

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПП.03 Физика
для специальности
21.02.19 Землеустройство
базовая подготовка
среднего профессионального образования

Иркутск 2023

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИргГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИргГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



ОДОБРЕНО:
ЦМК «Математики, физики»
Председатель ЦМК:
Т.П. Новикова
Протокол №9 
«29» мая 2023 г.

Составитель:
Бурдина О.В. преподаватель высшей квалификационной категории Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Методические указания разработаны на основе рабочей программы дисциплины ПП. 03 Физика.

Содержание

Введение	4
Правила по безопасным условиям труда	6
Практическая работа №1 Изучение одного из изопротессов (проверка закона Гей-Люссака)	7
Практическая работа №2 Определение влажности воздуха	9
Практическая работа №3 Изучение законов последовательного и параллельного соединений проводников	10
Практическая работа №4 Изучение явления электромагнитной индукции.....	12
Практическая работа №5 Определение показателя преломления стекла	13
Практическая работа №6 Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки	15
Информационное обеспечение обучения	17

Введение

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

Весь процесс выполнения работ включает в себя теоретическую подготовку, ознакомление с приборами и сборку схем, проведение опыта и измерений, числовую обработку результатов 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 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.

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.

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

Практические работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

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 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 установках, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник тока и сообщите об этом учителю.

Практическая работа №1 Изучение одного из изопроцессов (проверка закона Гей-Люссака)

Цель: исследовать изобарный процесс; сделать вывод о выполнении закона Гей-Люссака.

Оборудование: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8-10 мм, цилиндрический сосуд длиной 600 мм и диаметром 40–50 мм, наполненный горячей водой ($t = 60^{\circ}\text{C}$), стакан с водой комнатной температуры, пластилин, термометр, линейка.

Теоретические сведения

При постоянном давлении p объем V идеального газа меняется линейно с температурой.

$$\text{То есть } V = V_0 (1 + \alpha t),$$

где V_0 — начальный объем, t — разность начальной и конечной температур.

Коэффициент теплового расширения идеальных газов $\alpha = (1/273,15)\text{K}^{-1}$ одинаков для всех газов.

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном давлении называется **изобарным** (от греч. *baros* — вес, тяжесть).

Закон открыт французским ученым Ж. Гей-Люссаком в 1802 г. и независимо от него Дж. Дальтоном в 1801 г.

Закон Гей-Люссака, как и другие газовые законы, является следствием уравнения состояния идеального газа. Это становится очевидным, если в $V = V_0 (1 + \alpha t)$, заменить t на абсолютную температуру $T = t + 273,15$, а коэффициент расширения α — его численным значением $1/273,15$:

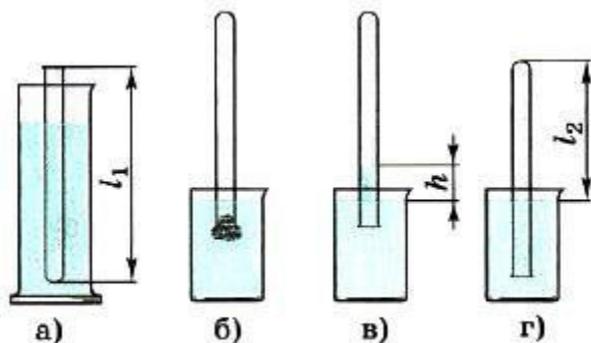
$$V = V_0 \frac{T}{273,15} \quad \text{или} \quad \frac{V}{T} = \text{const при } p = \text{const.}$$

Для газа данной массы отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется.

$$\frac{V}{T} = \text{const при } p = \text{const.}$$

Согласно , объем газа линейно зависит от температуры при постоянном давлении:

Ход работы:



1. Измерьте длину пробирки l_1 .
2. Поместите пробирку открытым концом вверх в горячую воду для прогрева воздуха в пробирке не менее 2 – 3 минут. В этом случае объем воздуха V_1 равен объему стеклянной трубки, а температура – температуре горячей воды T_1 . Это – первое состояние. Измерьте температуру горячей воды t_1 .
3. Чтобы при переходе воздуха во второе состояние его количество не изменилось, открытый конец стеклянной трубки, находящейся в горячей воде, замажьте пластилином. После этого трубку выньте из сосуда с горячей водой и замазанный конец быстро опустите в стакан с водой комнатной температуры, а затем прямо под водой снимите пластилин. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься.
4. Оставьте пробирку открытым концом вниз в холодной воде несколько минут. Измерьте температуру холодной воды t_2 . Наблюдайте подъем воды в пробирке.
5. После прекращения подъема воды в трубке объем воздуха в ней станет равным $V_2 < V_1$. Для того чтобы давление воздуха в трубке осталось тем же, что и в первом состоянии, т.е. равным атмосферному, необходимо погрузить трубку на такую глубину, чтобы уровни воды в трубке и в стакане стали одинаковыми. Это будет второе состояние воздуха в трубке при температуре окружающего воздуха T_2 , т.е. выполняется условие изобарного процесса $P = \text{const}$. Измерьте высоту воздуха в пробирке l_2 .
6. Переведите температуру из шкалы Цельсия в абсолютную шкалу:
 $T = t + 273$.
7. Вычислите отношения l_1 / l_2 и T_1 / T_2 ,
8. Результаты занесите в таблицу:

Измерено				Вычислено									
L1, мм	L2, мм	t1, °C	t2, °C	Δl, мм	T1, К	T2, К	ΔT, К	l ₁ /l ₂	ε1, %	Δ1	T1/T2	ε2, %	Δ2

9. Сделайте вывод о справедливости закона Гей – Люссака.
10. Дайте ответ на вопрос:
 - А) Почему после погружения стеклянной трубки в стакан с водой комнатной температуры и после снятия пластилина вода в трубке поднимается?
 - Б) Почему при равенстве уровней воды в стакане и в трубке давление воздуха в трубке равно атмосферному?

Практическая работа №2 Определение влажности воздуха

Цель: закрепить понятие о влажности воздуха и способах ее измерения; определить абсолютную и относительную влажность воздуха, точку росы.

Оборудование: Психрометр, психрометрическая таблица, таблица «Давление и плотность насыщенного водяного пара при различных температурах».

Ход работы:

1. Снять показания психрометра в различных частях класса.
2. Пользуясь психрометрической таблицей определить относительную влажность воздуха.
3. Рассчитать абсолютную влажность воздуха и определить точку росы используя таблицу «Давление и плотность насыщенного водяного пара при различных температурах».

$$\rho_a = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%}$$

4. Результаты в таблицу:

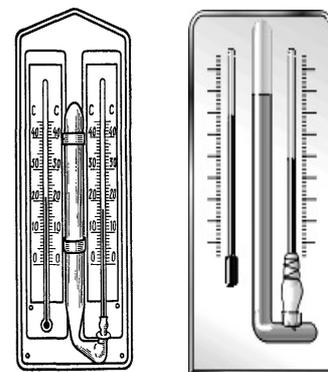


Рисунок «Психрометры»

№ измерения	Местоположение психрометра	Показания сухого термометра, T_c, K	Показания увлажненного термометра, T_y, K	Разность показаний сухого и увлажненного термометров, $T_c - T_y, K$	Относительная влажность воздуха, $\varphi, \%$	Абсолютная влажность воздуха, $\rho_a, \text{кг/м}^3$	Точка росы, T_p, K

5. Сделать выводы по работе.
6. Ответить на 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 изменится разность показаний термометров психрометра?
 3. Почему после жаркого дня роса бывает более обильна?
 4. Относительная влажность воздуха при 200С равна 58%. При какой температуре выпадает роса?
 5. Относительная влажность воздуха при температуре 293 К равна 44 %. Что показывает увлажненный термометр психрометра?
 6. В комнате объёмом 150 м³ при температуре 300 К содержится 2,07 кг водяных паров. Определите относительную и абсолютную влажность воздуха.

Практическая работа №3 Изучение законов последовательного и параллельного соединений проводников

Цель: экспериментально проверить законы последовательного и параллельного соединения проводников

Оборудование: источник электропитания; амперметр; вольтметр; резистор R_1 ; резистор R_2 ; ключ; соединительные провода.

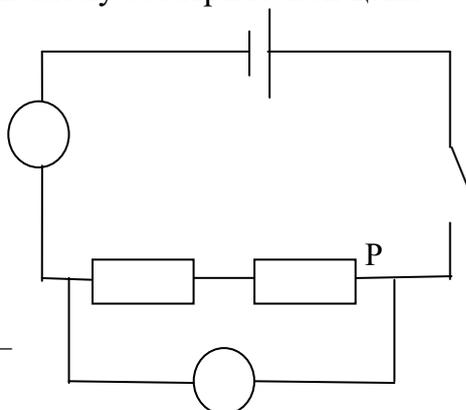
Ход работы:

Изучение последовательного соединения проводников

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	U ₁₂ , В	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₁₂ , Ом	$\frac{U_1}{U_2}$	$\frac{R_1}{R_2}$
значение								

2. Нарисуйте в тетради схему электрической цепи.



3. Соберите электри-
4. Определите цену деления измерительных приборов – метра.

ческую цепь. деления измери-амперметра и вольт-

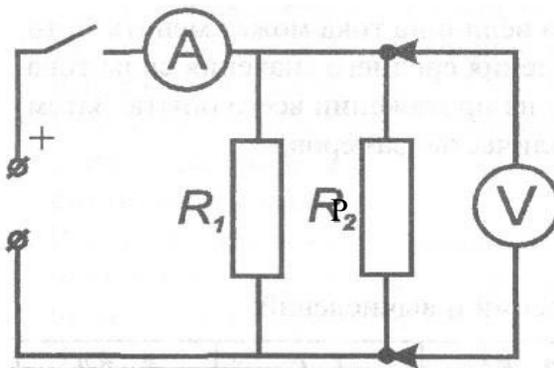
5. Сделайте необходимые измерения:
 - а) Замкните цепь. Измерьте общую силу тока в цепи I и общее напряжение U_{12} .
 - б) Измените цепь, подключив вольтметр к первому резистору R_1 .
 - в) Измерьте напряжение U_1 .
 - г) Измените цепь, подключите вольтметр ко второму резистору R_2 .
 - д) (1б) Измерьте напряжение U_2 .
6. Сделайте расчёты:
 - а) Рассчитайте по формуле общее напряжение $U_{12} = U_1 + U_2$ и сравните с показаниями вольтметра U_{12} . Сделайте вывод о справедливости закона для напряжения.
 - б) Рассчитайте сопротивление $R_{12} = R_1 + R_2$.
 - в) Вычислите отношения $\frac{U_1}{U_2}$ и $\frac{R_1}{R_2}$, проверьте справедливость ства $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$.
7. Сделайте вывод о проделанной работе.
8. Дайте ответы на вопросы:
 - а) Как называется прибор для измерения силы тока?
 - б) Как называется прибор для измерения напряжения?
 - в) Как включается в цепь амперметр для измерения силы тока? В чем особенности такого соединения?

Изучение параллельного соединения проводников

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

U, В	I ₁ , А	I ₂ , А	I ₁₂ , А	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₁₂ , Ом	$\frac{I_1}{I_2}$	$\frac{R_2}{R_1}$
значе- ние								

2. Нарисуйте в тетради схему электрической цепи (рис. 5).



3. Соберите цепь.
4. Определите измеритель – амперметра.

электрическую
цену деления
ных приборов
ра и вольтмет-

5. Сделайте необходимые измерения:
 - а) Измерьте общее напряжение в цепи U и общую силу тока I₁₂.
 - б) Измените схему установки так, чтобы измерить силу тока I₁ и напряжение U₁ на первом резисторе.
 - в) Измените цепь, измерьте силу тока I₂ и напряжение U₂ на втором резисторе.
6. Сделайте расчёты:
 - а) Рассчитайте по формуле общую силу тока I₁₂ = I₁ + I₂ и сравните с показаниями амперметра I₁₂. Сделайте вывод о справедливости закона для силы тока.
 - б) Рассчитайте сопротивление R₁₂ из формулы $\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, проверьте её справедливость.
 - в) Вычислите отношения $\frac{I_1}{I_2}$ и $\frac{R_2}{R_1}$, и проверьте справедливость ства $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$.
7. Сделайте вывод о проделанной работе.
8. Дайте ответ на вопрос: изменятся ли показания вольтметра, если к двум параллельно соединенным резисторам добавить еще один, параллельно?

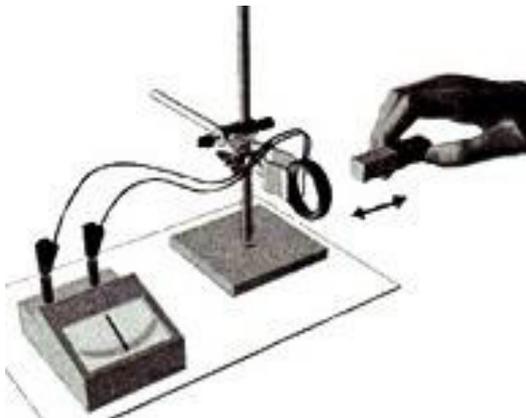
Практическая работа №4 Изучение явления электромагнитной индукции

Цель: убедиться в выполнении закона электромагнитной индукции и правила Ленца.

Оборудование: миллиамперметр, источник тока, две катушки с сердечниками, ключ, соединительные провода, магнитная стрелка, цветные карандаши.

Ход работы:

1. Соберите электрическую цепь, соединив клеммы миллиамперметра и катушки



2. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов

ради таблицу для наблюдений:

№ опыта	Схема опыта	Вывод из опыта
1		
2		
3		
4		

3. Сделайте опыты и запишите свои наблюдения в таблицу:

Опыт №1

- а) Вводите магнит северным полюсом внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра. Изменяйте скорость магнита. Что наблюдаете при этом?

б) Зарисуйте схему этого опыта в таблицу, указав направление тока в цепи (с помощью правила Ленца).

Опыт №2

а) Повторите опыт №1, выдвигая магнит северным полюсом из катушки.

б) Зарисуйте схему этого опыта в таблицу, указав направление тока в цепи (с помощью правила Ленца).

Опыт №3

а) Вводите магнит южным полюсом внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра. Изменяйте скорость магнита. Что наблюдаете при этом?

б) Зарисуйте схему этого опыта в таблицу, указав направление тока в цепи (с помощью правила Ленца).

Опыт №4

в) Повторите опыт №3, выдвигая магнит южным полюсом из катушки.

г) Зарисуйте схему этого опыта в таблицу, указав направление тока в цепи (с помощью правила Ленца).

4. Сделайте вывод о проделанной работе.

5. Дайте ответ на вопрос: в катушку вдвигают магнит один раз быстро, другой раз медленно. Одинаковый ли заряд переносится при этом по катушке?

Практическая работа №5 Определение показателя преломления стекла

Цель: пронаблюдать преломление света в реальных условиях, научиться использовать законы преломления для расчета показателя преломления.

Оборудование: плоскопараллельная пластинка, картон, 4 булавки, линейка, миллиметровая бумага.

Ход работы:

1. Положите на стол лист картона, а на него лист бумаги, а сверху стеклянную пластинку.
2. Отметьте границы стеклянной пластины на листе бумаги карандашом.
3. Воткните в картон по одну сторону пластины две булавки – 1 и 2 так, чтобы булавка 2 касалась грани пластины. Они будут отмечать направление падающего луча.
4. Глядя сквозь пластинку с противоположной стороны, воткните третью булавку так, чтобы она закрыла первые две. При этом третья булавка тоже должна касаться пластины вплотную. Добавьте 4-ю булавку, так, чтобы она находилась на одной линии с тремя остальными.
5. Уберите стеклянную пластину и булавки. Отметьте точки прокола от булавок. Проведите через эти точки прямые до пересечения с границами стекла и воздуха. Восстановите перпендикуляры на границах преломления.
6. Из точки падения луча (точки В, см рис.) опишите окружность радиусом более 5 см и постройте прямоугольные треугольники АВЕ и СВД. линии синусов углов α и β .

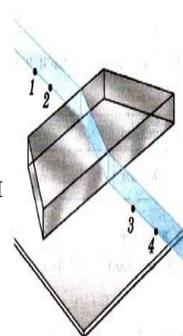


Рис. 18.1

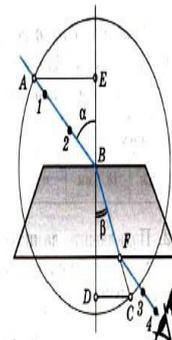


Рис. 18.2

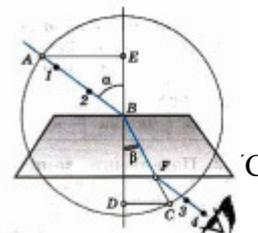


Рис. 18.2

7. Измерьте точно линии синусов углов в мм, используя миллиметровую бумагу и вычислите показатель преломления стекла через отношение сторон.

$$\sin \alpha = \frac{AE}{AB}; \sin \beta = \frac{CD}{BC}$$

Так как $AB = BC$, то формула для определения

$$n_{пр} = \frac{AE}{DC}$$

показателя преломления стекла примет вид

8. Проведите опыт 3 раза, каждый раз меняя угол падения луча.

9. Найдите среднее арифметическое показателя преломления.

10. Определите отклонение найденного результата от значения показателя преломления указанного в таблице.

Абсолютные погрешности измерения отрезков:

$$\Delta AE = \Delta_{и} AE + \Delta_{о} AE$$

$$\Delta DC = \Delta_{и} DC + \Delta_{о} DC$$

11. Вычислите относительные и абсолютные погрешности приборов и показателя преломления. Инструментальная погрешность линейки принять равной за 0,2 мм. Погрешность отсчета принять равной 0,5 мм.

Максимальную относительную погрешность ε измерения показателя преломления определяют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta DC}{DC}$$

Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле: $\Delta n = n_{пр} \varepsilon$.

(Здесь $n_{пр}$ — приближенное значение показателя преломления)

Окончательный результат измерения показателя преломления записывается так:

$$n = n_{пр} \pm \Delta n.$$

12. Заполните таблицу:

№ опыта	Измерено		Выполнено					
	AE, мм	DC, мм	$n_{пр}$	$n_{ср}$	ΔAE , мм	ΔDC , мм	ε_n %	Δn
1								
2								
3								

13. Сравните результаты, полученные по формулам, и сделайте вывод о зависимости или независимости показателя преломления от угла падения светового луча.

$$n_{1пр} - \Delta n_1 < n_1 < n_{1пр} + \Delta n_1$$

$$n_{2пр} - \Delta n_2 < n_2 < n_{2пр} + \Delta n_2$$

$$n_{3пр} - \Delta n_3 \leq n_3 \leq n_{3пр} + \Delta n_3$$

14. Сделайте вывод о зависимости (или независимости) показателя преломления от угла падения.

Контрольные вопросы:

1. Чтобы определить показатель преломления стекла, достаточно измерить транспортиром углы α и β и вычислить отношение их синусов. Какой из ме-

тодов определения показателя преломления предпочтительнее: этот или использованный в работе?

2. Определите, на какой угол отклонится световой луч от своего первоначального направления при переходе из воздуха в стекло, если угол падения $\alpha = 60^\circ$. Показатель преломления стекла 1,52.

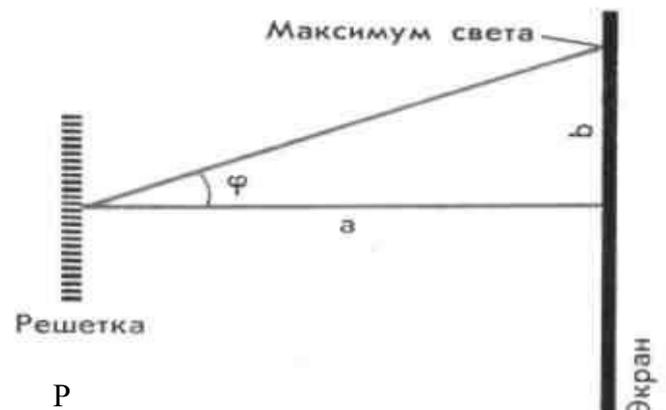
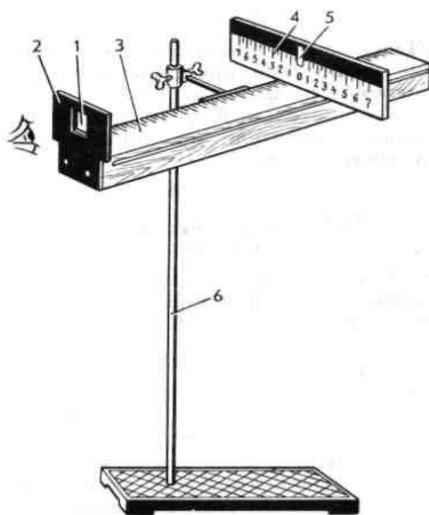
Практическая работа №6 Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель: экспериментально измерить длину световой волны для красного и фиолетового участка спектра.

Оборудование: дифракционная решетка с периодом 0,01 мм, штатив, линейка с держателем для решетки и черным экраном со щелью посередине, который может перемещаться вдоль линейки, источник света.

Ход работы:

1. Соберите экспериментальную установку. Рассматривая щель в экране сквозь дифракционную решетку, наблюдайте дифракционные спектры. Установите решетку в держателе так, чтобы полосы спектра располагались параллельно шкале экрана.



2. Сделайте опыт и необходимые измерения:
 - а) Измерьте расстояние a - расстояние от решетки до экрана.
 - б) Измерьте расстояние b до фиолетового края спектра справа или слева от центра щели в экране.
3. Сделайте расчёты:
 - а) вычислите длины волн фиолетового и красного света по формуле:

$$\lambda = \frac{db}{ka},$$

где λ - длина световой волны; k - номер максимума; d - период дифракционной решётки.

$$\lambda_{\text{фиол}} = \text{_____ М};$$

$$\lambda_{\text{крас}} = \text{_____ М}.$$

- б) Сравните полученные результаты с табличными данными для длин волн фиолетового и красного света.

4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

Цвет излучения	d, м	к	a, м	b, м	λ , м
Фиолетовый	10^{-5}	1			
Красный	10^{-5}	1			

5. Сделайте вывод о проделанной работе.

6. Дайте ответ на вопрос: чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

Информационное обеспечение обучения

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.

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.