйте частицу

Материал для справок:

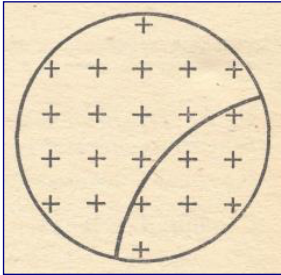
*Удельный заряд электрона: $1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$.

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

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

Контрольные вопросы

1. Как изменяются треки частиц при изменении индукции магнитного поля по величине и по направлению?



2. Почему радиусы кривизны на разных участках трека одной и той же частицы различны?

3. На рисунке показан трек протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле. Каково направление вектора скорости частицы в нижней точке трека?

4. Какова форма траектории движения заряженной частицы в магнитном поле, если она движется вдоль линий магнитной индукции этого поля?

Информационное обеспечение обучения

1. Основная литература:

Мякишев Г.Я. Физика. 10 кл.: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубленный уровни / Г.Я Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский; под ред. Н.А.Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2022. - 432 с.: ил. - (Классический курс).

2. Мякишев Г.Я. Физика. 11 кл.: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубленный уровни / Г.Я Мякишев, Б.Б.Буховцев, В.М.Чаругин; под ред. Н.А.Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2022. - 432 с.: ил. - (Классический курс).