

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

СРЕДНЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ



Э. М. Муртазаева

ФИЗИКА

Лабораторный практикум для студентов 1 курса
специальности 33.02.01 «Фармация»

Черкесск, 2025 г

УДК 22.3
ББК 53
М 91

Рассмотрено на заседании ЦК «Общеобразовательные дисциплины».
Протокол № 3 от «4» 11. 2024 г.
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.
Протокол № 27 от «07» 11. 2024 г.

Рецензенты: Докумова Л. Ш. – к. ф.-м. н., доцент кафедры
Общеинженерных и естественнонаучных дисциплин СКГА.

М 91 **Муртазаева, Э. М.** Физика: лабораторный практикум для студентов
1 курса специальности 33.02.01 «Фармация» / Э. М. Муртазаева.– Черкесск:
БИЦ СКГА, 2025.– 32 с.

Данный практикум предусматривает 10 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа включает: краткие технические сведения, перечень необходимого оборудования, порядок проведения работ и вычислений погрешностей, таблицы, схемы электрических цепей и контрольные вопросы.

Перед началом лабораторных работ необходимо повторить с обучающимися наиболее допустимые методы вычисления погрешностей и правила округления чисел при вычислении.

УДК 22.3
ББК 53

© Муртазаева Э. М., 2025
© ФГБОУ ВО СКГА, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторные работы	5
Определение плотности твердого тела правильной и неправильной формы	5
Изучение одного из изопрощесов	8
Определение удельной теплоемкости металлов	11
Определение влажности воздуха	13
Изучение законов последовательного и параллельного соединения проводников	15
Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	18
Изучение явления электромагнитной индукции	20
Определения ускорения свободного падения с помощью математического маятника	24
Определение показателя преломления стекла	26
Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки	28
Информационное обеспечение обучения	31

ВВЕДЕНИЕ

При правильной организации занятий лабораторные работы помогают уяснить физический смысл изучаемого материала, прививают практические навыки, воспитывают аккуратность, ответственное отношение к делу, неукоснительное соблюдение правил техники безопасности. Навыки и умения, полученные в процессе выполнения лабораторных работ, помогает быстрее адаптироваться в условиях производства.

Цель настоящего пособия – облегчит работу преподавателя по организации и проведению лабораторных работ, а также оказать помощь учащимся в подготовке и выполнении лабораторных работ, а также оказать помощь учащимся в подготовке и выполнении лабораторных работ.

Пособие составлено в соответствии с программами по физике, утвержденными в соответствии с Федеральным государственным общеобразовательным стандартом среднего (полного) общего образования. Программа предусматривает проведение 10 лабораторных работ. В предлагаемом пособии даются описания этих работ.

Лабораторные работы целесообразнее проводить в порядке изучения программного материала. Для более эффективного выполнения лабораторных работ необходимо заранее повторить соответствующий теоретический материал по учебнику. А на занятии тщательно ознакомиться как с содержанием работы, так и с оборудованием.

После выполнения работы учащийся представляет преподавателю отчет в специальной тетради. В отчет входят:

- 1) дата выполнения работы;
- 2) наименование работы и ее номер;
- 3) перечень оборудования;
- 4) схема или зарисовка установки;
- 5) таблица результатов измерений и вычислений; определение абсолютной относительной погрешности изменения;
- 6) обработка результатов измерений и определение абсолютной относительной погрешности изменения;
- 7) выводы, ответы на контрольные вопросы.

Таблица результатов изменений и вычислений заполняется по ходу работы. Все вычисления производятся с помощью микрокалькулятора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

Цель работы: Научиться определять плотность тела правильной формы с помощью технических весов и штангенциркуля.

Теория: Опыт показывает, что массы тел, состоящих из одного и того же вещества, прямо пропорциональны объемам этих тел:

$$m = \rho V$$

где: m – масса,

V – объем,

Коэффициент пропорциональности ρ называется плотностью этого вещества. Плотность характеризует зависимость массы тела от рода его вещества и измеряется массой вещества в единице объема:

$$\rho = \frac{m}{V} = \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , железа – 7800 кг/м^3 , воздуха – $1,293 \text{ кг/м}^3$.

Масса тела определяется взвешиванием. Объем тела правильной геометрической формы определяется обмером тела, объем жидкости – наполнением ею градуированного сосуда – мензурки или пикнометра. Последним приемом можно воспользоваться также и для определения объема твердого тела.

Оборудование: 1.Весы технические. 2.Разновесы. 3.Штангенциркуль. 4.Микрометр. 5.Набор брусков из железа, алюминия, пластмассы и дерева.

ХОД РАБОТЫ:

1. Установить весы.
2. Проверить весы: отклонение стрелки в обе стороны при качании коромысла должно быть одинаковым. Если нужно уравновесить весы, необходимо добавлять на более легкую чашку небольшие кусочки бумаги.
3. Взвешиванием определить массу тела m правильной формы с точностью до $0,01 \text{ г}$.
4. Измерить штангенциркулем длину a , ширину b и толщину c тела 3 раза: по краям тела и в середине.
5. Определить среднее значение длины, ширины и толщины.

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$$

$$b_{cp} = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3}$$

$$c_{cp} = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3}$$

6. Вычислить объем тела по формуле:

$$V = a_{cp} \cdot b_{cp} \cdot c_{cp}$$

7. Вычислить плотность тела по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

где: m – масса тела

V – объем тела

ρ – плотность тела.

8. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

№	Вещество	Длина a (м)	Ширина c (м)	Толщина b (м)	Объем V (м ³)	Масса m (кг)	Плотность ρ (кг/м ³)	Относительная погрешность δ (%)
1								
2								
3								

9. Сравнить полученный результат с табличным значением плотности.

10. Относительную погрешность определить по формуле:

$$\delta = \frac{\rho - \rho_{\text{т}}}{\rho_{\text{т}}} \cdot 100\%$$

где: δ - относительная погрешность;

$\rho_{\text{т}}$ - табличное значение плотности;

ρ - измеренное значение плотности.

11. Повторить все измерения и вычисления для других твердых тел.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. У различных моделей штангенциркулей шкала нониуса перекрывает или 9 мм и содержит 10 делений, или 19 мм и содержит 10 делений, или 39 мм и содержит 20 делений. Объясните, как определяется во всех случаях точность прибора.

2. При работе со штангенциркулем оказалось, что ни одно деление нониуса не совпадает с делениями масштабной линейки. Как прочесть показание прибора?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

Цель работы: Научиться определять плотность тела неправильной формы с помощью измерительной мензурки.

Теория: Опыт показывает, что массы тел, состоящих из одного и того же вещества, прямо пропорциональны объемам этих тел:

$$m = \rho V$$

где: m – масса,

V – объем,

Коэффициент пропорциональности ρ называется плотностью этого вещества. Плотность характеризуют зависимость массы тела от рода его вещества и измеряется массой вещества в единице объема:

$$\rho = \frac{m}{V} = \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , железа – 7800 кг/м^3 , воздуха – $1,293 \text{ кг/м}^3$.

Масса тела определяется взвешиванием. Объем тела правильной геометрической формы определяется обмером тела, объем жидкости – наполнением ею градуированного сосуда – мензурки или пикнометра. Последним приемом можно воспользоваться также и для определения объема твердого тела.

Оборудование: 1.Весы технические. 2.Разновесы. 3.Тело неправильной формы. 4. Мензурка с водой с делениями.

ХОД РАБОТЫ:

1. Установить весы.
2. Проверить весы: отклонение стрелки в обе стороны при качании коромысла должно быть одинаковым. Если нужно уравновесить весы, необходимо добавлять на более легкую чашку небольшие кусочки бумаги.
3. Взвесить тело неправильной формы с точностью до $0,01 \text{ г}$.

$$m =$$

4. Опустить тело в мензурку с водой, предварительно определив цену её деления и определить его объем.

$$V =$$

5. Вычислить плотность тела по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

№	вещество	масса m (кг)	объем V (м^3)	плотность (кг/м^3)
1				
2				
3				

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. От чего зависит плотность вещества?
2. В каких единицах измеряется плотность вещества?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ОДНОГО ИЗ ИЗОПРОЦЕССОВ

Цель работы: на опыте проверить изотермический, изохорический и изобарного процессов в газах.

Оборудование: пластиковый сосуд, Медицинский манометр, шприц, зажимы, тройник, трубка ПВХ, термометр, барометр, стакан.

Теория: Газовые законы. Давление (p), объем (V) и температура (T) являются основными параметрами состояния газа. Всякое изменение состояния газа называется термодинамическим процессом.

Термодинамические процессы, протекающие в газе постоянной массы при неизменном значении одного из параметров состояния газа, называются изопроцессами. Изопроцессы являются идеализированной моделью реального процесса в газе.

Изотермический процесс ($T = \text{const}$). Изотермическим процессом называются изменения состояния газа, протекающие при постоянной температуре. Изотермический процесс в идеальном газе подчиняется закону Бойля-Мариотта: Для газа данной массы произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не меняется.

$$pV = \text{const} \quad (\text{при } T = \text{const})$$

Формулу закона можно записать иначе где - параметры газа в разные моменты времени

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad (\text{при } T = \text{const})$$

Изобарный процесс ($p = \text{const}$). Изобарным процессом называются изменения состояния газа, протекающие при постоянном давлении. Изобарный процесс в идеальном газе подчиняется закону Гей-Люссака:

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad (\text{при } p = \text{const})$$

Для газа данной массы отношение объема газа к его температуре постоянно, если давление газа не меняется. Формулу закона можно записать иначе где - параметры газа в разные моменты времени.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{при } p = \text{const})$$

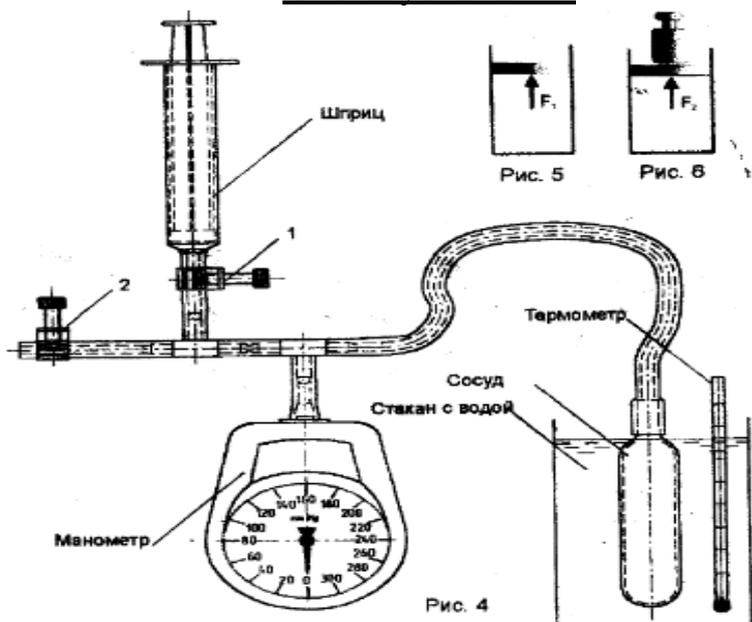
Изохорный процесс ($V = \text{const}$). Изохорным процессом называются изменения состояния газа, протекающие при постоянном объеме. Изохорный процесс в идеальном газе подчиняется закону Шарля:

$$\frac{P}{T} = \text{const} \quad (\text{при } V = \text{const})$$

Для газа данной массы отношение давления газа к его температуре постоянно, если объем газа не меняется. Формулу закона можно записать иначе где - параметры газа в разные моменты времени

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{при } V = \text{const})$$

Схема установки



ХОД РАБОТЫ:

1. Изучение изотермического процесса

Открыть зажимы 1,2 и вывести поршень шприца в положение полного объема(10 мл). В этом случае воздух в сосуде сообщается с атмосферой, его температура и давление равны атмосферному.

Зафиксировать по барометру анероиду в кабинете атмосферное давление, а по показаниям термометра температуру воздуха.

Закреть зажим 2 и, постепенно вводя поршень, зафиксировать показания приборов, занося их в таблицу

После определения объема воздуха и его давления в каждом опыте рассчитайте их произведения.

№ опыта	Объем воздуха в системе, V,мл	Давление в сосуде $P = p_{\text{атм}} + p_{\text{маном}}$	Произведение давления воздуха на его объем, pV
1	50 + 10		
2	50 + 7		
3	50 + 5		
4	50 + 3		

Сравните результаты расчетов и сделайте вывод о выполнении закона Бойля-Мариотта

2. Изучение изобарного процесса

Открыть зажимы 1,2 установить поршень на делении 2мл, и закрыть зажим 2. Плавным перемещением поршня установить на манометре давление, например 30 мм.рт.ст.

Измерьте температуру окружающей среды и объем воздуха в замкнутой системе, заполните таблицу:

№ опыта	Давление $P = p_{\text{атм}} + p_{\text{маном}}$	Объем воздуха в системе, $V, \text{мл}$	Абсолютная температура, T
1			
2			

Поместите в стакан с горячей водой сосуд и термометр, снять показание термометра когда воздух в сосуде достаточно прогреется. Следить за показанием манометра, что бы показания оставались постоянными (регулируя штоком шприца).

По данным таблицы сделайте расчеты и убедитесь в справедливости закона Гей-Люссака.

3. Изучение изохорного процесса

Выжать воздух из шприца и пережать трубку зажимом 1. Убедитесь в нулевых показаниях манометра, пережать трубку зажимом 2.

Измерить температуру окружающей среды, а барометром атмосферное давление.

№ опыта	Объем, мл	Давление	Температура, T
1			
2			

Поместить в стакан с горячей водой сосуд и термометр. Снять показания термометра и манометра после прогрева воздуха в сосуде, занести результаты в таблицу.

По данным таблицы и расчетам, проделанным по формуле, убедитесь в справедливости закона Шарля

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ МЕТАЛЛОВ

Цель: Научиться определять удельную теплоемкость твердого тела с помощью калориметра.

Теория: Величина c , характеризующая зависимость изменения внутренней энергии тела при нагревании или охлаждении от рода вещества и от внешних условий, называется удельной теплоемкостью вещества. Удельная теплоемкость вещества измеряется количеством теплоты, необходимым для нагревания единицы массы вещества на единицу температуры:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

Единица теплоемкости в системе СИ:

$$c = \frac{1\text{Дж}}{1\text{кг}\cdot 1\text{К}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot \text{К}}$$

При теплообмене сумма количеств теплоты, отданных всеми телами, у которых внутренняя энергия уменьшается, равна сумме количеств теплоты, полученных всеми телами, у которых внутренняя энергия увеличивается:

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

Теплообмен происходит до тех пор, пока температуры тел не сравняются. Общую температуру, которая получается после окончания теплообмена, обозначают Θ (греч. «тэта»).

Для примера составим уравнение теплового баланса, которое используется при определении удельной теплоемкости вещества с помощью калориметра. Приблизительно можно считать, что в этом случае в теплообмене участвуют три тела: калориметр, жидкость и тело, удельную теплоемкость вещества которого определяют. Это тело предварительно нагревают до известной температуры T_2 и опускают в калориметр с жидкостью, температура которого T_1 . Через некоторое время в калориметре устанавливается общая конечная температура тел Θ . Тогда можно утверждать, что в процессе теплообмена тело отдало количество теплоты Q_T , а калориметр и жидкость получили соответственно Q_K и Q_J .

Количество теплоты отданное горячим телом Q_T	=	Количество теплоты полученное калориметром Q_K	+	Количество теплоты полученное жидкостью Q_J
--	---	---	---	--

Поэтому: $Q_T = Q_K + Q_J$

Поскольку: $Q_T = c_T m_T (T_2 - \Theta)$, $Q_K = c_K m_K (\Theta - T_1)$, $Q_J = c_J m_J (\Theta - T_1)$

имеем: $c_T m_T (T_2 - \Theta) = c_K m_K (\Theta - T_1) + c_{ж} m_{ж} (\Theta - T_1)$

или: $c_T = \frac{c_K m_K (\Theta - T_1) + c_{ж} m_{ж} (\Theta - T_1)}{m_T (T_2 - \Theta)}$

Подставляя в правую часть последней формулы числовые значения величин, полученные из опыта, вычисляют удельную теплоемкость вещества тела.

Оборудование: 1. Испытуемое тело. 2. Технические весы. 3. Разновесы. 4. Калориметр. 5. Термометр. 6. Кастрюля. 7. Электрическая плита. 8. Крючок для вынимания тела из воды.

ХОД РАБОТЫ:

1. Ставят кастрюлю с водой на электрическую плитку, чтобы пока подготавливается работа, вода нагрелась до 96°C .
2. Определяют массу калориметра сначала без воды, потом с водой, налив воды столько, чтобы положенное в калориметр исследуемое тело могло быть покрыто водой, т.е., примерно до $1/3$ высоты калориметра.
3. Измеряют температуру воды с точностью до $0,5^{\circ}\text{C}$.
4. Взвешенное тело опускают в кастрюльку с кипящей водой и держат в ней около 5 минут.
5. Считая, что тело приняло температуру 96°C , его вынимают крючком и быстро, обтерев промокательной бумагой, опускают в калориметр. Наблюдают по термометру повышение температуры.
6. Воду осторожно помешивают.
7. Когда температура перестает повышаться, записывают окончательно ее значение. $\Theta =$
8. Далее по результатам опыта составляют уравнение теплового баланса, из которого и находят удельную теплоемкость
9. Все значения физических величин нужно перевести в систему СИ.
10. Удельная теплоемкость металла калориметра берется из таблицы
 $c_K = 880 \text{ Дж/кг К}$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Удельная теплоемкость стали равно 460 Дж/кг К . Что это означает?
2. Почему железо на морозе кажется холоднее, чем дерево, а на солнце горячее?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Цель: Научиться определять относительную влажность воздуха пользуясь психрометром и психрометрической таблицей.

Теория: В атмосфере Земли всегда содержится влага. Содержание водяного пара в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность (ρ_a) определяется массой водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха, иначе говоря, плотностью водяного пара.

Абсолютную влажность воздуха определяется по точке росы. С помощью гигрометра определяют температуру, при которой пар, имеющийся в воздухе, становится насыщенным, а затем пользуясь таблицей «Давление насыщающих паром и их плотность при различных температурах», определяют абсолютную влажность.

Относительная влажность B показывает, сколько процентов составляет абсолютная влажность от плотности водяного пара ρ_n , насыщающего воздух при данной температуре:

$$B = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%$$

где ρ_a - абсолютная влажность:

ρ_n – плотность водяного пара насыщающего воздух при данной температуре.

Оборудование: 1. Гигрометр. 2. Термометр. 3. Психрометр. 4. Таблицы.

ХОД РАБОТЫ:

1. Проверить наличие воды в стаканчике психрометра и при необходимости долить ее.

2. Определить температуру сухого термометра $t_1=$

3. Определить температуру смоченного термометра $t_2=$

4. Результаты измерений записать в таблицу.

5. Пользуясь психрометрической таблицей, определить относительную влажность.

6. Результаты вычислений относительной влажности сравнить и сделать вывод.

Показания термометра		Разность показаний термометров $\Delta t; ^\circ C$	Относительная влажность воздуха $B, \%$
Сухого $t_1; ^\circ C$	Смоченного $t_2; ^\circ C$		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометров наибольшая?

2. Температура в помещении понижается, а абсолютная влажность остается прежней. Как изменяются разность показаний термометров психрометра?

3. Может ли относительная влажность увеличиваться, если абсолютная убывает?

4. Сухой и влажный термометры показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?

5. Почему перед дождем наблюдается низкий полет ласточек?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ПРОВЕРКА ЗАКОНОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ

Цель: Проверка законов последовательного соединения резисторов.

Теория: В данной работе выражение «проводник» применяется по отношению к части цепи, являющейся потребителем электрической энергии. Обычно электрическая цепь состоит из нескольких проводников, соединенных между собой последовательно, параллельно или смешно заменяются одним проводником, при включении которого режим цепи не изменился бы, напряжение и ток оставались бы прежними. Сопротивление этого проводника называется эквивалентным общему сопротивлению составляющих цепь проводников.

Все теоретические вкладки даны в описании работы.

Оборудование: 1.Источник электрической энергии. 2.Резисторы (сопротивление каждого резистора указано на панели). 3.Амперметр постоянного тока. 4.Вольтметр постоянного тока. 5.Реостат ползунковый. 6.Ключ. 7.Соединительные провода.

ХОД РАБОТЫ:

1. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. 1.

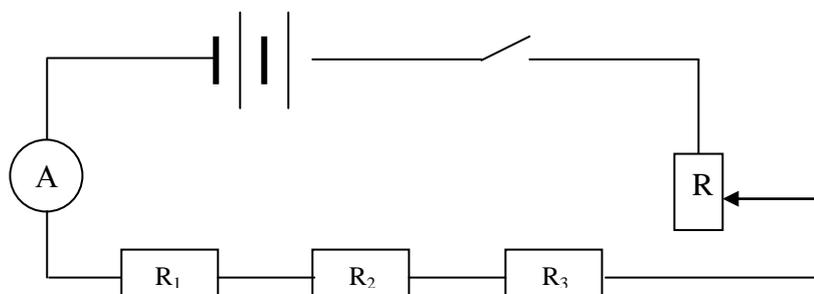


Рис. 1.

2. После проверки преподавателем цепь замкнуть и измерить напряжение на отдельных резисторах. Для этого прикоснуться наконечниками проводов, идущих от вольтметра к клеммам резисторов.

3. Измерить напряжение на концах всей группы резисторов (участок АВ).

4. Проверить соотношение: $U_{носл} = U_1 + U_2 + U_3$ и сделать вывод.

5. По формуле $I = \frac{U}{R}$ вычислить силу тока в каждом резисторе.

Сравнить её с показаниями амперметра и сделать вывод.

6. Вычислить общее сопротивление: $R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I}$

Проверить справедливость формулы: $R_{носл} = R_1 + R_2 + R_3$
и сделать вывод.

7. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

№	Сопротивление R (Ом)				Напряжение U (В)				Сила тока J (А)			
	R_1	R_2	R_3	$R_{общ}$	U_1	U_2	U_3	$U_{общ}$	J_1	J_2	J_3	$J_{общ}$
1												
2												
3												

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Восемь резисторов соединили по два последовательно в четыре параллельные ветви. Начертить схему соединения

2. Как присоединены 10 ламп для освещения трамвайного вагона, рассчитанных на напряжение 120В? Напряжение в трамвайной сети 600В.

3. Изменится ли показание вольтметра, если в участок, состоящий из нескольких параллельно соединенных регистров, добавить еще один?

4. Какое соединение проводников называют последовательным? Изобразите его на схеме.

5. Как найти общее сопротивление цепи, зная сопротивление отдельных проводников, при последовательном соединении?

ПРОВЕРКА ЗАКОНОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ

Цель: Проверка законов параллельного соединения резисторов.

Теория: В данной работе выражение «проводники» применяются по отношению к части цепи, являющейся потребителем электрической энергии. Обычно электрическая цепь состоит из нескольких проводников, соединенных между собой последовательно, параллельно или смешанно заменяются одним проводником, при включении которого режим цепи не изменился бы, напряжение и ток оставались бы прежними. Сопротивление этого проводника называется эквивалентным общему сопротивлению составляющих цепь проводников.

Все теоретические вкладки даны в описании работы.

Оборудование: 1.Источник электрической энергии. 2.Резисторы (сопротивление каждого резистора указано на панели). 3.Амперметр постоянного тока. 4.Вольтметр постоянного тока. 5.Реостат ползунковый. 6.Ключ. 7.Соединительные провода.

ХОД РАБОТЫ:

1. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. 1.

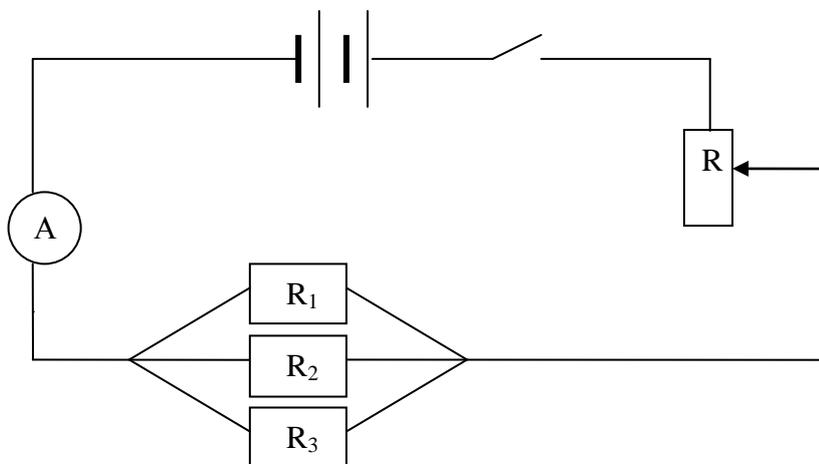


Рис. 1

2. После проверки преподавателем цепь замкнуть, с помощью реостата установить силу тока в цепи 1,5 – 2 А.

3. Переключить амперметр из магистрали в ту или иную ветвь и измерить силу тока в каждом резисторе. Проверить соотношение: $I_{нар} = I_1 + I_2 + I_3$

4. Измерить напряжение на участке АВ и определить общее сопротивление: $R_{общ} = \frac{U_{общ}}{I}$

5. Проверить справедливость формулы: $\frac{1}{R_{нар}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

и сделать вывод.

6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

№	Сопротивление R (Ом)				Напряжение U (В)	Сила тока I (А)			
	R_1	R_2	R_3	$R_{общ}$		U_{AB}	I_1	I_2	I_3
1									
2									
3									

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какое соединение проводников применяется в жилых помещениях?

2. Какое соединение проводников называют параллельными? Изобразите его на схеме.

3. Какая из электрических величин одинакова для всех проводников, соединенных параллельно.

4. Как изменяется общее сопротивление разветвления после увеличения числа проводников в разветвлении?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗМЕРЕНИЕ ЭДС И ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ТОКА

Цель: Определить электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника электрической энергии.

Теория: Для поддержания тока в проводнике необходимо, чтобы разность потенциалов (напряжение) на его концах была неизменной. Для этого используется источник тока. Разность потенциалов на его полюсах образуется вследствие разделения зарядов на положительные и отрицательные. Работу по разделению зарядов выполняют сторонние силы (не электрического происхождения).

Величина, измеряемая работой, совершенной сторонними силами при перемещении единичного положительного электрического заряда внутри источника тока, называется электродвижущей силой источника тока (ЭДС) \mathcal{E} и выражается в вольтах.

Когда цепь замыкается, разделенные в источнике тока заряды образуют электрическое поле, которое перемещает заряды во внешней цепи; внутри же источника тока заряды движутся навстречу полю под действием сторонних сил. Таким образом, энергия, запасенная в источнике тока, расходуется на работу по перемещению заряда в цепи с внешним R и внутренним r сопротивлениями:

$$A = \mathcal{E} \quad \mathcal{E} = IR + Ir \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = U + Ir$$

Экспериментально можно определить \mathcal{E} и r .

Оборудование: 1. Источник электрической энергии. 2. Реостат ползунковый на 6-10 Ом. 3. Амперметр. 4. Вольтметр. 5. Соединительные провода.

ХОД РАБОТЫ:

1. Ознакомиться с измерительными приборами и определить цену деления шкалы амперметра и вольтметра.

2. Составить Эл. Цепь по схеме, изображенной на рис.1.

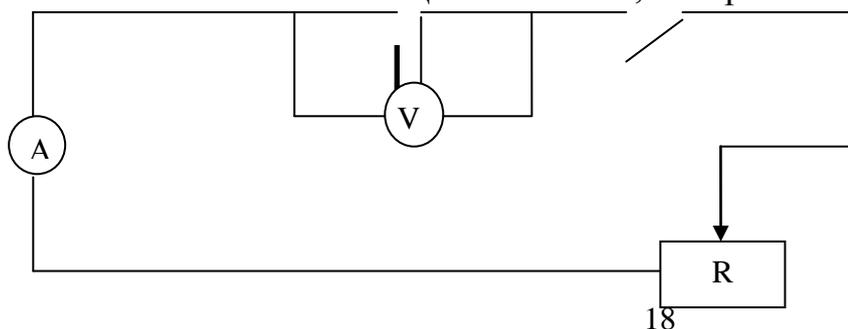


Рис.1.

3. После проверки схемы преподавателем замкнуть цепь и пользуясь реостатом, установить в цепи силу тока, соответствующую нескольким делениям шкалы амперметра.

4. Снять показания амперметра и вольтметра, занести их в таблицу. Цепь разомкнуть.

5. Вычислить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, пользуясь соотношением (I).

$$\mathcal{E} = IR + Ir$$

$$\mathcal{E} = U + Ir$$

6. Опыт повторить еще 2 – 4 раза, вычислить \mathcal{E} и r для каждого

7. Определить среднее значение ЭДС $\mathcal{E}_{\text{ср.}}$ и внутреннее сопротивление $r_{\text{ср.}}$ источника электрической энергии при разомкнутой внешней цепи.

8. Сравнить показания вольтметра с ЭДС, вычисленной по результатам опыта.

9. Сделать вывод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Укажите условия существования электрического тока в проводнике.

2. Какова роль источника электрической энергии и электрической цепи?

3. Электродвижущую силу источника энергии часто определяют как сумму падений напряжения на внешнем и внутреннем сопротивлениях замкнутой цепи. Дайте объяснение.

4. От чего зависит напряжение на зажимах источника электрической энергии?

5. Как изменится сопротивление батарейки для карманного фонаря, если три ее элемента соединить не последовательно, а параллельно?

6. Определить сопротивление внешней части цепи, пользуясь результатами произведенных измерений.

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Цель работы: изучить условия возникновения индукционного тока, ЭДС индукции.

Оборудование: катушка, два полосовых магнита, миллиамперметр.

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

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

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

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют индукционным.

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



Рисунок 1.

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

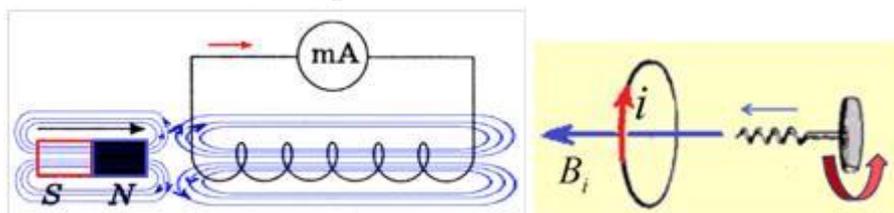


Рисунок 2.

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

$$\varepsilon_{\text{инд}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

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

Знак минус в формуле отражает правило Ленца.

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

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

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

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

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

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

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

поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

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

ХОД РАБОТЫ:

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

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания миллиамперметра, мА	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	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			

8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Цель: Определить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

Теория: Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити. Моделью может служить тяжелый шарик, размеры которого весьма малы по сравнению с длиной нити, на которой он подвешен (несравнимы с расстоянием от центра тяжести до точки подвеса).

Ученые Галилей, Ньютон, Бессель и другие установили следующие законы колебания математического маятника:

1. Период колебания математического маятника не зависит от массы маятника и от амплитуды, если угол размаха не превышает 6° .

2. Период колебания математического маятника прямо пропорционален квадратному корню из длины маятника l и обратно пропорционален квадратному корню из ускорения свободного падения.

На основании этих законов можно написать формулу для периода колебаний

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ в системе СИ изменяется в секундах (с)}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g} \quad g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2 l n^2}{t^2}$$

Оборудование: 1. Штатив с держателем. 2. Шарик с нитью длиной не менее 1м. 3. Пробка с прорезью в боковой поверхности. 4. Метровая линейка. 5. Штангенциркуль. 6. Секундомер.

ХОД РАБОТЫ:

1. Поместить штатив с держателем на край стола.
2. Укрепить свободный конец нити шарика в прорези пробки и зажать пробку в держателе.
3. Измерить диаметр шарика штангенциркулем, длину нити линейкой.
4. Отклонить шарик на небольшой угол и опустить. По секундомеру определить время t , за которое маятник совершит n полных колебаний, например 50.

5. Вычислить период полного колебания маятника: $T = t/n$.

6. Используя формулу периода колебаний математического маятника, вычислить ускорение свободного падения:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad g = \frac{4\pi^2 l n^2}{t^2}$$

7. Опыт повторить 2 – 3 раза, меняя длину маятника (протягивая нить через пробку) и число полных колебаний его.

8. Определить среднее значение g_{cp} и найти относительную погрешность.

9. Сравнить результат опыта с табличным значением ускорения свободного падения для данной географической широты.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Вместо шарика к нити прикреплена воронка, наполненная песком. Изменится ли ускорение свободного падения, если в процессе колебания воронки будет высыпаться песок?

2. Можно ли пользоваться маятниковыми часами в условиях невесомости?

3. В каких положениях действующая на шарик возвращающая сила будет максимальной, равной нулю?

4. Наибольшая скорость у шарика в момент, когда он проходит положение равновесия. Каким по модулю и направлению при этом будет ускорение шарика?

5. Наблюдая за движением шарика в течение одного периода, ответьте на вопрос: будет ли оно равноускоренным?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА

Цель: Определить показатель преломления стекла с помощью стеклянной пластины с параллельными гранями.

Теория: Свет при переходе из одной среды в другую меняет свое направление, т. е. преломляется. Преломление объясняется изменением скорости распространения света при переходе из одной среды в другую и подчиняется следующим законам:

1. падающий и преломленный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром и проведенным через точку падения луча к границе раздела двух сред;

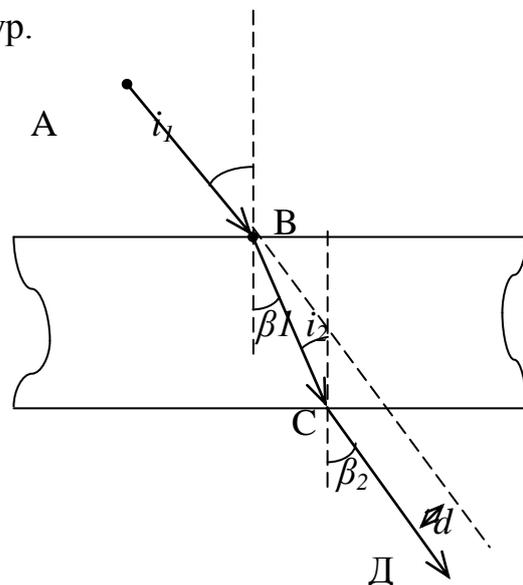
2. отношение синуса угла к синусу угла преломления для данных двух сред есть величина постоянная. Она называется относительным коэффициентом преломления второй среды относительно первой:

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

Оборудование: 1. Пластинка с параллельными гранями. 2. Пробка с булавками. 3. Чистый лист бумаги. 4. Лист картона. 5. Транспортёр. 6. Подъемный столик. 7. Таблица тригонометрических величин.

ХОД РАБОТЫ:

1. На подъемный столик положить чистый лист бумаги с подложенным под ним картоном. На лист плашмя положить стеклянную пластинку и карандашом обвести ее контур.



2. С одной стороны стекла наколоть, возможно, дальше друг от друга две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.

3. С другой стороны пластинки наколоть третью и четвертую булавки так чтобы, смотря вдоль них через стекло, видеть все булавки расположенными на одной прямой.

4. Стекло и булавки снять, места наколок отметить точками 1,2,3,4 и через них провести прямые до пересечения с границами стекла (рис. 1), провести через точки 2,3 перпендикуляры к границе сред АВ и СД.

5. Транспортиром измерить углы падения i и углы преломления β .

6. Вычислить коэффициент преломления, учитывая что $\frac{\sin i_2}{\sin \beta_2} = \frac{1}{n}$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какова причина преломления света?
2. В чем различие абсолютного и относительного коэффициента преломления?
3. Коэффициент преломления воды 1,33. Что это значит?
4. Покажи на чертеже ход луча из стекла в воду.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

Цель: Определить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Теория: Параллельный пучок света, проходя через дифракционную решетку, вследствие дифракции за решеткой распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерференционную картину. Максимумы света наблюдаются в точках экрана, для которых выполняется условие

$$\Delta = n \lambda \quad (1)$$

где: Δ - разность хода волн;

λ – длина световой волны;

n – номер максимума.

Центральный максимум называют нулевым; для него $\Delta = 0$. Слева и справа от него располагаются максимумы высших порядков.

Условие возникновения максимума (1) можно записать иначе:

$$n \lambda = d \sin \varphi \quad (\text{рис.3.})$$

Здесь d – период дифракционной решетки;

φ - угол, под которым виден световой максимум (угол дифракции).

Так как угол дифракции, как правило, малы, то для них можно принять

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi, \text{ а } \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b} \quad (\text{рис.1.}).$$

Поэтому
$$n \lambda = \frac{d \cdot a}{b} \quad (2)$$

В данной работе формулу (2) используют для вычисления длины световой волны.

Анализ формулы (1) показывает, что положение световых максимумов зависит от длины волны монохроматического света: чем больше длина волны, тем дальше максимум от нулевого.

Белый свет по составу – сложный. Нулевой максимум для него – белая полоса, а максимумы высших порядков представляют собой набор семи цветных полос, совокупность которых называют спектром соответственно I, II, ... порядка (рис.2.)

Получить дифракционный спектр можно, используя прибор для определения длины световой волны (рис.3.). Прибор состоит из бруска *l* шкалой. Внизу бруска укреплен стержень 2. Его вставляют в отверстие подставки от подъемного столика. Брусочек закрепляют под разными углами с помощью винта 3 (в новой модели прибора стержень ввинчивают скобу бруска и закрепляют его в штативе). Вдоль бруска в боковых пазах его может перемещаться ползунок 4 с экраном 5. К концу бруска прикреплена рамка 6, в которую вставляют дифракционную решетку.



Рис.3.

Оборудование: 1. Прибор для определения длины световой волны. 2. Подставка для прибора. 3. Дифракционная решетка. 4. Лампа с прямой нитью накала в патроне со шнуром и вилкой (общая для всех учащихся).

ХОД РАБОТЫ:

1. Собрать установку, изображенную на рис.1.

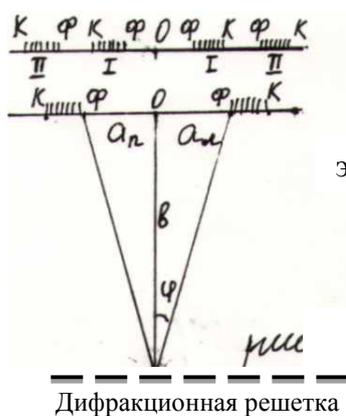


Рис.2.

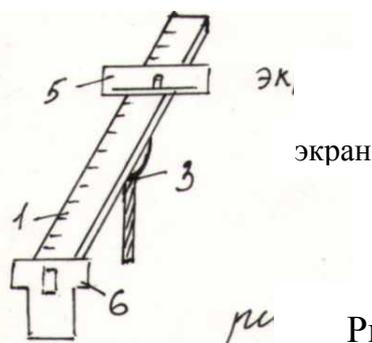


Рис.3

2. Установить на демонстрационном столе лампу и включить ее.

3. Смотря через дифракционную решетку, направить прибор на лампу так, чтобы через окно экрана прибора была видна нить лампы.

4. Экран прибора установить на возможно большем расстоянии от дифракционной решетки и получить на экране четкое изображение спектров 1 и 2 порядков.

5. Измерить по шкале бруска расстояние b от экрана прибора до дифракционной решетки.

6. Определить расстояние от нулевого деления шкалы экрана до середины фиолетовой полосы как слева ($a_{л}$), так и справа ($a_{п}$) для спектров 1 порядка (рис.2.), и вычислить среднее значение.

7. Опыт повторить со спектра 2 порядка.

8. Такие же измерения выполнить и для красных полос дифракционного спектра.

9. Определить длину волны фиолетового луча для спектров 1 и 2 порядков и длину волны красных лучей тех же спектров.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Почему максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максимума?

2. В каких точках экрана получаются 1,2,3 максимума?

3. Какой вид имеет дифракционная картина в случае монохроматического света?

4. В каких точках экрана получается световой минимум?

5. Какое значение имеет ширина и число щелей дифракционной решётки?

6. Чему равна разность хода зелёных лучей ($\lambda = 1,49$ км) для максимума зелёных лучей в дифракционном спектре?

Информационное обеспечение обучения

Список основной литературы	
1	Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н.; под редакцией Парфентьевой Н.А. Физика (базовый и углубленный уровни) 10 класс Учебник Просвещение 2023 год
2	Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М.; под редакцией Парфентьевой Н.А. Физика (базовый и углубленный уровни) 11 класс Учебник Просвещение 2022 год
Список дополнительной литературы	
3	Трофимова, Т.И. Справочник по физике [Текст]: учеб. пособие для нач. и сред проф.образ./ Т.И.Трофимова, А.В.Фирсов.- М.: Академия, 2010.- 272 с.
4	Фирсов, А.В. Физика [Текст]: учебник для нач. и сред проф.образ./ А.В.Фирсов; под ред. Т.И.Трофимовой.- М.: Академия, 2010.- 432 с.

МУРТАЗАЕВА Эльмира Мамедовна

ФИЗИКА

Лабораторный практикум для студентов 1 курса
специальности 33.02.01 «Фармация»

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 17.08.2025 г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,86
Заказ № 5187
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36