Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области
«Усть-Ордынский аграрный техникум»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ФИЗИКЕ

Усть-Ордынский, 2017

Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике составлены в соответствии с программой по физике. Методические указания предполагают краткую теоретическую подготовку по данной теме с составлением отчета по указанной теме лабораторной работы; ознакомление с приборами, сборку схем; проведение опыта и измерений, числовую обработку результатов лабораторного эксперимента и сдачу зачет по выполненной работе.

Письменные инструкции к каждой лабораторной работе, приведенные в данном пособии, не только позволяют определить порядок выполнения работы, но предполагают контрольные вопросы.

Содержание

Введение
Лабораторная работа № 1
Измерение ускорения при равноускоренном движении
Лабораторная работа № 2
Изучение закона сохранения механической энергии при разных видах взаимодействия
Лабораторная работа №3
Опытная проверка закона Гей-Люссака
Лабораторная работа №4
Изучение последовательного соединения проводников
Лабораторная работа № 5
Изучение параллельного соединения проводников
Лабораторная работа № 6
Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления
Лабораторная работа №7
Наблюдения действия магнитного поля.
Лабораторная работа №8
Изучение явления электромагнитной индукции.
Лабораторная работа №9
Измерение ускорения свободного падения при помощи маятника.
Лабораторная работа №10
Измерение показателя преломления света.
Лабораторная работа № 11
Определение оптической силы и фокусного расстояния линзы.
Лабораторная работа №12
Измерение длины световой волны.
Лабораторная работа №13
Наблюдение интерференции, дифракции и поляризации.
Лабораторная работа №14
Наблюдение Броуновского движения
Лабораторная работа № 15
Определение относительной влажности воздуха
Лабораторная работа № 16
Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Введение

Цель данного пособия – помочь обучающимся 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 обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной лабораторной работе.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся 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.

Ознакомление с приборами, сборка схем

Приступая к лабораторным работам, необходимо:

получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы;

1) разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
2) пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;
3) сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения лабораторных работ по электричеству.

Проведение опыта и измерений

При выполнении лабораторных работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности.

Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении нужных физических величин. Например, точность измерения времени с помощью секундомера зависит не только от четкого определения положения стрелки, но и в значительной степени – от своевременности включения и выключения часового механизма.

Критерии оценок лабораторных работ

Оценка «5» (отлично) ставится, если обучающийся 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.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Лабораторная работа № 1

Измерение ускорения при равноускоренном движении

Цель работы: измерить ускорение шарика, скатывающегося по наклонному жёлобу.

Оборудование: металлический жёлоб, штатив с муфтой и зажимом, стальной шарик, металлический цилиндр, измерительная лента, секундомер или часы с секундной стрелкой.

Описание работы

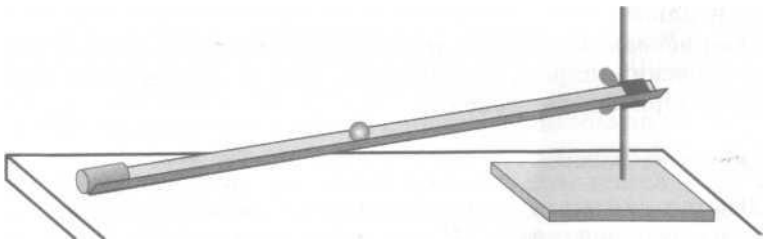
Движение шарика, скатывающегося по жёлобу, приближённо можно считать равноускоренным. При равноускоренном движении без начальной скорости модуль перемещения s, модуль ускорения ***a***

и время движения ***t***связаны соотношением $s=\frac{at^2}{2}$. Поэтому, измерив si ***t,***мы можем найти ускорение ***a*** по формуле $a=\frac{2s}{t^2}$

Чтобы повысить точность измерения, ставят опыт несколько раз, а затем вычисляют средние значения измеряемых величин.

Ход работы

1. Соберите установку, изображённую на рисунке (верхний конец жёлоба должен быть на несколько сантиметров выше нижнего). Положите в жёлоб у его нижнего конца металлический цилиндр. Когда шарик, скатившись, ударится о цилиндр, звук удара поможет точнее определить время движения шарика.



2. Отметьте на жёлобе начальное положение шарика, а также его конечное положение — верхний торец металлического цилиндра.

3. Измерьте расстояние между верхней и нижней отметками на жёлобе (модуль ***s***перемещения шарика) и результат измерения запишите в таблицу, помещённую в тетради для лабораторных работ. Ниже приведены первые две строки этой таблицы.

№ опыта	*S*,м	t, с	$t_{ср}$. С	***a,*** м/с^2

4. Выбрав момент, когда секундная стрелка находится на делении, кратном десяти, отпустите шарик без толчка у верхней отметки и измерьте, какое время ***t***пройдёт до удара шарика о цилиндр.

Повторите опыт 5 раз, записывая в таблицу результаты измерений. При проведении каждого опыта пускайте шарик из одного и того же начального положения, а также следите за тем, чтобы верхний торец цилиндра находился у соответствующей отметки.

5. Вычислите $t_{ср} = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4+t_5}{5}$и результат запишите в таблицу.

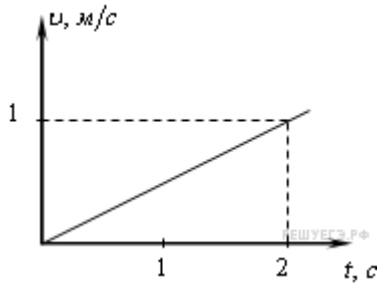
6. Вычислите ускорение, с которым скатывался шарик: $a \approx \frac{2s}{t_{ср}^2}$ Результат вычислений запишите в таблицу.

7. Запишите в тетради для лабораторных работ вывод: что вы измеряли и какой получен

результат.

Ответьте на контрольные вопросы.

1. Тело начинает двигаться из начала координат вдоль оси *Ox*, причем проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведенному на графике.



Чему будет равна проекция ускорения тела a_x через 2 с?

1) 0 м/с^2
2) $0{,}5$ м/с^2
3) 1 м/с^2
4) 2 м/с^2

2. Мальчик съезжает на санках равноускоренно со снежной горки. Скорость санок в конце спуска 10 м/с. Ускорение равно 1 м/с^2, начальная скорость равна нулю. Длина горки равна

1) 75 м
2) 50 м
3) 25 м
4) 100 м

3. При равноускоренном движении автомобиля на пути 25 м его скорость увеличилась от 5 до 10 м/с. Ускорение автомобиля равно

1) 1,5 м/с^2
2) 2,0 м/с^2
3) 1,0 м/с^2
4) 0,5 м/с^2

4. От чего зависит ускорение тела в данном опыте?

Лабораторная работа №2

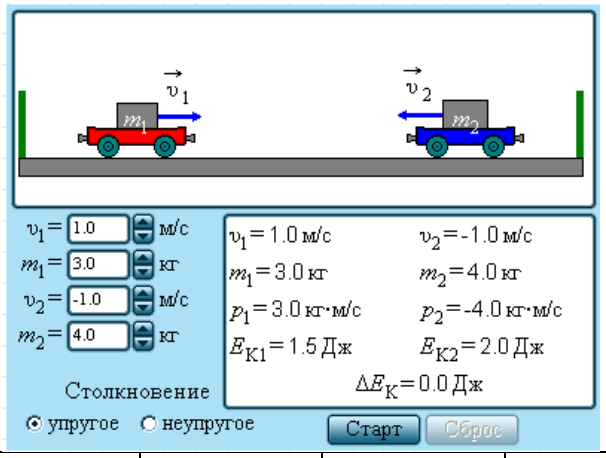
Изменение энергии при разных видах взаимодействия

Цель: обнаружить закономерности в изменении энергии при осуществлении упругих и неупругих соударений

Оборудование: CD « Открытая физика» часть 1; модель « упругие и неупругие соударения».

Ход работы

1. Изучите возможности модели.
2. Задайте скорость второй тележки 2 м/ с»; массу тележек подберите и в дальнейшем эти параметры не меняйте.
3. Проведите серию опытов и заполните таблицу. В процессе наблюдений не допускайте соударения тележек со стенками ящика (используйте кнопку «стоп»).



«-сами

упругий удар	v 1, м/с	0	0,5	1	1,5	2
	ΔE, Дж					
неупругий удар	v 1, м/с	0	0,5	1	1,5	2
	ΔE, Дж					

4. Устно ответьте на вопросы, которые помогут Вам найти закономерности:
   - Как меняется энергия системы, состоящей из двух тележек, при упругом столкновении?
   - Какой закон может объяснить этот результат?
   - Как меняется энергия системы, состоящей из двух тележек, при неупругом столкновении?
   - Почему изменение энергии при неупругом столкновении отрицательное?
   - От чего зависит величина изменения энергии при неупругом столкновении?
5. Запишите найденные закономерности в тетрадь.

Задание №2

Изучение закона сохранения механической энергии

Цель работы: научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и упруго деформированной пружины, сравнить два значения потенциальной энергии системы.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный с фиксатором, лента измерительная, груз на нити длиной около 25 см.

Указания к работе

Динамометр укрепляется в лапке штатива. Фиксатором показаний динамометра служит пластинка из пробки размером 5х7х1,5 мм. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с малым трением.

Порядок выполнения работы

1. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза.
2. Измерьте расстояние от крючка динамометра до центра тяжести груза.
3. Поднимите груз до высоты крючка динамометра и отпустите его. Поднимая груз, расслабьте пружину и укрепите фиксатор около ограничительной скобы.
4. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины.
5. Растяните рукой пружину до соприкосновения фиксатора с ограничительной скобой и отсчитайте по шкале максимальное значение модуля силы упругости пружины.
6. Найдите высоту падения груза.

7. Вычислите потенциальную энергию системы в первом положении груза, т.е.перед началом падения, приняв за нулевой уровень значение потенциальной энергии груза в конечном положении.
8. В конечном положении груза его потенциальная энергия равна нулю. Потенциальная энергия системы в этом состоянии определяется лишь энергией упруго деформированной пружины.
9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

№ опыта	$F_1=mg$	l	Δl	F	$h=l+\Delta l$	$E_{p1}=F_1(l+\Delta l)$	$E_{p2}=\frac{F\Delta l}{2}$

10. Сравните значения потенциальной энергии в первом и втором состояниях системы и сделайте вывод.

Контрольные задания

1. Ведро массой *m* поднимают на веревке вертикально вверх с постоянной скоростью. Когда ведро поднимется на высоту *h* относительно первоначального положения, его полная механическая энергия в неподвижной системе отсчета

1) увеличится на величину *mgh*
2) уменьшится на величину *mgh*
3) не изменится
4) будет неизвестна, так как не задана скорость

2. Парашютист спускается с неизменной скоростью, а энергия его взаимодействия с Землей постепенно уменьшается. При спуске парашютиста

1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию
2) его полная механическая энергия не меняется
3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию парашютиста и воздуха
4) его кинетическая энергия преобразуется в потенциальную

3. Горизонтальную пружину жесткостью *k* начинают растягивать с постоянной скоростью. Когда пружина растянется на величину *x*, ее полная механическая энергия

1) увеличится на величину $\frac{kx^2}{2}$
2) уменьшится на величину $\frac{kx^2}{2}$
3) не изменится
4) будет неизвестна, так как не задана скорость

4. Первоначальное удлинение пружины равно l см. Как изменится потенциальная энергия пружины, если её удлинение станет двое больше?

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

Лабораторная работа № 3

«Опытная проверка закона Гей-Люссака»

Цель работы: проверить на опыте закон Гей-Люссака

Оборудование: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8—10 мм; цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40—50 мм, наполненный горячей водой (t ≈ 60°C); стакан с водой комнатной температуры; пластилин, «Физика. 7-11 классы. Практикум» (ФИЗИКОН, 2003)

Практическое задание №1:

1.Выберите «Программы Физикона»-«Физика, 7-11 классы»-«10-11»-«Лаборатории»-«Изобарический процесс»

2.Газ находится в цилиндре под поршнем. При нажатой кнопке «Выбор» (при этом также должна быть нажата кнопка «Стоп») активизируйте контекстное меню свойств цилиндра, щелкнув мышкой дважды внутри цилиндра, и сделайте выбор: Стены контейнера – «подвижные жесткие», нажмите кнопку «применить». Таким образом, газ под поршнем будет иметь постоянное давление *P*. Что будет происходить при росте температуры *T* с объемом, занимаемым газом под поршнем, с плотностью *D*? Будет ли меняться объем, занимаемый газом под поршнем, при уменьшении температуры *T?* Как он будет меняться? Что будет происходить в этом случае с плотностью *D?* С давлением газа *P*?

3.Активизируйте контекстное меню свойств цилиндра и выберите тип газа:

Вариант 1	**Вариант 2**	**Вариант 3**	**Вариант 4**	**Вариант 5**
Азот	Кислород	Гелий	Углекислый газ	Хлор

4.Активизируйте контекстное меню свойств основания цилиндра, и выберете: Регулятор температуры – «Нагреватель», нажмите кнопку «применить».

5.При нажатой кнопке «Стоп», перепишите параметры газа: давление, объем и температуру, это будет первое состояние:

P =	T_1 =	V_1 =

6.Когда температура по графикам приближенно будет равна 400 К, нажмите кнопку «Пауза», перепишите параметры газа: давление, объем и температуру, это будет второе состояние:

P =	T_2 =	V_2 =

7.Вычислите отношения V_1/V_2 и T_1/T_2 и сравните их:_____

8.Заполните таблицу 2. **Таблица 2**

Первое состояние		Второе состояние		$\frac{V_1}{V_2}$	$\frac{T_1}{T_2}$
P		P			
T_1		T_2			
V_1		V_2			

Сделайте вывод о справедливости закона Гей-Люссака:

Для повышенного уровня предполагается бланк с дополнительными заданиями:

Выберете регулятор температуры – «Холодильник». Как изменяются параметры газа в этом случае, остается ли давление постоянным? Как изменятся графики? Что можно сказать о графике зависимости объема от температуры? Зарисуйте этот график, когда температура достигнет примерно 200 К, вычислите для этой точки отношения V_1/V_2 и T_1/T_2, и сравните их (значения V_1 и T_1 *возьмите из пункта 5*).

Сделайте вывод:

Практическое задание №2:

Проведение реального эксперимента

Примечание: инструментальные погрешности определяются с помощью таблицы 1 (УЭ 3).

1. Подготовьте стакан с водой комнатной температуры и сосуд с горячей водой.
2. Измерьте длину l_1 стеклянной трубки и температуру воды в цилиндрическом сосуде.
3. Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом рассказано в УЭ 3. Измерьте длину l_2 воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха T_2.
4. Вычислите отношения $\frac{l_1}{l_2}$ и $\frac{T_1}{T_2}$, относительные (ε_1 и ε_2) и абсолютные (Δ_1 и Δ_2) погрешности измерений этих отношений по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta l}{l_1} + \frac{\Delta l}{l_2},\ \Delta_1 = \frac{l_1}{l_2}\varepsilon_1;\ \varepsilon_2 = \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{\Delta T}{T_2},\ \Delta_2 = \frac{T_1}{T_2}\varepsilon_2;$$

5. Сравните отношения $\frac{l_1}{l_2}$ и $\frac{T_1}{T_2}$

6. Заполните таблицу 3.

Таблица 3

Измерено					Вычислено					
l_1, мм	l_2, мм	t_1, °C	t_2, °C	$\Delta_и l$, мм	$\Delta_о l$, мм	Δl, мм	T_1, К	T_2, К	$\Delta_и T$, К	$\Delta_о T$, К
Вычислено										
ΔT, К	$\frac{l_1}{l_2}$	ε_1, %	Δ_1	$\frac{T_1}{T_2}$	ε_2, %	Δ_2				

7. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Почему после погружения стеклянной трубки в стакан с водой комнатной температуры и после снятия пластилина вода в трубке поднимается?

Почему при равенстве уровней воды в стакане и в трубке давление воздуха в трубке равно атмосферному?_____

Лабораторная работа № 4

Изучение последовательного соединения проводников

Цель: узнать, как распределяется сила тока, напряжение, сопротивление на последовательно соединенных участках цепи.

Литература: _

Оборудование: макетная плата; амперметр; вольтметр; миллиамперметр; лампа МН 6,3 В х 0,3 А - 2 шт.; два резистора сопротивлениями в пределах 30-100 Ом(например, 30 Ом и 51 Ом); источник питания 4-6 В; соединительные провода - 6 шт.

Краткая теория

Последовательным называют такоесоединение, когда ток по очереди проходит чередруг за другом соединенные участки цепи. Схема таких соединений двух участков дана на рис. 1.

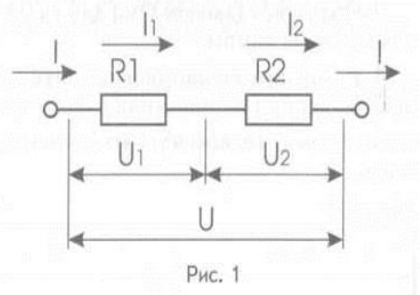


Рис. 1

Данное выше определение позволяет предположить, что:

- сила тока в любых частях такой цепи одна и та же, т. е. $\mathbf{I=I_1,=I_2}$;
- полное напряжение цепи равно сумме напряжений на отдельных участкахцепи, т. е. $\mathbf{U=U_1+U_2}$;
- общее сопротивление равно сумме сопротивлений отдельных участков, т. е. **R=R1+R2**.

Вопросы для самоконтроля по теории

1. Какое соединение проводников называют последовательным?

2. Какая из электрических величин: сила тока, напряжение, сопротивление - одинакова для всех проводников, соединенных последовательно?

3. При последовательном соединении потребителей, какую связь можно ожидать между:

- полным напряжением на концах цепи и напряжением на отдельных ее участках?
- общим сопротивлением такой цепи и сопротивлением отдельных ее участков?

4. Как объяснить с точки зрения теории, почему $\mathbf{I = I_1 = I_2}$, $\mathbf{R = R1 + R2}$?

5. Как записывается закон Ома для участка цепи?

6. Как включают в электрическую цепь амперметр и вольтметр?

Экспериментальная работа

Задание 1

Проверьте сделанное выше предположение о силе тока в различных частях последовательной цепи.

1. Соберите цепь по рис. 2, а и б.
2. Измерьте силу тока I в цепи там, где стоит амперметр и в различных еечастях, отмеченных крестиками.
3. Результаты измерений запишите в первую строку таблицы 1.
4. Сравните полученные данные и сделайте вывод.

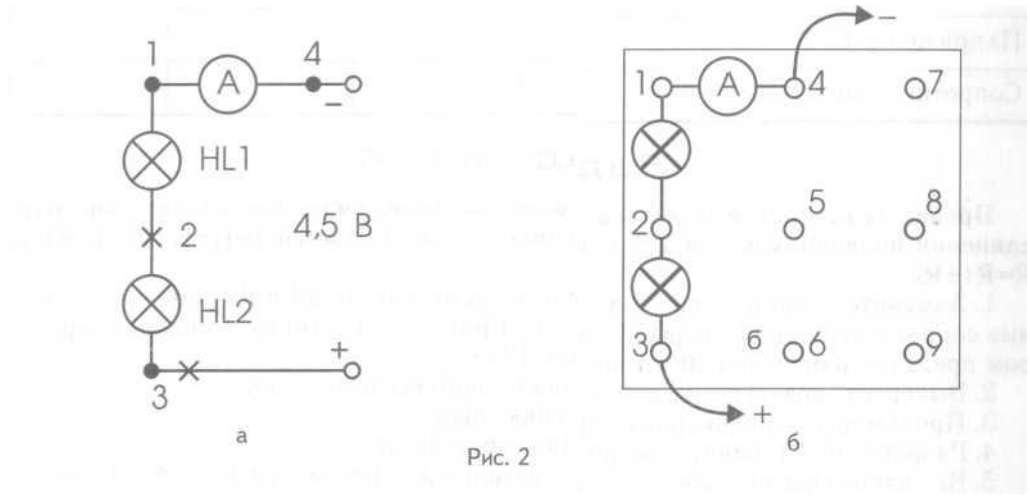


Рис. 2

цепи.

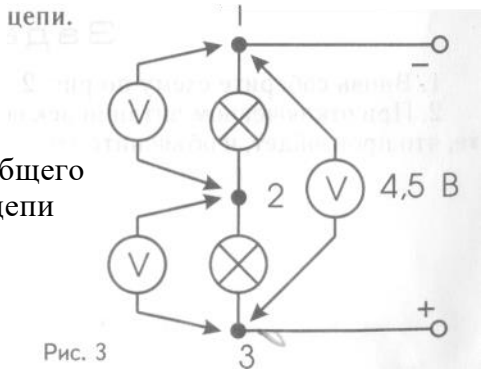


Рис. 3

Задание 2

Проверьте сделанное выше предположение о связи общего Напряжения с напряжением на отдельных участках цепи

1. Соберите цепь по рис. 3.
2. Измерьте напряжение U_1на лампе HL1, U_2на лампе HL2 и общее напряжение Uна них.
3. Результаты измерений запишитево вторую строку табл. 1.
4. Сравните значения напряжений исделайте вывод о том, из чего складывается общее напряжение.

Задание 3

Установите взаимосвязь между общим сопротивлением всей цепи и сопротивлением ее отдельных участков.

1. Используя закон Ома, вычислите сопротивления R1 лампы HL1, R2 - лампы HL2, R- общей цепи.
2. Результаты вычислений запишите в табл. 1 третьей строкой.
3. Сравните и сделайте вывод о том, как соотносятся общее сопротивление цепи и сопротивления отдельных участков при их последовательном

соединении.

Таблица 1

Физическая величина	Лампа HL1	Лампа HL2	Весь участок цепи	Вывод
Сила тока I, А				
Напряжение U, В				
Сопротивление R, Ом				

Задание 4

Проведите повторное исследование закономерностей последовательного соединения проводников для установления зависимостей $I=I_l=I_2$, $U=U_1+U_2$, R=R1+R2

1.Замените в схеме на рис. 2 лампы резисторами **R1** и **R2,** имеющими разные сопротивления в пределах от 30 до 100 Ом, амперметр - миллиамперметром пределом измерения 50 мА или 100 мА.

2. Вычертите новую схему для повторного исследования.

3. Продумайте порядок проведения опытов.

4. Разработайте таблицу для записи результатов.

5. Выполните исследование. Полученные данные занесите в табл. 2, составленную по аналогии с табл. 1.

6. Проанализируйте результаты экспериментов, сформулируйте выводы.

Задание 5

1. Вновь соберите схему по рис. 2.

2. При отключенном питании исключите из нее одну из ламп. Пронаблюдайте, что произойдет, и объясните это.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что можно сказать **о** силе тока, полном напряжении и общем **сопротивле**нии цепи при последовательном соединении ее участков?

2. Каковы, по Вашему мнению, достоинства и недостатки последовательного соединения потребителей электрической энергии.

3. Приведите примеры последовательного соединения потребителей электрической энергии.

4. Требуется изготовить елочную гирлянду из лампочек, рассчитанных на напряжение 10 В каждая. Сколько надо взять лампочек, чтобы гирлянду можно было включить в сеть напряжением 220 В?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Изучение параллельного соединения проводников

Цель: узнать о закономерностях в цепи, состоящей из параллельно соединенных проводников.

Оборудование: макетная плата; вольтметр; амперметр; резисторы 10 Ом и20 Ом (надписи с указанием сопротивлений рекомендуем заклеить изолентой); лампы МН 6,3 В х 0,3 А - 2 шт.; источник питания на 4-6 В; соединительные провода - 6 шт.

Краткая теория

Электрическую цепь могут образовать параллельно соединенные участки. При таком соединении одни концы всех проводников собирают в один узел, например, в точке А (рис. 1), а вторые концы - в другой узел, например, в точке В. Поэтому напряжение Uна всем участке АВ и на концах его параллельных ветвей **R1** и **R2** должно быть одним и тем же:**U= U1, = U2.**

Ток же I в первой точке соединения А разветвляется на два тока **I1**, и **I2**, которые вновь сходятся в общий поток в точке В. Поэтому сила тока в неразветвленной части цепи должна быть равна сумме сил токов в отдельных ветвях: **I= I, + 12.**

При параллельном соединении общее сопротивление цепи уменьшается,

т. к. у тока появляется несколько путей, что проводника с большим сечением. Поэтому

оно должно становиться меньше сопротивления каж

формулы: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$

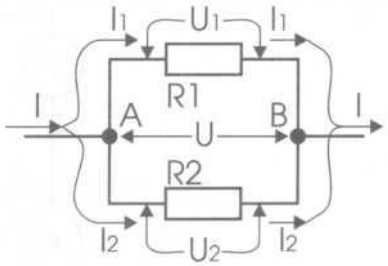


Рис. 1

Вопросы для самоконтроля по

1. Какое соединение проводников называют параллел
2. Какая электрическая характеристика цепи одина соединенных параллельно?
3. Как найти силу тока в неразветвленной цепи, зная силу тока в каждом из параллельно соединенных проводников?
4. Как рассчитать сопротивление участка цепи, состоящего из двух параллельно соединенных проводников?

Экспериментальная работа

Примечание .В работе вместо резисторов 10 Ом и 20 Ом можно использовать лампы МН6,3 В х 0,3 А.

Задание 1

Проверьте справедливость предположения о силе тока в цепи, состоящей из двух параллельно соединенных участков: $I = I_1 + I_2$. Результаты наблюдений запишите в первую строку табл. 1.

1. Соберите схему по рис. 2 и измерьте силу тока I в цепи до разветвления.
2. Определите силу тока I_1, текущего через участок R1. Включите для этого амперметр, как показано на рис. 3, ***а*** и ***б.***

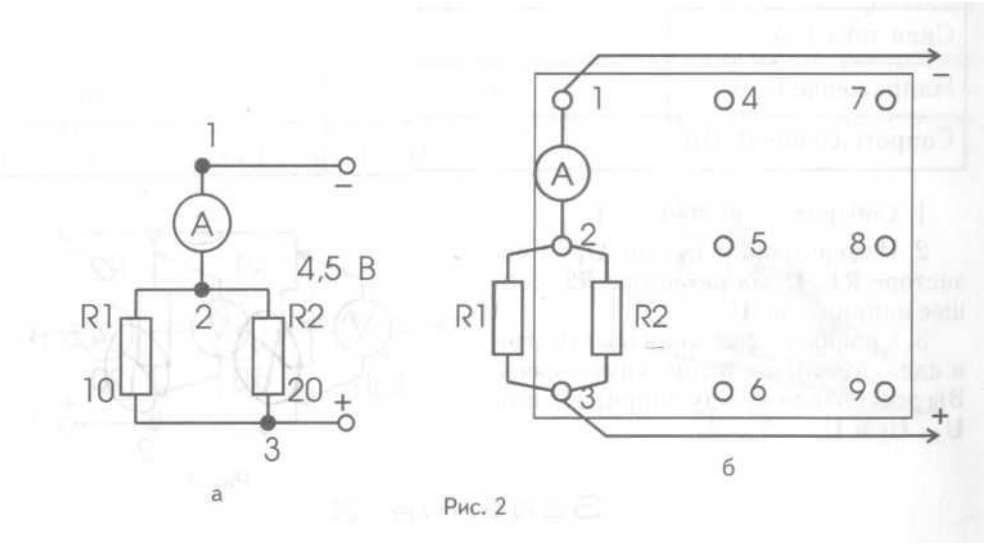


Рис. 2

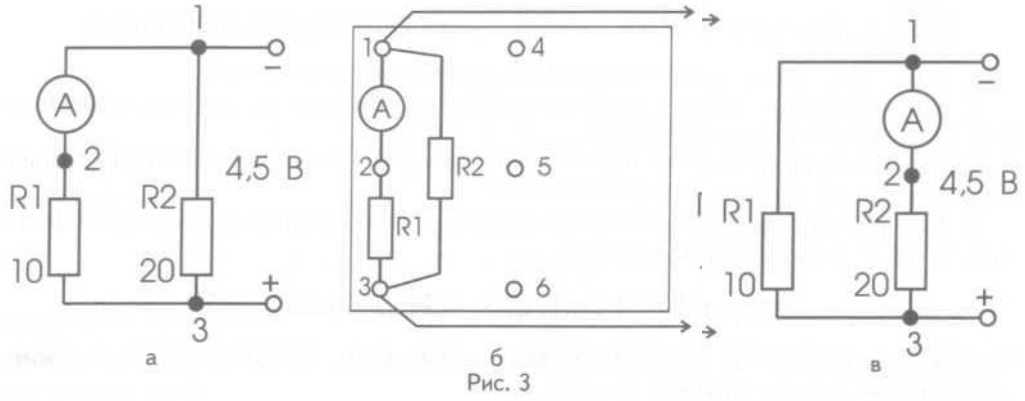


Рис. 3

3. Переключите амперметр во вторую ветвь цепи (рис. 3, *в).* Измерьте силу тока I_2, текущего через участок R2.

4. Сравните показания амперметров во всех трех случаях и сделайте вывод о том, какая связь существует между силами токов **I,** I_1, и I_2

Задание 2

Проверьте верность предположения о равенстве напряжений на всем участке и его отдельных частях при параллельном соединении проводников: $U = U_1 = U_2$. Показания вольтметра занесите во вторую строку табл. 1.

Таблица 1

Физическая величина	Участок R1	Участок R2	Весь участок цепи	Вывод
Сила тока I, А				
Напряжение U, В				
Сопротивление R, Ом				

1. Соберите цепь по рис. 4.
2. Измерьте напряжение U_1, на резисторе **RI,** U_2на резисторе **R2** и общее напряжение **U.**
3. Сравните показания вольтметраи сделайте вывод о том, какую связьВы установили между напряжениямиU_1, , U_2и **U.**

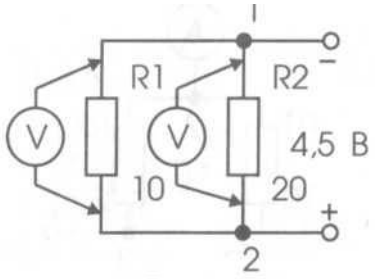


Рис. 4

Задание 3

Установите взаимосвязь между общим сопротивлением отдельных участков. Результаты вычислений занесите в третью строку табл. 1.

1. Используя результаты измерений токов и напряжений, по закону Ома для участка цепи рассчитайте сопротивления резистора **R1,** резистора **R2** , общей цепи - **R.**
2. Проверьте справедливость:

а) утверждения, что **R<R1** и **R<R2;** б) равенства $\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$.

3.Сформулируйте вывод о том, какая существует связь между общим сопротивлением цепи и сопротивлениями ее отдельных параллельно соединенных участков.

Задание 4

1. Соедините две лампы параллельно и при включенном питании одну из них исключите из цепи. Понаблюдайте, что произойдет. Объясните это.
2. Сравните результат с результатом аналогичного задания 5 из лабораторной работы № 8. Сделайте вывод о достоинствах и недостатках последовательного и параллельного соединений потребителей электроэнергии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Приведите примеры параллельного соединения потребителей электрической энергии.
2. Как распределяется сила тока в параллельно соединенных участках? Почему?
3. Почему вольтметр, подключаемый к измеряемому участку цепи параллельно, должен иметь большое сопротивление?
4. Соедините три лампы последовательно (рис. 5) и одну из них закоротите проводом. Как изменится яркость ламп?
5. Объясните, почему птиц, сидящих на проводах электропередачи, не поражает

электрическим током (рис. 6)?

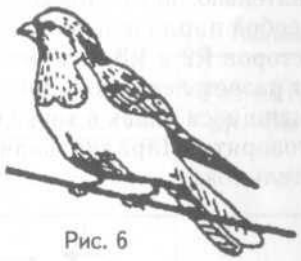


Рис. 6

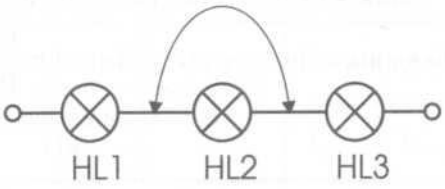


Рис. 5

Лабораторная работа № 6

«Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления»

Цель: научиться находить значения ЭДС; научиться находить значения внутреннего сопротивления источника тока.

Литература: _____

Оборудование: макетная плата; лабораторные амперметр и вольтметр; резисторы 10 Ом и 20 Ом; лампа МН 6,3 В х 0,3 А; источник тока 4-6 В; соединительные провода - 7 шт.

Краткая теория

Электродвижущая сила - одна из основных характеристик любого источника тока. Ее обозначают ЭДС или буквой **ε и** измеряют в вольтах. Она численно равна работе, которую могут совершать сторонние силы, перемещая единичный положительный заряд по замкнутой цепи: $\varepsilon=\frac{A_{ст}}{q}$, где **q**- заряд в Кл, $A_{ст}$- работа сторонних сил в Дж. Сторонними силами могут быть любые силы, за исключением кулоновских (электрических).

На рис. 1 показана полная электрическая цепь. Она состоит из источника тока и потребителя тока (лампы). Полная (замкнутая) цепь состоит из двух участков: внутреннего и внешнего. На внутреннем участке цепи неэлектрическая (в данном случае химическая) энергия производит работу по разделению разноименных зарядов. На одном электроде создается положительный (высший) потенциал «+», а на другом - отрицательный (низший) потенциал «—».

Если к источнику питания нагрузка (внешняя цепь) не подключена, то разность потенциалов (по-другому напряжение) между электродами равна электродвижущей силе источника: **U=ε** Именно это напряжение (ЭДС) наносится на корпусах элементов и батарей: 1,5 В; 4,5 В; 9 В.

При подключении к источнику питания внешней цепи (на рис. 1 лампы, на рис. 2 резистора) в ней возникает электрическое поле, которое создает направленное движение зарядов - электрический ток.

Итак, на внутреннем участке цепи ток течет за счет неэлектрической энергии (в гальванических элементах за счет химической энергии), а на внешнем - электрической энергии.

Обозначим (рис. 2):

R— сопротивление внешнего участка;

r—сопротивлениевнутреннегоучастка.

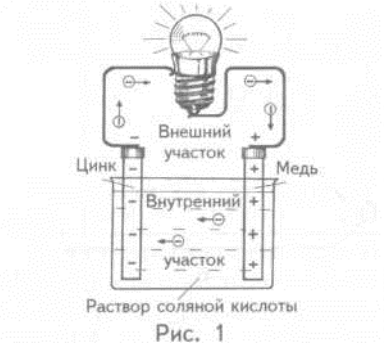


Рис. 1

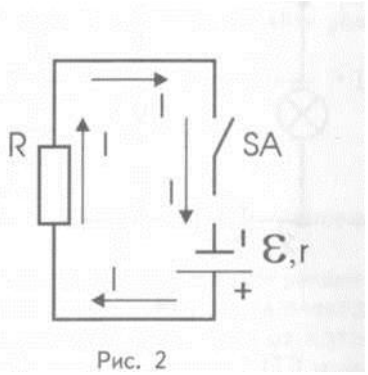


Рис. 2

Для любой замкнутой цепи, в том числе изображенных на рисунках 1 и 2, закон Ома связывает силу тока **I** в ней, ЭДС **ε** и полное сопротивление **R+ r**;
он имеет вид: $\mathbf{I} = \frac{\varepsilon}{R+r}$

Из этого выражения следует, что ЭДС источника тока равна **ε= I(R+r).**Если раскрыть скобки, получим: **ε = IR+Ir**. Так как **U= IR**, то это значит, что ЭДС равна сумме падений напряжений на внешнем (**IR**) и на внутреннем (**Ir**) участках электрической цепи.

Вопросы для самоконтроля по теории

1. Из каких участков состоит замкнутая электрическая цепь?
2. Из чего складывается ее сопротивление?
3. Что характеризует ЭДС? Чему она равна?
4. Сформулируйте закон Ома для замкнутой цепи.
5. Чем он отличается от закона Ома для участка цепи?

Экспериментальная работа
Задание 1

Определите ЭДС **и внутреннее сопротивление источника тока.** Показания приборов и результаты вычислений занесите в табл. 1.

1. Соберите электрическую цепь по рис. 3, ***а, б.***
2. Определите ЭДС **ε** элемента по показанию вольтметра при отключенной внешней цепи.
3. Включите цепь и измерьте напряжение **U**на внешнем участке.
4. Вычислите внутреннее сопротивление **r** источника тока на основании закона Ома для замкнутой цепи.
5. Вычислите ток короткого замыкания $\mathbf{I}_{кз}$ источника тока, когда сопротивление внешней цепи равно 0.
6. Объясните, в чем заключается опасность короткого замыкания для источника питания.

ε, В	U, В	I, А	r, Ом	$I_{кз}$,А

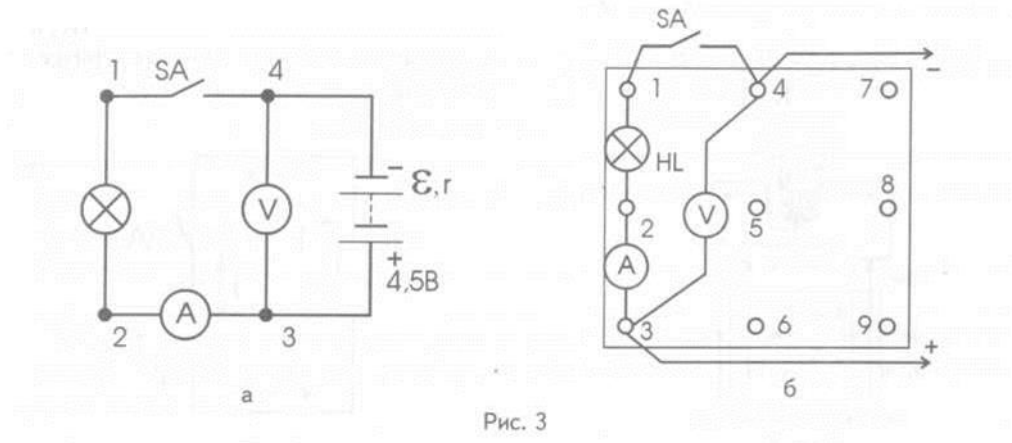


Рис. 3

Задание 2

Определите внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока. Показанияприборов и результаты вычислений занесите в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений					Результаты вычислений		
I_1, А	U в	I_2, А	U_2, В	$\varepsilon_{изм}$В	r, Ом	ε, В	$\varepsilon_{изм}-\varepsilon$, В

1. Соберите электрическую цепь по рис. 4. Она состоит из последовательно соединенных между собой резистора сопротивлением **R**= 10 Ом и внутреннего участка источника тока сопротивление

2. Включите ее и произведите измерения силы тока $\mathbf{I_1}$, и напряжения $\mathbf{U_1}$,на внешнем участке.

3. Включите в цепь вместо резистора 10 Ом резистор сопротивлением 20Ом и произведите измерения $\mathbf{I_2}$ и $\mathbf{U_2}$.

4. Измерьте ЭДС $\varepsilon_{изм}$, присоединиввольтметр к полюсам источника токапри отключенной внешней цепи.

Примечание. При подключении вольтметра к источнику тока при отключенной внешней цепи его показание будет отличаться от ЭДС источника на величину падения напряжения на самом вольтметре: $U_B=IR_B=\frac{\varepsilon}{R_B+r}R_B$, **где R_B- сопротивление вольтметра.**

Разница показаний будет тем меньше, чем $R_B>r$.

м г.

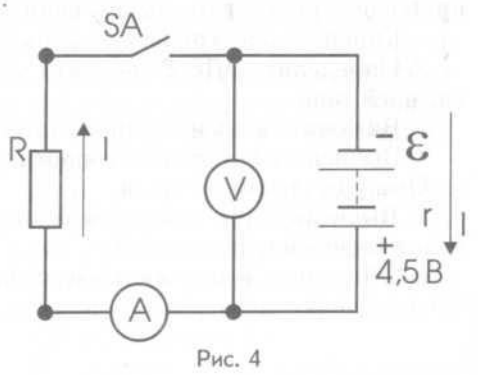


Рис. 4

5. Учитывая, что во время опыта ЭДС исто сопротивление остаются без изменения, использу закона Ома для замкнутой цепи $\varepsilon = U_1 + I_1 r$, $\varepsilon = U_2$ +

6.Найдите разность $\Delta\varepsilon$между измеренным и вы

З а д а н и е 3

Рассчитайте коэффициент полезного действия за

Замкнутая цепь обладает коэффициентом по КПД, обозначают η), показывающим, каку электрического тока $A_п$по перемещению заряда полной работы $A_з$по перемещению этого же за КПД можно вычислить по любой из приведенных ниже формул:

$$\eta = \frac{A_п}{A_з}100\%; \qquad \eta=\frac{R}{R+r}100\%; \qquad \eta=\frac{U}{\varepsilon}100\%.$$

По данным табл. 1 и 2 вычислите КПД электрических цепей, с которыми Вы работали. Они изображены на рис. 3 и 4. Сравните их.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяют на практике ЭДС источника тока?
2. Как ее рассчитывают?
3. Из чего складывается внутреннее сопротивление: а) гальванического элемента? б) сетевого блока питания? в) источника питания, в качестве которого выступает розетка осветительной сети?
4. Как отличаются друг от друга ЭДС и внутреннее сопротивление «свежей» и «севшей» батарей элементов?
5. В чем заключается опасность короткого замыкания для источников питания

Лабораторная работа № 7

«Наблюдение действия магнитного поля на ток»

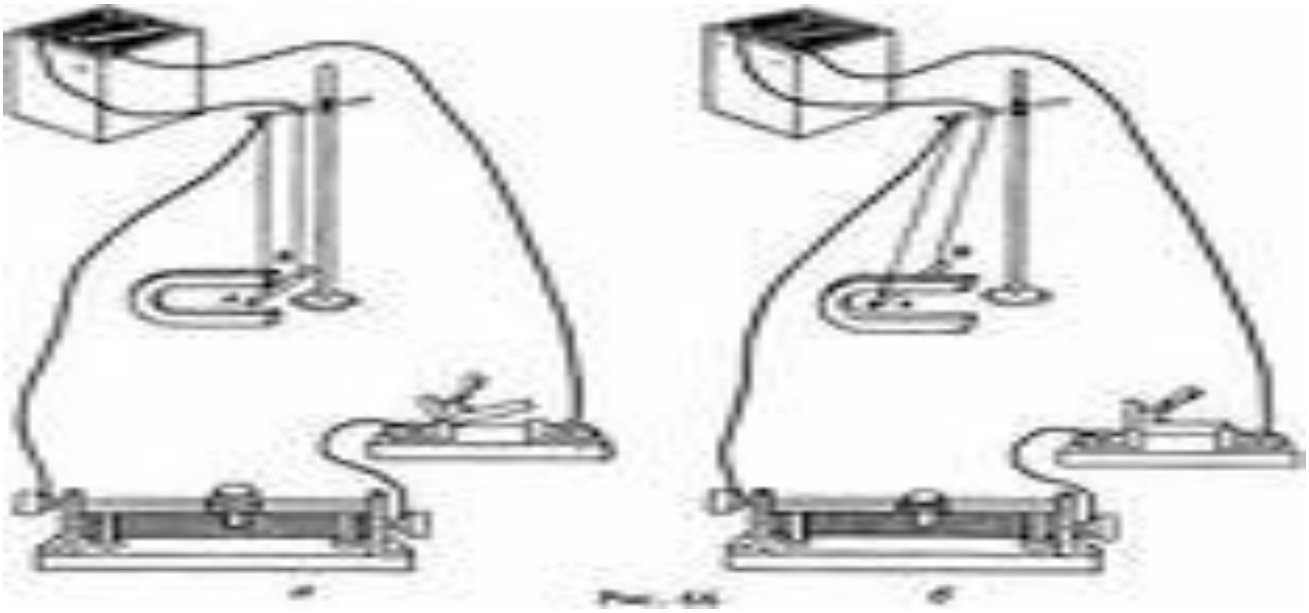
Цель работы: проверить экспериментальным путем воздействия магнита на движение тока Согласно теории близкодействия ток в одном из проводников не может непосредственно действовать на ток в другом проводнике.

Электрический ток в одном из проводников создает вокруг себя магнитное поле, которое действует на ток во втором проводнике. А поле, созданное электрическим током второго проводника, действует на первый.

Поднесем к висящему мотку 1 магнит 2 и, замыкая ключ 3 пронаблюдаем за движением мотка. Мы видим, что моток встал прямо и неподвижно.

Если мы поменяем полярность магнита, то ток и моток поменяют свои направления.

Вывод: экспериментальным путем доказали, что магнитное поле воздействует на ток и определяет его направление.



Лабораторная работа № 8

«Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель работы: экспериментальное изучение явления магнитной индукциии проверка правила Ленца.

Оборудование: Миллиамперметр, источник питания, катушки с сердечниками, дугообразный магнит, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка (компас), реостат.

Теоретическая часть: Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. В нашем случае разумнее было бы менять во времени магнитное поле, так как оно создается движущимися (свободно) магнитом. Согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван. В данном случае это мы можем наблюдать по отклонению стрелки миллиамперметра.

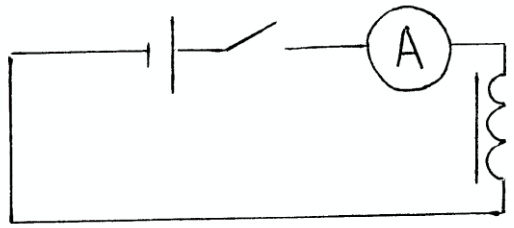


Рис. 1.

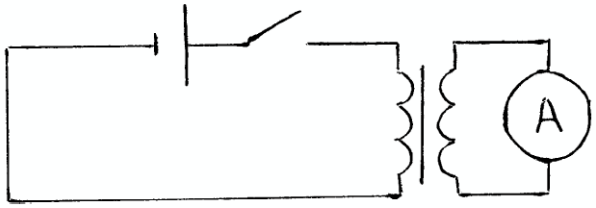


Рис. 2.

Вывод по проделанной работе: 1. Вводя магнит в катушку одним полюсом (северным) и выводя ее, мы наблюдаем, что стрелка амперметра отклоняется в разные стороны. В первом случае число линий магнитной индукции, пронизывающих катушку (магнитный поток), растет, а во втором случае – наоборот. Причем в первом случае линии индукции, созданные магнитным полем индукционного тока, выходят из верхнего конца катушки, так как катушка отталкивает магнит, а во втором случае, наоборот, входят в этот конец. Так как стрелка амперметра отклоняется, то направление индукционного тока меняется. Именно это показывает нам правило Ленца. Вводя магнит в катушку южным полюсом, мы наблюдаем картину, противоположную первой.

2. (Случай с двумя катушками) В случае с двумя катушками при размыкании ключа стрелка амперметра смещается в одну сторону, а при замыкании в другую. Это объясняется тем, что при замыкании ключа, ток в первой катушке создает магнитное поле. Это поле растет, и число линий индукции, пронизывающих вторую катушку, растет. При размыкании число линий падает. Следовательно, по правилу Ленца в первом случае и во втором индукционный ток противодействует тому изменению, которым он вызван. Изменение направления индукционного тока нам показывает тот же амперметр, и это подтверждает правило Ленца.

Лабораторная работа № 9

Тема: «Определение ускорения свободного падения при помощи маятника»

Цель работы:

учебная: определить ускорение свободного падения;

профессиональная: уметь определять вес тела известной массы на данной широте.

должен знать*:* понятия: математический маятник, период колебаний, частота, амплитуда колебаний;

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

Оборудование: нитяной маятник, линейка измерительная, секундомер или часы с секундной стрелкой.

Краткая теория

Закон колебания математического маятника можно записать в виде формулы

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}\,, \qquad (1)$$

где T – период колебаний маятника, l – длина маятника,

g – ускорение свободного падения в данном месте Земли. $\pi = 3{,}14$

Из формулы (1) находим g. Для этого период T возведем в квадрат

$T^2 = 4\pi^2\, l/g$, отсюда $T^2\, g = 4\pi^2\, l$, отсюда

$$\mathbf{g_{ср} = 4\pi^2\, l / T_{ср}^2} \qquad (2)$$

Таким образом, чтобы определить ускорение свободного падения на опыте, надо измерить длину маятника l и определить из опыта период колебания T. Эти значения подставить в формулу (2).

Периодом колебания называется время, за которое маятник делает одно полное колебание.

Формулы (2) и (1) справедливы только при малых амплитудах колебания.

Порядок выполнения работы:

1. Измерьте длину маятника (l) линейкой с точностью до 0,5 мм и переведите результат в метры (но не округляйте).
2. Отклонив немного маятник от положения равновесия, отпустите его и, одновременно заметив по часам этот момент (секундная стрелка должна проходить цифру 12), отсчитав 10 полных колебаний, по часам определите (t) время 10 колебаний в секундах.
3. Разделив время t на 10, определите период

$$T = t/10 \qquad T = t/n \qquad (3)$$

4. Повторите опыт с 20-ю и 30-ю полными колебаниями.
5. Вычислите T среднее по формуле:

$$T_{ср} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \qquad (4)$$

6. Подставьте найденные значения l и Tср в формулу (2) и вычислите $g_{ср.}$
7. Все вычисления округлите до 3-х значных цифр,

например: $\pi^2 = \pi\,\pi$

$\pi^2 = 3{,}14 \times 3{,}14 = 9{,}8596 = 9{,}86$

8. Все измерения и вычисления занесите в отчетную таблицу:

Отчетная таблица

№	n	t,	T,	$T_{ср,}$	l,	$g_{ср,}$	Δg	ε_g

опыта		(с)	(с)	(с)	(м)	(м/с^2)		
1	10							
2	20							
3	30							

9. Сравните полученное среднее значение для $g_{ср,}$ со значением g_0=9,8 м/с^2 и рассчитайте абсолютную погрешность измерения по формуле:

$$\Delta g = / g_{ср} - g_0 / \qquad (5)$$

10. Рассчитайте относительную погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon_g = \Delta g / g_0 \qquad (6)$$

11. Сделайте вывод в конце работы (согласно цели работы), запишите результат измерения в виде :

$$g = g_{ср} \pm \Delta g \qquad (7)$$

12. Ответьте на контрольные вопросы.

Основные правила техники безопасности:

1. Аккуратно обращайтесь со штативом, не допускайте его падения.
2. Не раскачивайте маятник до больших амплитуд.
3. Не покидайте рабочего места без разрешения преподавателя.

Контрольные вопросы:

1. Что такое ускорение свободного падения?
2. От чего зависит ускорение свободного падения?
3. Период колебаний математического маятника (формула, определение).
4. От чего зависит период колебаний математического маятника?
5. В чем измеряется T, l, g?

Лабораторная работа № 10

«Измерение показателя преломления света»

Учебная *:* определить показатель преломления стекла;

Профессиональная *:* узнать, как можно определить показатель преломления насыщенного раствора соли.

Должен знать*:* закон преломления света, понятия: абсолютный и относительный показатели преломления, скорость света в средах и вакууме; физический смысл абсолютного показателя преломления;

уметь: пользоваться транспортиром, строить углы падения и преломления, рассчитывать погрешность;

Оборудование: стеклянная пластина с плоскими гранями, цветные карандаши, транспортир.

Краткая теория

На границе двух сред свет меняет направление своего распространения. Часть световой энергии возвращается в первую среду, т.е. происходит отражение света. Если вторая среда прозрачна, то свет частично может пройти через границу сред, также меняя при этом, как правило, направление распространения. Это явление называется преломлением света. Преломление света при переходе из одной среды в другую вызвано различием в скоростях распространения света в той и другой среде.

Падающий луч, луч преломлённый и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости. **Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.**

$$\boxed{n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$$ - закон преломления света.

Постоянная величина входящая в закон преломления света, называется относительным показателем преломления. Относительный показатель преломления двух сред равен отношению скоростей света в этих средах.

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

где $\sin\alpha$ – угол падения на грань пластины из воздуха в стекло,

β – угол преломления светового пучка в стекле.

Т.к. $\sin\alpha = \frac{AE}{AB}$, $\sin\beta = \frac{CD}{BC}$ и $AB = BC$ (как радиусы), то формула примет вид:

$$n_{пр} = \frac{AE}{DC} \qquad (1).$$

Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле:

$$\Delta n = n_{пр} \cdot \varepsilon,$$

где ε – относительная погрешность измерения показателя преломления

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

Примерный ход работы:

Измерено:		Вычислено:				
AE, мм	*DC*, мм	$n_{пр}$	*ΔAE*, мм	*ΔDC*, мм	*ε*, %	*Δ n*
34	22	1,5	2	2	15	0,23
22	14	1,55			23	0,3

Вычисления:

$n_{ПР1} = AE_1 / DC_1$=34мм / 22мм = 1,5.

$n_{ПР2} = AE_2 / DC_2$=22мм / 14мм ≈ 1,55.

$\Delta AE = \Delta DC = \Delta AE_{ИНСТ} + \Delta AE_{ОТС}$ = 1мм + 1мм = 2мм.

Относительная погрешность измерения показателя преломления:

$\varepsilon_1 = \Delta AE_1 / AE_1 + \Delta DC_1 / DC_1$ = 2мм / 34мм + 2мм /22мм ≈ 0,15.

$\varepsilon_2 = \Delta AE_2 / AE_2 + \Delta DC_2 / DC_2$ = 2мм / 22мм + 2мм /14мм ≈ 0,23.

Максимальная абсолютная погрешность:

$\Delta n_1 = n_{ПР1}\, \varepsilon_1 = 1{,}5 \cdot 0{,}15 \approx 0{,}23.$

$\Delta n_2 = n_{ПР2}\, \varepsilon_2 = 1{,}55 \cdot 0{,}23 \approx 0{,}4.$

Окончательный результат:

$$1{,}5 - 0{,}23 \le n_1 \le 1{,}5 + 0{,}23,$$
$$1{,}55 - 0{,}4 \le n_2 \le 1{,}55 + 0{,}44.$$

Вывод по проделанной работе:

Экспериментально определив показатель преломления стекла, мы доказали, что эта величина постоянна для двух сред, не зависящая от угла падения.

Порядок выполнения работы:

1. Проведите в тетради две линии цветными карандашами на расстоянии 1,5 клетки.
2. Положите пластинку на тетрадь поперек прочерченных линий.
3. Поднимите тетрадь на уровень глаз.
4. Глядя через стекло поверните пластинку так, чтобы красная линия, проведенная перед пластинкой, совпала с синей линией за пластинкой.
5. Обведите стеклянную пластинку, не сдвигая ее.
6. Начертите ход падающего и преломленного лучей.
7. Измерьте угол падения и угол преломления.
8. Определите показатель преломления стекла, используя закон преломления. $\boxed{n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$

   $n_1 = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1} \quad n_2 = \frac{\sin\alpha_2}{\sin\beta_2}$
9. Повторите опыт, проведя две линии разного цвета на расстоянии 5мм. (1 клетка тетрадного листа).
10. Результаты измерений занесите в таблицу.

Отчетная таблица

№	α	β	$\sin\alpha$	$\sin\beta$	n	ncp	Δ n	Δ ncp	δ
I									
II									

1. Вычислите ***ncp***: $n_{ср} = \frac{n_1 + n_2}{2}$.
2. Рассчитайте погрешности:

$\left.\begin{aligned}\Delta n_1 &= \left|n_1 - n_{ср}\right| \\ \Delta n_2 &= \left|n_2 - n_{ср}\right|\end{aligned}\right\}$ - абсолютная погрешность

$\boxed{\Delta n_{ср} = \frac{\Delta n_1 + n_2}{2}}$ $\boxed{\delta = \frac{\Delta n_{ср}}{n_{ср}}}$ - относительная погрешность.

3. Сравните полученный результат с табличными данными и сделайте вывод.
4. Запишите полученный показатель преломления в следующем виде: $n = n_{ср} \pm \Delta n_{ср}$.

На границе двух сред свет меняет направление своего распространения. Часть световой энергии возвращается в первую среду, т.е. происходит отражение света. Если вторая среда прозрачна, то свет частично может пройти через границу сред, также меняя при этом, как правило, направление распространения. Это явление называется преломлением света. Преломление света при переходе из одной среды в другую вызвано различием в скоростях распространения света в той и другой среде.

Падающий луч, луч преломлённый и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости. **Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.**

$\boxed{n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$ - закон преломления света.

Постоянная величина входящая в закон преломления света, называется относительным показателем преломления. Относительный показатель преломления двух сред равен отношению скоростей света в этих средах.

5. Вычислите ***nср***: $n_{ср} = \frac{n_1 + n_2}{2}$.
6. Рассчитайте погрешности:

$\left.\begin{array}{l} \Delta n_1 = \left| n_1 - n_{ср} \right| \\ \Delta n_2 = \left| n_2 - n_{ср} \right| \end{array}\right\}$ - абсолютная погрешность

$\boxed{\Delta n_{ср} = \frac{\Delta n_1 + n_2}{2}}$ $\boxed{\delta = \frac{\Delta n_{ср}}{n_{ср}}}$ - относительная погрешность.

7. Сравните полученный результат с табличными данными и сделайте вывод.
8. Запишите полученный показатель преломления в следующем виде: $n = n_{ср} \pm \Delta n_{ср}$.

Основные правила техники безопасности:

1. Аккуратно обращайтесь со стеклянной пластинкой, не допускайте ее падения.
2. При получении травмы сообщите об этом преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. В чем состоит физический смысл показателя преломления?
2. Какая среда называется оптически более плотной, чем данная?
3. В каких случаях угол падения равен углу преломления?
4. Найдите угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на десять градусов?

Лабораторная работа № 11

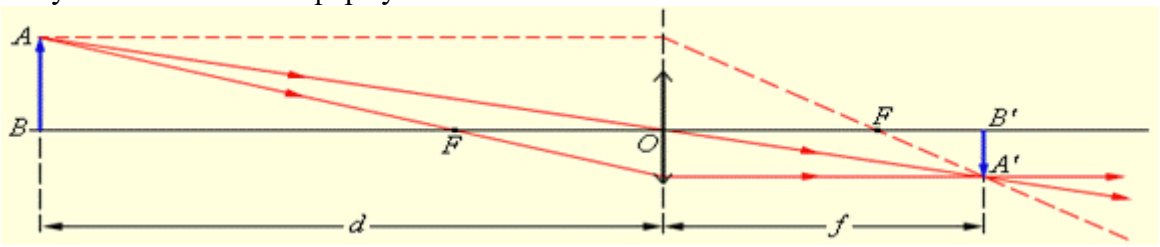
«Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы»

Цель : получить формулу тонкой линзы и формулу для вычисления увеличения, которое дает линза; закрепить материал с помощью выполнения лабораторной работы.

Знать уметь: Построить изображение с помощью собирающей линзы**,** когда предмет расположен: 1) между фокусом и вторым фокусом, 2) перед фокусом, 3) на двойном фокусном расстоянии.

Краткая теория:

Три величины: d – расстояние от линзы до предмета, f – расстояние от линзы до изображения, F – фокусное расстояние; можно объединить одной формулой , которая получила название – «формула тонкой линзы» С



Получим формулу, используя рисунок. Так как Δ АОВ подобен Δ А1В1О , то справедливо равенство: QUOTE $\frac{BO}{OB^1}$ $\frac{BO}{OB^1}$ = QUOTE $\frac{AB}{A^1B^1}$ $\frac{AB}{A^1B^1}$; Так как Δ СОF подобен Δ FA_1B_1 ; то справедливо равенство QUOTE $\frac{CO}{A^1B^1} = \frac{OF}{FB^1}$ $\frac{CO}{A^1B^1} = \frac{OF}{FB^1}$

Из чертежа видно, АВ = СО, значит QUOTE $\frac{AB}{A^1B^1} = \frac{OF}{FB^1}$ $\frac{AB}{A^1B^1} = \frac{OF}{FB^1}$; или QUOTE $\frac{BO}{OB^1} = \frac{OF}{FB^1}$ $\frac{BO}{OB^1} = \frac{OF}{FB^1}$; Отсюда запишем: QUOTE $\frac{d}{f}$ $\frac{d}{f}$ = QUOTE $\frac{F}{f-F}$ $\frac{F}{f-F}$; Выполнив, преобразования получаем: fF+Fd+fd; Поделим все члены равенства, на произведение fdF будем иметь**: QUOTE** $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ **или D= QUOTE** $\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ $\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ - формула тонкой линзы.

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d},$$

Увеличение линзы:

h – высота предмета АВ; Н – высота изображения A_1B_1

Линзы широко применяются, так как это часть перископа, телескопа, фотоаппарата, микроскопа.

Хрусталик нашего глаза тоже – линза.

Ход работы:

1. Записать цель работы.
2. Записать оборудование.
3. Собрать электрическую цепь, для чего подключить лампочку к источнику тока через реостат.
4. Правильно (по рисунку) разместить оборудование на столе.
5. Измерить тщательно расстояния d и f. При d=const повторить измерения несколько раз.
6. Занести результаты в таблицу:

№№	fx10-3м	fcpx10-3м	dx10-3м	Dcp, дптр	Fcp,м
1					
2					
3					

7.Вычисления произвести по формуле тонкой линзы
8. Вычислить погрешности.
9. Записать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Какие виды линз существуют?
2. Почему линзу назвали тонкой?
3. Найдите угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на десять градусов?

Лабораторная работа №12

Наблюдение явлений интерференции и дифракции света

Цель урока:

- обобщить знания по теме “Интерференция и дифракция света”;
- продолжить формирование экспериментальных умений и навыков учащихся;
- применить теоретические знания для объяснения явлений природы;
- способствовать формированию интереса к физике и процессу научного познания;
- способствовать расширению кругозора учащихся, развитию умения делать выводы по результатам эксперимента.

Оборудование:

- лампа с прямой нитью накала (одна на класс);
- кольцо проволочное с ручкой (работы №1,2);
- стакан с мыльным раствором (работы №1,2);
- пластинки стеклянные (40 х 60мм) по 2 штуки на один комплект (работа№3) (самодельное оборудование);
- штангенциркуль (работа №4);
- ткань капроновая (100 х 100мм, самодельное оборудование, работа №5);
- грампластинки (4 и 8 штрихов на 1мм, работа №6);
- компакт-диски (работа №6);
- фотографии насекомых и птиц (работа №7).

Ход работы

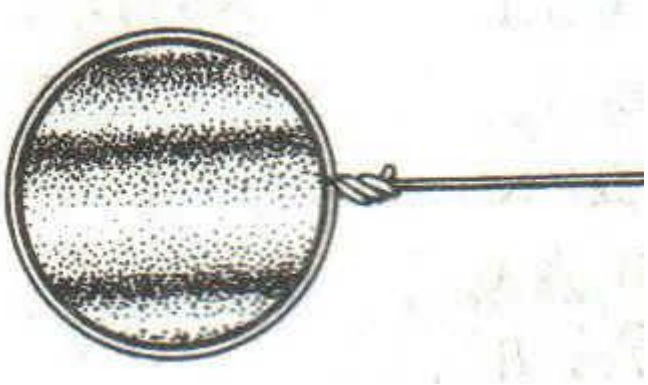
Экспериментальная работа №1

“Наблюдение явления интерференции света на мыльной пленке”.

Оборудование: стаканы с раствором мыла, кольца проволочные с ручкой диаметром 30 мм. (*см. рисунок 3*)

Учащиеся наблюдают интерференцию в затемненном классе на плоской мыльной пленке при монохроматическом освещении.

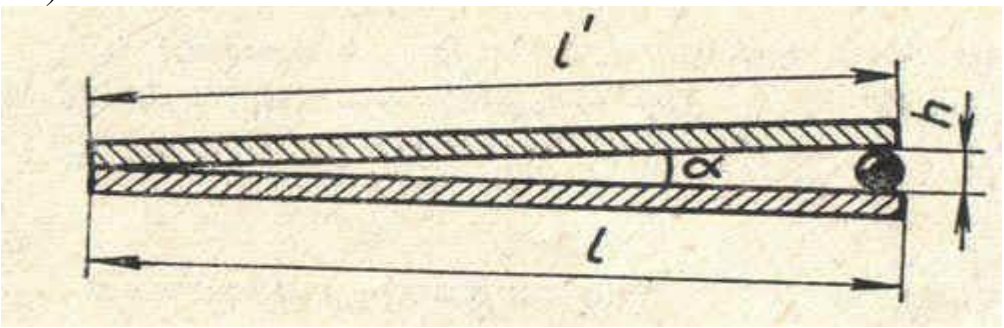
На проволочном кольце получаем мыльную плёнку и располагаем её вертикально. Наблюдаем светлые и тёмные горизонтальные полосы, изменяющиеся по ширине по мере изменения толщины плёнки (*см. рисунок 4*).



Объяснение. Появление светлых и темных полос объясняется интерференцией световых волн, отраженных от поверхности пленки. треугольник d = 2h
Разность хода световых волн равна удвоенной толщине плёнки.
При вертикальном расположении пленка имеет клинообразную форму. Разность хода световых волн в верхней её части будет меньше, чем в нижней. В тех местах пленки, где разность хода равна четному числу полуволн, наблюдаются светлые полосы. А при нечетном числе полуволн – светлые полосы. Горизонтальное расположение полос объясняется горизонтальным расположением линий равной толщины пленки [9].
4. Освещаем мыльную пленку белым светом (от лампы).
5. Наблюдаем окрашенность светлых полос в спектральные цвета: вверху – синий, внизу – красный.
Объяснение. Такое окрашивание объясняется зависимостью положения светлых полос о длины волн падающего цвета.
6.Наблюдаем также, что полосы, расширяясь и сохраняя свою форму, перемещаются вниз.
Объяснение. Это объясняется уменьшением толщины пленки, так как мыльный раствор стекает вниз под действием силы тяжести.
Экспериментальная работа №2
“Наблюдение интерференции света на мыльном пузыре”.
1. Учащиеся выдувают мыльные пузыри *(См. рисунок 5).*

2. Наблюдаем на верхней и нижней его части образование интерференционных колец, окрашенных в спектральные цвета. Верхний край каждого светлого кольца имеет синий цвет, нижний – красный. По мере уменьшения толщины пленки кольца, также расширяясь, медленно перемещаются вниз. Их кольцеобразную форму объясняют кольцеобразной формой линий равной толщины [9].
Экспериментальная работа № 3.
“Наблюдение интерференции света на воздушной пленке”
Чистые стеклянные пластинки учащиеся складывают вместе и сжимают пальцами (см. рисунок №6).

Пластинки рассматривают в отраженном свете на темном фоне.
Наблюдаем в некоторых местах яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы.
Измените нажим и пронаблюдайте изменение расположения и формы полос.
Учитель: Наблюдения в этой работе носят индивидуальный характер. Зарисуйте наблюдаемую вами интерференционную картину.
Объяснение: *Поверхности пластинок не могут быть совершенно ровными, поэтому соприкасаются они только в нескольких местах. Вокруг этих мест образуются тончайшие воздушные клинья различной формы, дающие картину интерференции. (рисунок№ 7).*



В проходящем свете условие максимума 2h=kl
Учитель: *Явление интерференции и поляризации в строительной и машиностроительной технике используют для изучения напряжений, возникающих в отдельных узлах сооружений и машин. Метод исследования называют фотоупругим. Например, при*

деформации модели детали однородность органического стекла нарушается [7] .Характер интерференционной картины отражает внутренние напряжения в детали (рисунок№ 8).
Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий.
Условие проявления дифракции: $d < \lambda$, где d – размер препятствия, λ- длина волны.
Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны.
Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.
Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света [8]. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток d (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучек света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. *В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки*.

Экспериментальная работа № 4.
“Наблюдение дифракции света на узкой щели”
Оборудование:

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

Экспериментальная работа № 5.
“Наблюдение дифракции света на капроновой ткани”.
Оборудование: лампа с прямой нитью накала, ткань капроновая размером 100х100мм (рисунок 10)

1. Смотрим через капроновую ткань на нить горящей лампы.
2. Наблюдаем “дифракционный крест” (картина в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос) . [9]
3. Ученики зарисовывают в тетрадь увиденную картину (дифракционный крест).

Объяснение: В центре краста виден дифракционный максимум белого цвета. При k=0 разность хода волн равна нулю, поэтому центральный максимум получается белого цвета. Крест получается потому, что нити ткани представляют собой две сложенные вместе дифракционные решетки со взаимно перпендикулярными щелями. Появление спектральных цветов объясняется тем, что белый свет состоит из волн различной длины. Дифракционный максимум света для различных волн получается в различных местах. [9]
Экспериментальная работа № 6.
“Наблюдение дифракции света на грампластинке и лазерном диске”.
Оборудование: лампа с прямой нитью накала, грампластинка (см. рисунок 11)

Грампластинка является хорошей дифракционной решеткой.

1. Располагаем грампластинку так, чтобы бороздки расположились параллельно нити лампы и наблюдаем дифракцию в отраженном свете.
2. Наблюдаем яркие дифракционные спектры нескольких порядков.

Объяснение: Яркость дифракционных спектров зависит от частоты нанесенных на грампластинку бороздок и от величины угла падения лучей. (см. рисунок 12)

Почти параллельные лучи, падающие от нити лампы, отражаются от соседних выпуклостей между бороздками в точках А и В. Лучи, отраженные под углом равным углу падения, образуют изображение нити лампы в виде белой линии. Лучи, отраженные под иными углами имеют некоторую разность хода, вследствие чего происходит сложение волн.

Аналогичным образом пронаблюдаем дифракцию на лазерном диске. (см. рисунок 13)

Поверхность компакт-диска представляет собой спиральную дорожку с шагом соизмеримым с длиной волны видимого света.На мелкоструктурной поверхности проявляются дифракционные и интерференционные явления. Блики компакт- дисков имеют радужную окраску.

Экспериментальная работа № 7.

“Наблюдение дифракционной окраски насекомых по фотографиям”.

Объяснение : Внешняя поверхность оперения у многих птиц и верхний покров тела бабочек и жуков характеризуются регулярным повторением элементов структуры с преиодом от одного до нескольких микрон, образующих дифракционную решетку [1] . Например, структуру центральных глазков хвостового оперения павлина можно увидеть на рисунке № 14. Цвет глазков меняется в зависимаости от того, как падает на них свет, под каким углом мы на них смотрим. [1]

Контрольные вопросы (каждый ученик получает карточку с заданием – ответить письменно на вопросы**):**

1. Что такое свет?
2. Кем было доказано, что свет – это электромагнитная волна?
3. Какова скорость света в вакууме?
4. Кто открыл интерференцию света?
5. Чем объясняется радужная окраска тонких интерференционных пленок?
6. Могут ли интерферировать световые волны идущие от двух электрических ламп накаливания? Почему?
7. Почему толстый слой нефти не имеет радужной окраски?
8. Зависит ли положение главных дифракционных максимумов от числа щелей решетки?
9. Почему видимая радужная окраска мыльной пленки все время меняется

Лабораторная работа №13

Тема: «Измерение длины световой волны»

Цель работы: С помощью дифракционной решетки определить длины световых волн.

Приборы и материалы: дифракционная решетка с периодом $\frac{1}{100}$ мм или $\frac{1}{200}$ *мм*, измерительная установка, состоящая из: держателя, линейки, черного экрана с узкой щелью по середине, штатив.

В работе для определения длины световой волны используется дифракционная решетка с периодом $\frac{1}{100}$ мм или $\frac{1}{200}$ мм (период указан на решетке). Она является основной частью измерительной установки, показанной на рисунке 194. Решетка 1 устанавливается в держателе 2, который прикреплен к концу линейки *3*. На линейке 3 располагается черный экран *4* с узкой вертикальной щелью 5 посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе *6*.

Если смотреть сквозь решетку и прорезь на источник света (лампу накаливания или свечу), то на черном фоне

экрана можно наблюдать по обе стороны от щели дифракционные спектры 1-го, 2-го и т. д. порядков. Длина волны λ, определяется по формуле, $\lambda=\frac{d\sin\varphi}{k}$, где d - период решетки, k – порядок спектра, φ – угол, под которым наблюдается максимум света соответствующего цвета.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-гопорядков, не превышают 5°, можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. Из рисунка 195 видно, что $\text{tg}\,\varphi = \frac{b}{a}$.

Расстояние, *a* отсчитывают по линейке от решетки до экрана, расстояние b — по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра.

Окончательная формула для определения длины волны имеет вид: $\lambda=\frac{db}{ka}$.

В этой работе погрешность измерений длин волн не оценивается из-за некоторой неопределенности выбора середины части спектра данного цвета.

Подготовка к проведению работы

1. Подготовить бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений.
2. Собрать измерительную установку, установить экран на расстоянии 50 см от решетки.
3. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установить ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.

Проведение эксперимента, обработка результатов измерений

1. Смотря сквозь дифракционную решетку, направьте прибор на источник света так, чтобы последний был виден сквозь узкую прицельную щель экрана. При этом по обе стороны экрана на черном фоне заметны дифракционные спектры нескольких порядков.
2. По шкале на экране определите красную и фиолетовую границы спектров 1-го и 2-го порядков.
3. По делениям, нанесенным на линейке, определите расстояние от дифракционной решётки до шкалы подвижного экрана.
4. Результаты измерений занесите в таблицу.

Порядок спектра	Период решетки,	Расстояние от решетки	Граница спектров, b (м)	Длина световой волны (м)

k	d(м)	до экрана, *a* (м)	К		Ф		К	Ф	
			Ф	З	К	Ф	З	К	
1									
2									

5. Определите длину световой волны для красных, зеленых и фиолетовых лучей по уравнению, приведенному выше.
6. Измерьте длину световой волны с помощью отражающей дифракционной решетки.
7. Сравните результаты и сделайте вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14
НАБЛЮДЕНИЕ БРУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Цель: осуществить наблюдение броуновское движение с помощью школьного микроскопа.

Оборудование:

1. Школьный микроскоп.
2. Окуляр 15х.
3. Объектив 40х.
4. Акварельные краски (тушь) , 1-2 см3 молока.
5. Предметные и покровные стекла (5-6 шт.).
6. Два сосуда с водой разной температуры.

Теория.

Броуновское движение - это беспорядочное движение малых (размерами в несколько мкм и менее) частиц, взвешенных в жидкости или газе , ,происходящее под действием толчков со стороны молекул окружающей среды. Открыто оно р.Броуном в 1827 году. Видимые только под микроскопом взвешенные частицы движутся независимо друг от друга и описывают сложные зигзагообразные траектории. Броуновское движение не ослабевает со временем и не зависит от химических свойств среды, его интенсивность увеличивается с ростом температуры среды и с уменьшением её вязкости и размеров частиц.

Последовательно объяснение броуновского движения было дано А. Эйнштейном и М.Смолуховским в 1905-1906 годах на основе молекулярно-кинетической теорий. Согласно этой теории, молекулы жидкости или газа находятся в постоянном тепловом движении, причём импульсы различных молекул неодинаковы по величине и направлению. Если поверхность частицы, помещённой в такую среду, мала, как это имеет место для броуновской частицы, то удары, испытываемые частицей со стороны окружающих её молекул, не будут точно компенсироваться. Поэтому в результате»бомбардировки» молекулами жидкости или газа броуновская частицы приходит в беспорядочное движение, меняя величину и направление своей скорости примерно 10^{14}раз в секунду. Характер движения частиц при броуновском движении можно посмотреть на рис.1.

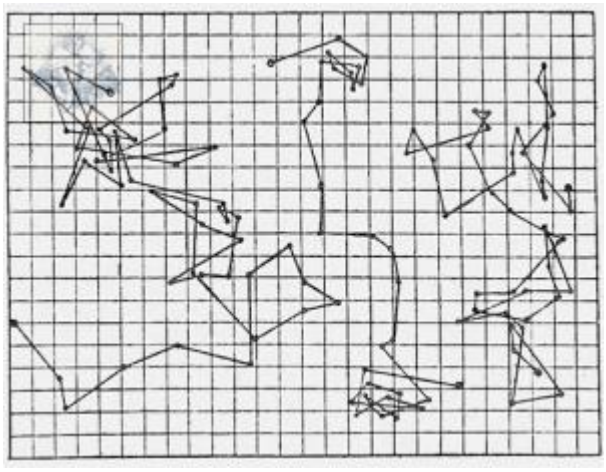


Рис.1

Броуновское движение наблюдается в более сложных формах в технике. Это - тепловые шумы в радиосхемах, вибрации легких деталей в измерительных приборах и т.п.

Осуществить наблюдение броуновского движения можно с помощью школьного микроскопа. Внешний вид микроскопа показан на рис.2

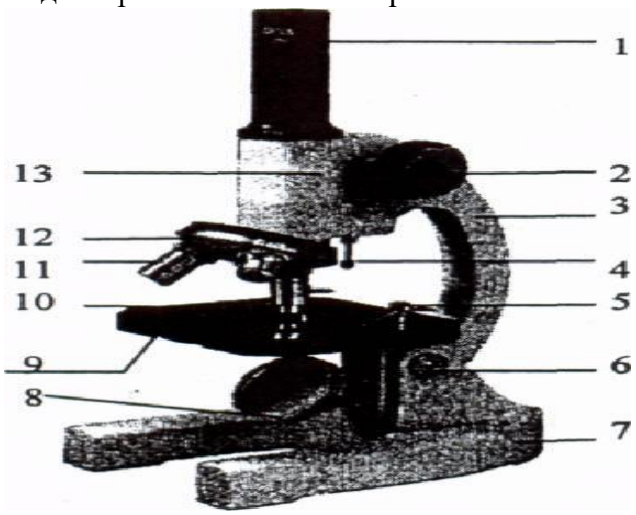


Рис.2

Он состоит из: окуляра-1, винта настройки-2, кронштейна-3, упорного винта-4, пружинного держателя-5, шарнира-6, основания-7, осветительного устройства-8, дисковой диафрагмы-9, предметного столика, микрообъектива-11, револьверной головки объективов-12, тубусодержателя-13.

Для работы установите"микроскоп на стол предметным столиком от себя. Для удобства наблюдения тубусодержатель можно наклонить. Установите предметное стекло с препаратами на предметный столик, прижав его пружинными держателями. Глядя в окуляр, при помощи винтов настройки медленно поднимайте или опускайте тубус микроскопа до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение препарата. При фокусировке можно осторожно передвигать препарат, т.к., подвижное изображение гораздо легче заметить, чем неподвижное. Найдя изображение, еще более медленным вращением винтов добейтесь наиболее резкого изображения. Качество изображения в микроскопе в значительной степени зависит от освещения, поэтому настройка освещения является важной подготовительной операцией. Свет от источника (окно, лампа) должен с помощью зеркала направляться через диафрагму предметного столика на препарат. Предметный столик снабжен диском, поворотом которого можно менять диаметр отверстия диафрагмы. Наблюдая в окуляр, поворачивайте

зеркало до тех пор, пока все поле зрения не окажется равномерно освещенным. Фокусировка может считаться законченной, когда будут максимально устранены недостатки изображения в виде полос, пятен, бликов. Ведя наблюдение, не закрывайте свободный глаз для предупреждения его утомления.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить микроскоп для работы.
2. На предметное стекло нанести кисточкой 1-2 капли воды.
3. Коснутся несколько раз той же кисточкой поверхности краски (туши) и снова ввести кисточку в приготовленные капли.
4. Каплю окрашенной жидкости кисточкой перенести на другое предметное стекло и закрыть покровным стеклом.
5. Приготовленный препарат положить на предметный столик микроскопа. Зеркало микроскопа направить на источник света, чтобы получить хорошее освещение препарата.
6. Опустить объектив кремальерным винтом на расстояние ~ 0,5 покровного стекла.
7. Наблюдая в микроскоп, сфокусировать изображение микрометрическим винтом.
8. Сосредоточить внимание на какой-нибудь одной из наиболее легких броуновских частиц и, пронаблюдать за ее положением, сделать вывод о характере движения частицы.
9. Опыт повторить с водой более высокой температуры и с раствором молока. Сделать вывод.
10. Выполнить схематический чертёж наблюдаемого явления.

Контрольные вопросы

Вариант1

1. Что называют броуновским движением? Как объяснить это явление?
2. Почему, чем больше размер частиц, тем менее заметно их броуновское движение?
3. Почему с повышением температуры интенсивность броуновского возрастает?
4. Будет ли наблюдаться броуновское движение при температуре t=-273 С?
5. Можно ли наблюдать броуновское движение в условиях невесомости?

Вариант 2

1. Назовите причину возникновения броуновского движения
2. Одинакова ли интенсивность движения броуновских частиц одного размера, находящихся в жидкостях одной температуры, но разной плотности?
3. Какое положение МКТ доказывают броуновское движение?
4. Чем отличается броуновское движение от диффузии?
5. Чем похоже броуновское движение с диффузией?

Рекомендуемая литература

1. Кикоин А.К, Кикоин И.К. Физика: учебник для 10 класса для школ с углубленным изучение физики. – М.: Просвещение, 1998. (Стр.28-41)
2. Омельченко В.П., Антоненко Г.В. Физика.- Р., 2005. (Стр. 94-105)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ ГИГРОМЕТРА И ПСИХРОМЕТРА

Цель:

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия конденсационного гигрометра.
2. Научиться измерять и вычислять влажность воздуха.
3. Научиться пользоваться психрометрическими таблицами (Сборник вопросов и задач по физике [4] табл.8, 20).

Оборудование:

1. Конденсационный гигрометр (рис.1).

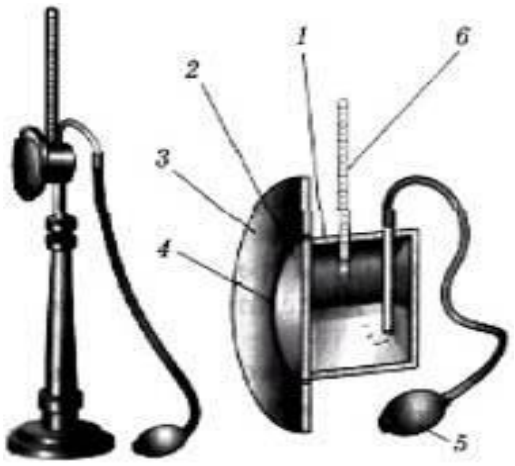
2. Термометр.
3. Эфир.
4. Психрометры (рис.2)

Теория

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность (ρ_a) определяется массой водяного пара, содержащегося в 1 $м^3$ воздуха, т.е. плотностью водяного пара. Абсолютную влажность можно определить по температуре *точки росы* – температуре, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным. Температуру точки росы определяют с помощью гигрометра, а затем по таблице "Давление насыщающих паров и их плотность при различных температурах" находят соответствующую температуре точки росы плотность. Найденная плотность и есть абсолютная влажность окружающего воздуха. Относительная влажность В показывает, сколько процентов составляет абсолютная влажность ρ_a от плотности $\rho_н$ водяного пара, насыщающего воздух при данной температуре:

$$B = \rho_a \cdot 100\% / \rho_н \qquad (1)$$

Для определения относительной влажности используют гигрометр и психрометр. Гигрометры (от греч. hygros—влажный и metron—мера), приборы для определения влажности воздуха. Существует три основных типа гигрометра.: одни показывают абсолютную влажность, другие — относительную, третьи—точку росы. Гигрометры, определяющие влажность воздуха по точке росы, носят название конденсационных гигрометров. Из конденсационных гигрометров, наиболее простое устройство имеет зеркальный гигрометр Ламбрехта (см. рисунок 1).



Он состоит из металлической камеры 1, передняя часть 2 которой гладко отполирована; внутри камеры налит серный эфир и вставлен термометр 6 для измерения температуры эфира. В камеру входят две трубки, по которым посредством каучукового баллона 5 продувают через эфир воздух; при этом эфир испаряется, и вследствие этого температура воздуха в камере постепенно понижается. При опускании температуры до точки росы зеркальная наружняя поверхность 2 гигрометра покрывается мельчайшими капельками воды (запотевает) – «выпадает роса». При этом часть корпуса гигрометра 3 (внешнее кольцо) имеет комнатную температуру и остается сухой (для сравнения). Чем меньше влажность, тем ниже точка росы. Давление насыщенных паров при точке росы, определяемое по таблице 8 в сборнике вопросов и задач по физике [4]). Относительная влажность может быть определена по формуле (1).

Для определения относительной влажности особенно часто пользуются гигрометр, носящии название психрометр. Рассмотрим устройства психрометра Августа (см. рис. 2).

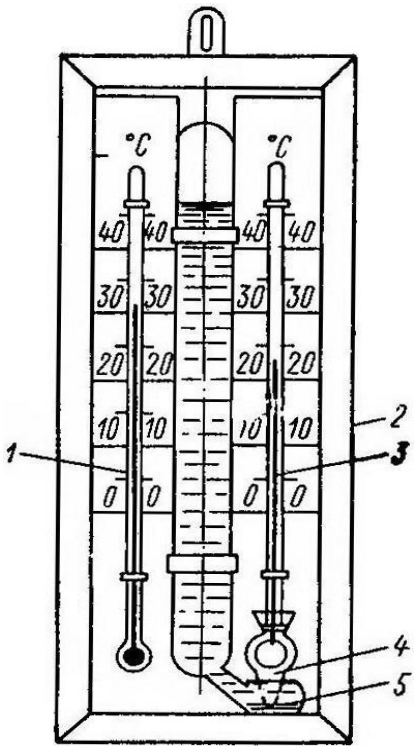


Рис.2

Он состоит: сухого термометра-1, панели-2, влажного термометра-3, чехла -4, сосуда с водой-5.

Психрометр Августа имеет два термометра: "сухой" и "влажный". Они так называются потому, что конец одного из термометров находится в воздухе, а конец второго обвязан кусочком марли, погруженным в воду. Испарение воды с поверхности влажного термометра приводит к понижению его температуры. Второй же, сухой термометр, показывает обычную температуру воздуха. Определение влажности основано на сравнении показаний сухого t_1 и смоченного t_2 термометров. Так как с поверхности резервуара смоченного термометра происходит испарение воды, то его температура будет ниже, чем сухого. Причем разность между показаниями термометров будет тем больше, чем меньше влажность воздуха, так как при малой влажности испарение происходит более интенсивно и показания влажного термометра будут меньшими. Понижение температуры смоченного термометра продолжается до тех пор, пока не наступит равновесие, при котором на испарение будет уходить столько тепла, сколько будет приходить из окружающей среды.

Порядок выполнения работы

Опыт 1

Работа с гигрометром.

1. Измерить температуру окружающего воздуха $t_{комн}$
2. Наполнить камеру гигрометра летучей жидкостью (эфир 3-4 см^3)
3. Установить термометр в камеру гигрометра (рис.1). При помощи груши продувать воздух через эфир и внимательно следить за полированной поверхностью стенки камеры 1, сравнивая ее с поверхностью кольца 2 (рис.1). Заметив появление росы (начало запотевания), записать температуру точки росы $t_{росы}$
4. Опыт повторить 1-2 раза.
5. Определить температуру точки росы как среднее арифметическое измеренных температур.
6. По таблице (см. таблицу 1) определить плотность пара соответственно при температуре точки росы и комнатной. $\rho_н$ –плотность пара при точке росы, $\rho_а$ – плотность пара при комнатной температуре.
7. Вычислить относительную влажность B_1 по формуле:

$$B_1 = \rho_н (t_{росы}) \bullet * 100\% / \rho_н (t_{комн})$$

Опыт2

Работа с психрометром.

1. Проверить наличие воды в стаканчике психрометра и при необходимости долить ее.
2. Определить температуру сухого термометра $t_{сух}$
3. Определить температуру влажного термометра $t_{вл}$
4. Определить разность показаний термометров: $\Delta t = t_{сух} - t_{вл}$, °С.Пользуясь психрометрической таблицей (см. таблицу 2), определить относительную влажность B_2.
5. Результаты измерений и вычислений записать в отчет по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

Вариант 1.

1. Почему при продувании воздуха через эфир на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
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. При какой температуре выпадет роса, если абсолютная влажность воздуха $7{,}3*10^{-3}$ кг/м^3?
5. При понижении температуры от 27 до 10 градусов из каждого кубического метра воздуха выделилось 8 г воды. Какова была относительная влажность воздуха при 27 градусах?

Вариант 2.

1. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометров наибольшая?
2. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
3. Почему перед дождём ласточки летают низко?
4. Относительная влажность воздуха 73% .Что показывает сухой и влажный термометры психрометра, если разность их показаний равна 4 градусам?
5. В сводке погоды днём сообщалось, что температура воздуха составляет 25 градусов, относительная влажность – 75% . Выпадет ли ночью роса, если температура понизится до 17 градусов?

Рекомендуемая литература

1. Кикоин А.К, Кикоин И.К. Физика: учебник для 10 класса для школ с углубленным изучение физики. – М.: Просвещение, 1998. (Стр.64-75)
2. Омельченко В.П., Антоненко Г.В. Физика.- Р., 2005. (Стр. 113-115)

Таблица1. Давление насыщенных паров воды, мм рт. ст.

Таблица 1 С°	Десятые доли градусов									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	6.54	6.59	6.64	6.68	6.73	6.78	6.82	6.87	6.92	6.97
6	7.01	7.06	7.11	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.46
7	7.51	7.57	7.62	7.67	7.72	7.78	7.83	7.88	7.94	7.99
8	8.05	8.10	8.16	8.21	8.27	8.32	8.38	8.44	8.50	8.55
9	8.61	8.67	8.73	8.79	8.85	8.91	8.97	9.03	9.09	9.15
10	9.21	9.27	9.33	9.40	9.46	9.52	9.59	9.65	9.72	9.78

11	9.85	9.91	9.98	10.04	10.11	10.18	10.25	10.31	10.38	10.45
12	10.52	10.59	10.66	10.73	10.80	10.87	10.94	11.02	11.09	11.16
13	11.23	11.31	11.38	11.46	11.53	11.61	11.68	11.76	11.84	11.91
14	11.99	12.07	12.15	12.23	12.30	12.38	12.46	12.55	12.63	12.71
15	12.79	12.87	12.96	13.04	13.12	13.21	13.29	13.38	13.46	13.55
16	13.64	13.72	13.81	13.90	13.99	14.08	14.17	14.26	14.35	14.44
17	14.53	14.63	14.72	14.81	14.91	15.00	15.10	15.19	15.29	15.38
18	15.48	15.58	15.68	15.78	15.87	15.97	16.07	16.18	16.28	16.38
19	16.48	16.59	16.69	16.79	16.90	17.00	17.11	17.22	17.32	17.43
20	17.54	17.65	17.76	17.87	17.98	18.09	18.20	18.31	18.43	18.54
21	18.66	18.77	18.89	19.00	19.12	19.24	19.35	19.47	19.59	19.71
22	19.83	19.95	20.08	20.20	20.32	20.45	20.57	20.70	20.82	20.95
23	21.07	21.20	21.33	21.46	21.59	21.72	21.85	21.98	22.12	22.25
24	22.38	22.52	22.65	22.79	22.93	22.07	23.20	23.34	23.48	23.62
25	23.76	23.91	24.05	24.19	24.34	24.48	24.63	24.77	24.92	25.07

Таблица 2
Психрометрическая таблица относительной влажности воздуха

влаж. °С Т-ра терм.	Разность показаний сухого и влажного термометров																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
1	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3	
2	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7	
3	100	90	83	75	67	61	57	47	42	35	31	26	23	18	14	10	
4	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26	21	17	13	10
5	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14
6	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17
7	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19
8	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22
9	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25
10	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27
11	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28
12	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30
13	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32
14	100	94	88	83	78	73	69	64	61	57	57	50	46	43	40	37	34
15	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	36	30
16	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37
17	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39
18	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40

19	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42
20	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43
21	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44
22	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46
23	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47
24	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48
25	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

Цель работы: научится определять коэффициент поверхностного натяжения жидкости различными методами.

Оборудование:

1 .Бюретка с краном.
2.Сосуд с водой.
3.Сосуд для сбора капель.
4.Капиллярные трубки.
5.Масштабная линейка.
6.Миллиметровая бумага.

Теория

Молекулы в жидкости расположены на расстояниях, при которых проявляется действие их сил взаимного притяжения к друг другу. Потенциальная энергия взаимодействия молекул жидкости примерно равна их кинетической энергии . В расположении молекул жидкости имеется *ближний порядок* - упорядоченное расположение ее молекул в небольшом объеме. Каждая молекула жидкости колеблется около положения равновесия 10^{-11}с, из которого скачком переходит к новому положению равновесия. Расстояния между молекулами жидкости сравнимы с диаметром молекул.

Основные свойства жидкости*:* имеет собственный объем, текучесть, хрупкость, практически не сжимается, на границе с газом образует свободную поверхность. Большинство свойств жидкого состояния вещества ближе к свойствам твердого состояния, чем к свойствам газообразного.

Поверхностное натяжение.

Внутри жидкости (см. рис. 1) силы притяжения на одну молекулу M_1 со стороны соседних с ней молекул, взаимно компенсируются. На молекулы поверхностного слоя жидкости M_2 действуют неуравновешенные силы притяжения к молекулам, расположенным внутри жидкости. Наличие этих сил приводит к поверхностному натяжению.

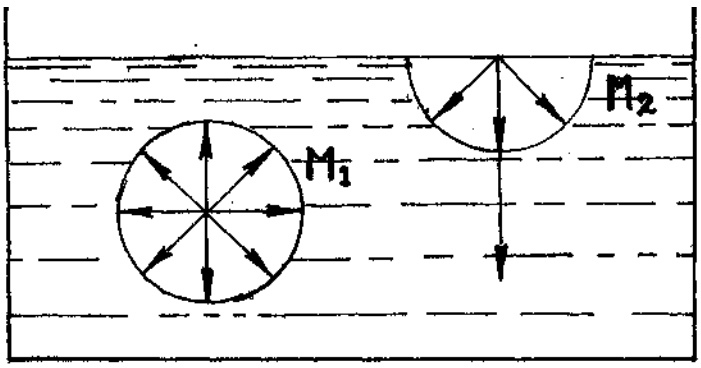


Рис.1

Поверхностное натяжение измеряется силой F , приходящейся на единицу длины контура l , ограничивающего эту поверхность, и действующей по касательной к этой поверхности. *Сила поверхностного натяжения* F стремится сократить площадь свободной поверхности жидкости до минимума.

$$F = \sigma \cdot l \qquad (1)$$

где $\sigma = F/l$ - *коэффициент поверхностного натяжения жидкости (в н/м).*

При сокращении площади свободной поверхности жидкости совершается работа:

$$A = \sigma \cdot \Delta S \qquad (2)$$

где $\sigma = A/\Delta S$

Методы определения коэффициента поверхностного натяжения

Метод отрыва капель.

Опыт осуществляют при помощи установки (см. рис.2). Установка для определения коэффициента поверхностного натяжения состоит из штатива, на котором установлена бюретка с исследуемой жидкостью. Бюре́тка (от англ. burette) — тонкая проградуированная стеклянная трубка ёмкостью обычно 50 мл, открытая на одном конце и снабжённая стеклянным или тефлоновым запорным краном на другом. Предназначена для точного измерения небольших объемов жидкости. Крупные деления нанесены через каждый миллилитр, а мелкие — через 0,1 мл. На конце бюретки находится наконечник-трубка, в которой находится исследуемая жидкость.

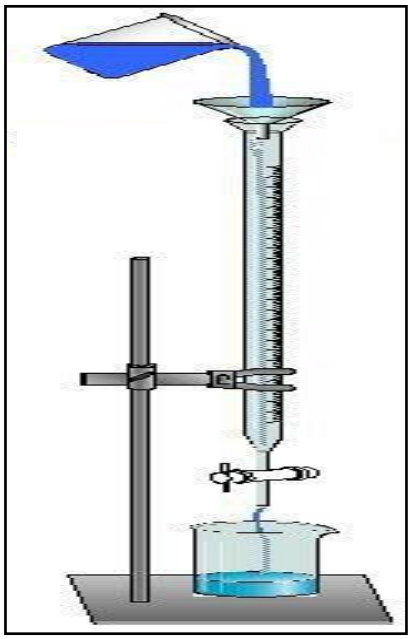


Рис. 2

Открывая кран бюретки так, чтобы из бюретки медленно падали капли. Перед моментом отрыва капли сила тяжести её $P=mg$ равна силе поверхностного натяжения F, граница свободной поверхности- окружность шейки капли, $P=F$. Следовательно, $F=m_{кап}$ g, поэтому $\sigma=m_{кап}\, g/d$. Опыт показывает, что $d_{кап}=0{,}9\ d$, где d-диаметр канала узкого конца бюретки.

Метод подъема воды в капиллярах

Капиллярными явлениями называют подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра – капиллярах(см. рис.3). Смачивающие жидкости поднимаются по капиллярам, не смачивающие – опускаются. Подъем жидкости в капилляре продолжается до тех пор, пока сила тяжести действующая на столб жидкости в капилляре, не станет равной по модулю результирующей $F_н$ сил поверхностного натяжения, действующих вдоль границы соприкосновения жидкости с поверхностью

капилляра: $F_т = F_н$, где $F_т = mg = \rho h \pi r^2 g$, $F_н = \sigma 2\pi r$.Отсюда следует: $h=2\sigma/ \rho rg$.

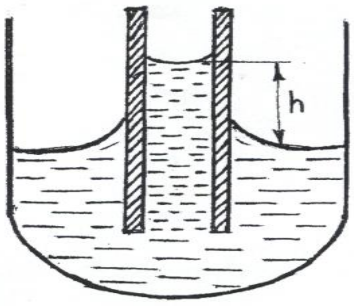


Рис.3

Порядок выполнения работы

Опыт 1

1. Собрать установку и наполнить бюретку водой
2. Измерить диаметр канала узкого конца бюретки.
3. Определить по шкале бюретки начальный объем воды V_1 в *мл* (1мл=10^{-6} м ^{3}).
4. Поставить под бюретку сосуд, наполнить ее водой и, плавно открывая кран, добиться медленного отрывания капель (капли должны падать друг за другом через1-2с.)
5. Отсчитать 20-40 капель.
6. Определить конечный объем воды в бюретке V_2.
7. Найти объем капель по формуле: $\Delta V = V_2 - V_1$.
8. Масса одной капли будет равна: $m_x = \rho \Delta V g/n$.
9. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения жидкости по формуле:

$$\sigma = \rho \Delta V / 0{,}9 n \pi d,$$

где ρ =10^3 кг/ м^3 – плотность воды, d-диаметр бюретки, $g = 10 м/с^2$-ускорение свободного падения.

Опыт 2

1. Опустить в стакан с водой капиллярную трубку.
2. Измерить высоту подъёма воды h в капиллярной трубке над поверхностью воды в стакане(см.рис.3).
3. Измерить диаметр капилляра d, вычислить его радиус r=d/2.
4. Произвести вычисления коэффициента поверхностного натяжения по формуле

$$\sigma = hr\rho g/2$$

5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.
6. Сравнить результаты с табличным значением коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{табл}$=0,072 Н/м и определить абсолютную погрешность методом оценки результатов измерений $\Delta\sigma = |\sigma_{таб} - \sigma|$
7. Определить относительную погрешность $\delta\sigma = \Delta\sigma \cdot 100\% / \sigma_{таб}$
8. Все вычисления подробно записать .

Таблица 1

№	ΔV (м^3)	n	d трубки (м)	d капли (м)	r (м)	h (м)	σ (Н/м)	$\delta\sigma$ %
1					----	----		
2	----	----		----				

Контрольные вопросы

Вариант1.

1. Почему поверхностное натяжение зависит от вида жидкости ?
2. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая , а в другой - с прибавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель ? Ответ обоснуйте.
3 . Изменится ли результат вычисления, если диаметр канала трубки будет меньше ?
4. Какую жидкость можно налить в стакан выше краев ?
5. Между двумя столбами натянута веревка. Как изменится прогиб веревки, если она намокнет от дождя ?

Вариант 2.

1. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры ?
2. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт про водить в другом месте Земли ?
3. Почему мокрое платье становится узко ?
4. Должны ли смазочные материалы смачивать трущиеся металлы ?
5. Изменится ли высота поднятия жидкости в капиллярной трубке, если ее наклонить?

Рекомендуемая литература

1. Кикоин А.К, Кикоин И.К. Физика: учебник для 10 класса для школ с углубленным изучение физики. – М.: Просвещение, 1998. (Стр.76-90)
2. Омельченко В.П., Антоненко Г.В. Физика.- Р., 2005. (Стр. 121-126)