

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ  
«БОГАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИКУМ ИМЕНИ ГЕРОЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА  
СМОЛЯКОВА ИВАНА ИЛЬИЧА»

УТВЕРЖДЕНО

Приказ и.о. директора  
ГБПОУ «БГСХТ  
им. Героя Советского  
Союза Смолякова И.И.»  
от 01.04.2024г. №51-ОД

**Методические рекомендации по организации и проведению практических  
занятий по учебному предмету**

**ОУП. 06 Физика**

общеобразовательного цикла

программы подготовки специалистов среднего звена

по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники  
и оборудования

с. Богатое

Разработчик: ГБПОУ «БГСХТ им. Героя Советского Союза Смолякова И.И.», преподаватель Т.А. Макарова

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании методической комиссии общеобразовательных дисциплин

Протокол №8 от «29» марта 2024 г.

Руководитель МК \_\_\_\_\_ / Т.В. Остроухова/

Методические рекомендации по выполнению практических занятий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебному предмету «Физика», которая является важной составной частью в системе подготовки специалистов среднего профессионального образования.

Методические рекомендации имеют практическую направленность и значимость. Формируемые в процессе практических занятий умения могут быть использованы студентами в будущей профессиональной деятельности.

Методические рекомендации предназначены для студентов средних профессиональных учебных заведений, изучающих учебный предмет «Физика» и могут использоваться на учебных занятиях.

## Содержание

1.	ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	4
2.	ОЦЕНКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	6
3.	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	7
	Лабораторная работа 1. Исследование движения тела под действием постоянной силы	7
	Лабораторная работа 2. Изучение особенностей силы трения скольжения	8
	Лабораторная работа 3. Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела	10
	Лабораторная работа 4. Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости	12
	Лабораторная работа 5. Измерение влажности воздуха	14
	Лабораторная работа 6. Измерение поверхностного натяжения жидкости	16
	Лабораторная работа 7. Изучение особенностей теплового расширения воды	18
	Лабораторная работа 8. Изучение деформации растяжения	20
	Лабораторная работа 9. Наблюдение процесса кристаллизации	21
	Лабораторная работа 10. Изучение закона Ома для полной цепи	23
	Лабораторная работа 11. Изучение коэффициента полезного действия электрического чайника	24
	Лабораторная работа 12. Изучение явления электромагнитной индукции	25
	Лабораторная работа 13. Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити	27
	Лабораторная работа 14. Изучение изображений предметов в тонкой линзе	31
	Лабораторная работа 15. Изучение интерференции и дифракции	33

## 1. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Главное назначение лабораторных работ по физике – приобретение обучающимися необходимых умений и навыков в проведении физического эксперимента. При этом обучающиеся должны проверить основные физические закономерности явлений, познакомиться с методами измерений и правилами обработки результатов измерений, научиться обращению с аппаратурой.

Каждому занятию предшествует предварительная подготовка обучающегося, которая включает в себя:

а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям к ней;

б) проработку теоретической части по учебникам;

в) составление отчета по лабораторной работе.

«Отчет» должен содержать:

1) название лабораторной работы;

2) цель;

3) оборудование;

4) теоретическую часть (основные понятия и законы);

5) описание метода измерений и установки;

6) таблицы для записи в них результатов измерений.

Для получения допуска обучающийся должен показать усвоение им метода определения искомых физических величин, понимание исследуемых в работе физических явлений, уяснение физического смысла основных величин.

Обучающиеся, получившие допуск, приступают к выполнению лабораторной работы. При выполнении работы необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. В ходе занятия запрещается заниматься посторонними делами, подходить к другим установкам и мешать выполнению работ студентами. Обучающиеся могут работать группами. Отчет у каждого должен быть индивидуальным. Не сделанные без уважительной причины работы выполняются с разрешения преподавателя в специально отведенное время.

Первый этап практической части работы – ознакомление с предложенными инструментами, приборами и аппаратурой. При этом особое внимание уделяется определению метрологических характеристик измерительных приборов, в которые входят: диапазон измерений, цена делений, класс точности (для стрелочных электроизмерительных приборов), погрешность измерений. Эти характеристики, выраженные в тех единицах, в которых снимаются показания с приборов, заносятся в метрологическую таблицу.

Следующий этап выполнения работы – сборка, монтаж, наладка экспериментальной установки (если это необходимо). Монтаж установки, выполненный обучающимися, должен быть проверен преподавателем.

Только после этой проверки обучающийся приступает к

самостоятельному выполнению работы. При первых наблюдениях никаких отсчетов и записей производить не следует. Лишь после того, как обучающийся несколько раз проследит явление, научится управлять установкой и проведет так называемые «прицелочные измерения», можно приступить к записи показаний приборов.

Результаты измерений в тех единицах, в которых снимаются показания приборов (это – не обязательно единицы СИ), заносятся в таблицу, представленную в методических указаниях или составленную обучающимися. При этом в таблицу записываются обозначения и единицы измерения каждой физической величины. Полученные результаты представляются преподавателю. Затем с разрешения преподавателя нужно выключить установку.

По окончании практической части работы обучающийся завершает оформление отчета по лабораторной работе.

Для того чтобы отчет был четким и аккуратным, обучающийся должен иметь рабочую (черновую) тетрадь, в которой проводится расчет искомых физических величин, погрешностей измерений и т.д. Все этапы этих расчетов необходимо кратко отразить в отчете.

Выводы отчета должны опираться на анализ выявленных в работе закономерностей, связей между различными физическими величинами, сравнение полученных результатов с теоретическими и табличными.

В конце занятия полностью оформленный отчет по лабораторной работе сдается преподавателю. Перенос оформления отчета на дом делается в исключительных случаях.

Защита лабораторной работы проводится на следующем занятии и включает в себя такие элементы, как:

а) собеседование по экспериментальной части работы; б) обсуждение результатов выполнения работы;

в) ответы обучающихся на контрольные вопросы, имеющиеся в методических указаниях к лабораторным работам.

Возможны ситуации, когда на лабораторном занятии обучающиеся работают по темам, которые еще не освещались в лекциях и не изучались на практических занятиях. В связи с этим важна и ответственна роль учебников, учебных пособий и справочной литературы, которые должны иметь обучающиеся на занятиях.

По окончании занятия, обучающиеся приводят в порядок рабочие места, а принадлежности к лабораторной работе сдают преподавателю.

## 2. ОЦЕНКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

**Оценка «5»** ставится в том случае, если обучающийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

**Оценка «4»** ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью;
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения;
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей;
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

**Оценка «2»** ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы;
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

### 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

#### Лабораторная работа 1

##### Исследование движения тела под действием постоянной силы

**Цель работы:** измерить ускорение шарика, скатывающегося по наклонному желобу.

**Оборудование:** металлический желоб, штатив с муфтой и зажимом, стальной шарик, металлический цилиндр, линейка, секундомер.

#### Теория

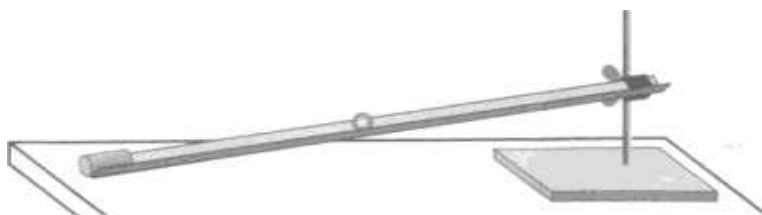
Движение шарика, скатывающегося по желобу, приближенно можно считать равноускоренным. При равноускоренном движении без начальной скорости модуль перемещения  $s$ , модуль ускорения  $a$  и время движения  $t$  связаны соотношением  $s=at^2/2$ .

Поэтому, измерив  $s$  и  $t$ , 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, изображенную на рисунке (верхний конец желоба должен быть на несколько сантиметров выше нижнего). Положите в желоб у его нижнего конца металлический цилиндр. Когда шарик, скатившись, ударится о цилиндр, звук удара поможет точнее определить время движения шарика.



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

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

№	$S$ , м	$t$ , с	$t_{\text{ср.}}$	$a$

4. Выбрав момент, когда секундная стрелка находится на делении, кратном десяти, отпустите шарик без толчка у верхней отметки и измерьте, какое время  $t$  пройдет 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.

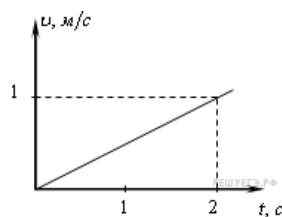
5. Вычислите  $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$  и результат запишите в таблицу.

6. Вычислите ускорение  $a$ , с которым скатывался шарик. Результат вычислений запишите в таблицу.

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

### Контрольные вопросы.

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



1. Чему будет равна проекция  $a_x$  ускорения тела через 2 с?  
 1)  $0 \text{ м/с}^2$       2)  $0,5 \text{ м/с}^2$       3)  $1 \text{ м/с}^2$       4)  $2 \text{ м/с}^2$

2. Мальчик съезжает на санках равноускоренно со снежной горки. Скорость санок в конце спуска  $10 \text{ м/с}$ . Ускорение равно  $1 \text{ м/с}^2$ , 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  $10 \text{ м/с}$ . Ускорение автомобиля равно

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

4. От чего зависит ускорение тела в данном опыте?

### Лабораторная работа 2

## Изучение особенностей силы трения скольжения

**Цель работы:** определить коэффициент трения деревянного бруска о деревянную поверхность.

**Оборудование:** линейка, динамометр, деревянный брусок, набор грузов.

### Теория

При движении одного тела по поверхности другого возникает сопротивление движению. Это объясняется тем, что со стороны поверхности второго тела на первое действует сила трения скольжения, которая и препятствует движению. Сила трения скольжения направлена вдоль поверхности соприкасающихся тел в противоположную сторону направлению скорости.

В этой работе мы воспользуемся тем, что при равномерном движении тела ( $a = 0$ ) сила упругости динамометра будет уравновешена силой трения скольжения.

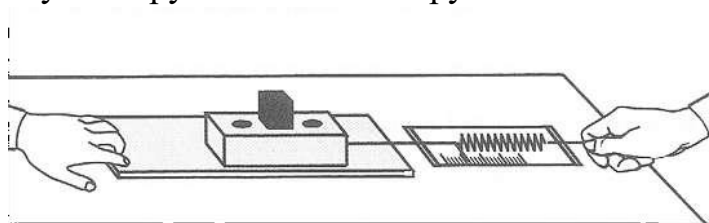
Действительно из записи второго закона Ньютона  $F_{упр} - F_{тр} = 0$  ( $a = 0$ ) следует, что  $F_{упр} = F_{тр}$ .

Таким образом, если мы будем равномерно тянуть динамометр, прикрепленный к нему, то величина силы трения скольжения будет равна силе упругости динамометра (т.е. его показанию).

Экспериментальным путем установлено, что между силой трения скольжения и силой реакции опоры  $N$  (или равной ей весу тела  $P$ ) существует прямо пропорциональная зависимость:  $F_{тр} = \mu N = \mu P$ ,

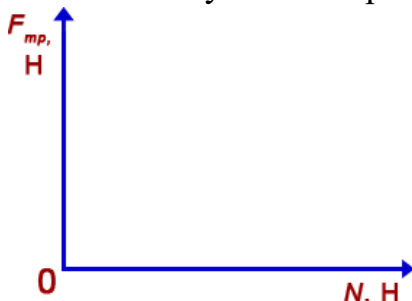
### Ход работы:

1. Определите с помощью динамометра вес бруска  $P_{бр}$  и запишите в приведенную ниже таблицу.
2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз.



3. Поставив на брусок один груз, тяните брусок равномерно по горизонтальной линейке, измеряя с помощью динамометра прикладываемую силу. Повторите опыт, поставив на брусок 2 и 3 груза. Записывайте каждый раз в таблицу значения силы трения  $F_{тр}$  и силы нормального давления  $N = P_{бр} + P_{гр}$ .

4. Начертите оси координат  $N$  и  $F_{тр}$ , выберите удобный масштаб и нанесите полученные три экспериментальные точки.



5. Оцените (качественно), подтверждается ли на опыте, что сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления: находятся ли все экспериментальные точки вблизи одной прямой, проходящей через начало координат.

6. Запишите сделанный вами вывод

7. Вычислите коэффициент трения по

формуле  $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$ , используя результаты опыта № 3

(это обеспечивает наибольшую точность) и запишите его значение

№ опыта	$P_{бр}, Н$	$N, Н$	$F_{тр}, Н$
1			
2			
3			

### Контрольные вопросы:

1. Какие типы трения вы знаете?
2. При каких условиях появляются силы трения?
3. От чего зависят модуль и направление силы трения покоя?
4. Что будет, если при определении силы трения скольжения брусок заменить с гладкой на грубо обработанную, шероховатую?
5. Какая взаимосвязь между коэффициентом трения и углом наклона плоскости?

## Лабораторная работа 3

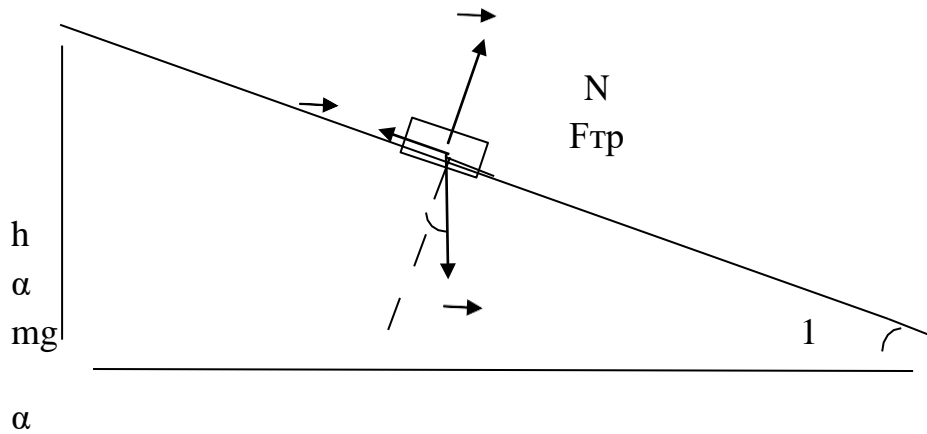
### Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела

**Цель работы:** сравнить изменение кинетической энергии тела при соскальзывании с наклонной плоскости с работой равнодействующей сил. Сделать вывод о выполнении теоремы о кинетической энергии.

**Оборудование:** штатив, деревянная линейка, деревянный брусок, линейка, секундомер.

### Ход работы.

- 1) Установите с помощью штатива широкую линейку наклонно, так чтобы брусок соскальзывал по наклонной плоскости.



2) Измерьте линейкой длину  $l$  и высоту  $h$  наклонной плоскости.

3) Спустите брусок сверху плоскости. Измерьте с помощью секундомера время соскальзывания  $t$ .

4) Скорость тела в конце траектории:  $v = at$  т.к. начальная скорость равна нулю. Чтобы найти ускорение тела, используйте формулу перемещения

при равноускоренном движении:  $l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2l}{t^2} \Rightarrow v = \frac{2l}{t} \Rightarrow v = \frac{2l}{t}$ .

5) Изменение кинетической энергии тела:  $\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m4l^2}{2t^2} = \frac{2ml^2}{t^2}$ , где  $m$  – масса тела.

6) Работа равнодействующей сил равна:  $A = Fl = (mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha)l = mgl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ , где  $\mu = 0,2$  – коэффициент трения дерева по дереву.

7) Рассчитайте:  $\sin \alpha = \frac{h}{l}$ ,  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ , результаты округляйте до четырёх знаков после запятой.

8) Приравняйте работу равнодействующей сил и изменение кинетической энергии тела:  $mgl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{2ml^2}{t^2}$ .

9) Массу тела и длину наклонной плоскости можно сократить:  $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{2l}{t^2}$ . Рассчитайте значения в левой и правой частях равенства, результаты округляйте до десятых.

10) Результаты занесите в таблицу:

Высота наклонной плоскости $h$ , м	Длина наклонной плоскости $l$ , м	Время соскальзывания тела $t$ , с	$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ м/с <sup>2</sup>	$\frac{2l}{t^2}$ , м/с <sup>2</sup>
0.6	2м	6с		

11) Сравните значения в двух последних колонках таблицы с точностью до 0,1 м/с<sup>2</sup>.

### Контрольные вопросы:

- Какие из перечисленных тел обладают кинетической энергией: а) камень, поднятый над землей; б) летящий самолет; в) растянутая пружина.
- Изменяется ли потенциальная энергия лодки, плывущей по течению реки?
- Легковой и грузовой автомобили движутся с одинаковыми скоростями. Какой из них обладает большей кинетической энергией?
- Как изменяется кинетическая и потенциальная энергия свободно падающего тела? Космического корабля, совершающего мягкую посадку?

## Лабораторная работа 4

### Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости

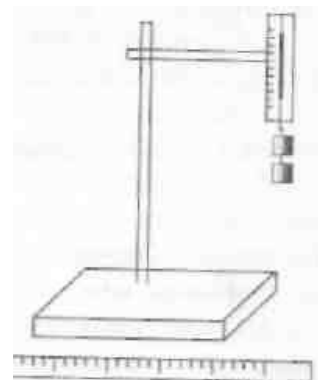
**Цель работы:** измерить полную энергию тела, колеблющегося на пружине, и на основании закона сохранения энергии вычислить максимальную скорость груза.

**Оборудование:** динамометр, линейка, штатив, грузы массой 100 г.

### Теория

Вначале измеряют жесткость пружин динамометра. Для этого к пружине подвешивают груз и измеряют вызванное им удлинение пружины. На основании закона Гука вычисляют жесткость пружины:  $k = F_{\text{упр}} / |x| = mg / |x|$  (сила тяжести  $mg$  уравнивает силу упругости  $F_{\text{упр}}$ ).

Затем собирают установку по рисунку.



С помощью измерительной линейки отмечают положение равновесия, подвешенных к пружине динамометра грузов.

Оттягивают грузы вертикально вниз, например, на 5 см от положения их равновесия, и отпускают. При колебании грузов наблюдают периодическое изменение их скорости и взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий. На колеблющиеся грузы действуют две силы: постоянная сила тяжести и переменная сила упругости пружины. Потенциальная энергия грузов увеличивается либо за счет совершения работы против силы тяжести по поднятию грузов, либо за счет работы по растягиванию пружины. Поэтому наибольшего числового значения потенциальная энергия достигает в верхнем и нижнем положениях грузов, а наименьшего - в момент их прохождения положения равновесия. Кинетическая же энергия грузов максимальна в момент прохождения ими положения равновесия, а минимальна - в верхнем и нижнем их положениях.

Полная энергия колеблющихся грузов относительно их положения равновесия равна их максимальной потенциальной энергии  $E_p$  или максимальной кинетической энергии  $E_k$ , которые вычисляются соответственно по формулам:  $E_p = kA^2/2$ ;  $E_k = mv_{\max}^2/2$ , где  $m$  - масса грузов,  $V_{\max}$  - модуль максимальной скорости грузов,  $k$  - жесткость пружины,  $A$  - амплитуда колебаний грузов.

На основании закона сохранения энергии  $E_p = E_k$ , т. е.  $kA^2/2 = mv_{\max}^2/2$  Отсюда модуль максимальной скорости грузов будет равен:  $V_{\max} = A/\sqrt{k/m}$ . Результаты измерений и вычислений записывают в тетрадь.

В этой работе в качестве колеблющегося тела можно взять стальной или латунный цилиндр с крючком из набора тел для калориметра. Работу можно выполнить также с грузом массой 100 г, подвешенным на резиновом шнуре сечением 1x1 мм, длиной 150 мм.

### Ход работы

1. Измерить жесткость пружины описанным способом
2. Собрать установку, изображенную на рисунке
3. С помощью линейки отметить положение равновесия, подвешенных к пружине динамометра грузов
4. Оттянуть грузы вертикально вниз на 5 см и отпустить
5. Пронаблюдать взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий
6. Вычислить по формулам максимальные кинетическую и потенциальную энергии
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу
8. На основании закона сохранения энергии вычислить максимальную скорость груза

№ п/п	m	x	k	A	V <sub>max</sub>
-------	---	---	---	---	------------------

1					
2					

### Контрольные вопросы

1. Какие силы называются консервативными?
2. Сформулируйте закон сохранения энергии
3. Прибор массой 4 кг подвешен к динамометру в кабине стратостата. Что будет показывать динамометр, когда стратостат:
  - а) поднимается равномерно? б) опускается равномерно?
4. За счет какой энергии летит камешек при выстреле из рогатки?

## Лабораторная работа 5

### Измерение влажности воздуха

**Цель работы:** определить относительную влажность воздуха в различных атмосферных условиях.

**Оборудование:** гигрометр психрометрический, психрометрическая таблица, стакан с водой, пипетка, чайник.

### Теория

Влажность воздуха - это процентное содержание водяного пара в воздухе. Влажность воздуха можно измерить психрометром.

Относительная влажность воздуха – это отношение парциального давления к давлению насыщенного пара при той же температуре (обычно выраженное в процентах).

Парциальное давление – это давление водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре (абсолютная влажность).

Относительная влажность воздуха находится по психрометрической таблице на пересечении показаний сухого термометра и разности показаний сухого и влажного термометров.

### Ход работы

1. Резервуар первого термометра психрометра, обернутый батистом, смочите водой при помощи пипетки.
2. Следите за понижением температуры влажного термометра. Когда понижение температуры прекратится, запишите показания сухого и влажного термометров.
3. Вычислите разность температур сухого и влажного термометров по формуле  $\Delta t = t_1 - t_2$ .
4. По психрометрической таблице, где по горизонтали показана температура влажного термометра, а по вертикали – разность температур, определите относительную влажность.
5. Расположите гигрометр на расстоянии 25—30 см над открытым

чайником, для имитации атмосферных условий «тропиков» (опыт выполнять стоя, не садиться — для удобства и в целях безопасности).

6. Повторите этапы 2-4 эксперимента.

7. Запишите результаты в таблицу.

Место проведения опыта	Показание сухого термометра	Показание влажного термометра	Разность показаний термометров	Относительная влажность воздуха
	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
Кабинет				
Имитация тропиков				

8. Сделайте вывод.

### Контрольные вопросы

1) От каких факторов зависит изменение разности показаний термометров психрометра?

2) Почему и при каком условии иногда внутренние поверхности наших окон в холодные зимние дни «потеют», а в некоторых случаях на них образуется даже лед, хотя температура воздуха в комнате  $15\text{—}20^\circ\text{C}$ ?

3) Относительная влажность воздуха  $78\%$ . Каковы возможные показания сухого и влажного термометров психрометра?

4) Показания обоих термометров психрометра одинаковы. Какова относительная влажность воздуха?

### Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, $^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометров, $^\circ\text{C}$									
	Относительная влажность воздуха, %									
0	00	1	3	5	8	1				
2	00	4	8	1	5	0				
4	00	5	0	6	2	8	4			
6	00	6	3	0	7	5	3	0		
8	00	7	5	3	1	0	8	8		
10										

	00	8	6	5	4	4	4	4	4	
12	00	9	8	8	7	8	8	9	0	1
14	00	0	9	0	0	1	2	4	5	7
16	00	1	1	1	2	4	6	7	0	2
18	00	1	2	3	5	6	9	1	4	7
20	00	2	3	4	6	9	1	4	7	0
22	00	2	3	6	8	1	4	7	0	4
24	00	2	4	7	9	2	6	9	3	7
26	00	2	5	8	1	4	8	1	6	0
28	00	3	5	8	2	5	9	3	8	2
30	00	3	6	9	3	7	1	5	0	4

## Лабораторная работа 6

### Измерение поверхностного натяжения жидкости

**Цель:** определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

**Оборудование:** сосуд с водой, шприц, сосуд для сбора капель.

#### Теория

Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией молекул, находящихся внутри жидкости.

Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости стремится уменьшить потенциальную энергию и сокращается. При этом совершается работа  $A$ :  $A = \sigma \Delta S$

, где  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения. Единицы измерения

Дж/м<sup>2</sup> или Н/м

$$\sigma = \frac{A}{\Delta S} \quad \sigma = \frac{F}{l}$$

или  $\sigma = \frac{F}{l}$ , где  $F$  – сила поверхностного натяжения,  $l$  – длина границы поверхностного слоя жидкости.

Поверхностное натяжение можно определять различными методами. В лабораторной работе используется **метод отрыва капель**.

Опыт осуществляют со шприцом, в котором находится исследуемая жидкость. Нажимают на поршень шприца так, чтобы из отверстия узкого конца шприца медленно падали капли. Перед моментом отрыва капли сила тяжести  $F_{тяж} = m_{капли} \cdot g$  равна силе поверхностного натяжения  $F$ , граница свободной поверхности – окружность капли

$$l = \pi \cdot d_{капли}$$

$$\sigma = \frac{F}{l} = \frac{m_{капли} \cdot g}{\pi d_{капли}}$$

Следовательно,

Опыт показывает, что  $d_{капли} = 0,9d$ , где  $d$  – диаметр канала узкого конца шприца.

Массу капли можно найти, посчитав количество капель  $n$  и зная массу всехкапель  $m$ .

Масса капель  $m$  будет равна массе жидкости в шприце. Зная объем жидкости вшприце  $V$  и плотность жидкости  $\rho$  можно найти массу  $m = \rho \cdot V$

### Ход работы.

1. Начертите таблицу:

№ опыта	Масса капель $m$ , кг	Число капель $n$	Диаметр канала шприца $d$ , м	Поверхностное натяжение $\zeta$ , Н/м	Среднее значение поверхностного натяжения $\zeta_{ср}$ , Н/м	Табличное значение поверхностного натяжения $\zeta_{таб}$ , Н/м	Относительная погрешность $\delta$ %
	$1 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$				
	$2 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$			0,072	
	$3 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$				

2. Наберите в шприц 1 мл воды («один кубик»). Подставьте под шприц сосуд для сбора воды и, плавно нажимая на поршень шприца, добейтесь медленного отрывания капель. Подсчитайте количество капель в 1 мл и результат запишите в таблицу. Вычислите поверхностное натяжение по

формуле 
$$\sigma = \frac{mg}{n\pi 0,9d}$$

Результат запишите в таблицу.

3. Повторите опыт с 2 мл и 3 мл воды.

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

4. Найдите среднее значение поверхностного натяжения

Результат запишите в таблицу.

5. Сравните полученный результат с табличным значением поверхностного натяжения с учетом температуры.

6. Определите относительную погрешность методом оценки результатов измерений.

Результат запишите в таблицу.

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{жзвл}} + \sigma_{\text{эф}}|}{\sigma_{\text{жзвл}}} \cdot 100\%$$

7. Сделайте вывод.

### Контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?
3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?
4. Изменится ли результат вычисления, если диаметр капле трубки будет меньше?
5. Почему следует добиваться медленного падения капле?

## Лабораторная работа 7

### Изучение особенностей теплового расширения воды

**Цель работы:** пронаблюдать тепловое расширения воды и изучить его особенности.

**Оборудование:** стеклянная колба с водой, стеклянная трубка, сосуд с горячей водой.

### Теория

Вода - жидкость без запаха, вкуса и цвета (в толстых слоях голубоватая).

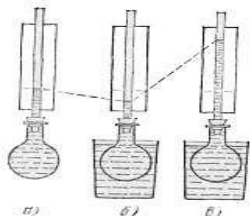
Температура плавления - 0°C, температура кипения - 100°C.

При нагревании увеличиваются не только длина тела, но также и другие линейные размеры. Изменение линейных размеров тела при нагревании называют линейным расширением. Если однородное тело (например, стеклянная трубка) нагревается одинаково во всех частях, то оно, расширяясь, сохраняет свою форму.

При нагревании увеличиваются не только длина тела, но также и другие линейные размеры. Изменение линейных размеров тела при нагревании называют линейным расширением. Если однородное тело (например, стеклянная трубка) нагревается одинаково во всех частях, то оно, расширяясь, сохраняет свою форму. Объемное же расширение жидкостей нетрудно наблюдать.

### Ход работы

- 1) Наполним колбу подкрашенной водой или другой жидкостью и заткнем её пробкой со стеклянной трубкой так, чтобы жидкость вошла в трубку.
- 2) Поднести к колбе снизу сосуд с горячей водой.
- 3) Описать наблюдаемые явления и объяснить их причину (в первый момент жидкость в трубке опустится, а затем начнет подниматься).



а) жидкая вода вошла из колбы в пробку.  
б) снизу подносится сосуд с горячей водой. В первый момент погружения колбы жидкость в трубке опускается.

в) Уровень в трубке через некоторое время устанавливается выше, чем до нагревания колбы.

### Примеры расширения воды в природе

Самое распространенное на поверхности Земли вещество — вода — имеет особенность, отличающую её от большинства других жидкостей. Она расширяется при нагревании только свыше  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . От  $0$  до  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  объем воды, наоборот, при нагревании уменьшается. Таким образом, наибольшую плотность вода имеет при  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Эти данные относятся к пресной (химически чистой) воде. У морской воды наибольшая плотность наблюдается примерно при  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Увеличение давления тоже понижает температуру наибольшей плотности воды.

Особенности расширения воды имеют громадное значение для климата Земли. Большая часть (79%) поверхности Земли покрыта водой. Солнечные лучи, падая на поверхность воды, частично отражаются от нее, частично проникают внутрь воды и нагревают её. Если температура воды низка, то нагретые слои (например, при  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) более плотны, чем холодные (например, при  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), и потому опускаются вниз. Их место занимают холодные слои, в свою очередь нагревающиеся. Таким образом, происходит непрерывная смена слоев воды, что способствует равномерному прогреванию всей толщи воды, пока не будет достигнута температура, соответствующая максимальной плотности. При дальнейшем нагревании верхние слои становятся все менее плотными, а потому и остаются вверху.

Вследствие этого большие толщи воды сравнительно легко прогреваются солнечными лучами лишь до температуры наибольшей плотности воды; дальнейшее прогревание нижних слоев идет крайне медленно. Наоборот, охлаждение воды до температуры наибольшей плотности идет сравнительно быстро, а затем процесс охлаждения замедляется. Все это ведет к тому, что глубокие водоемы на поверхности Земли имеют, начиная с некоторой глубины, температуру, близкую к температуре наибольшей плотности воды ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Верхние слои морей в теплых странах могут иметь температуру,

значительно более высокую (30 °С и более).

### Контрольные вопросы

1. При какой температуре начинает происходить тепловое расширение воды?
2. При какой температуре объем воды при нагревании уменьшается?
3. При какой температуре вода имеет наибольшую плотность?
4. Чем отличается морская вода от пресной?

## Лабораторная работа 8

### Изучение деформации растяжения

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

**Оборудование:** резиновый шпур, штатив с муфтой и лапкой, грузы, линейка.

### Теория

Если к однородному стержню, закрепленному на одном конце, приложить силу  $F$  вдоль оси стержня, то стержень подвергнется деформации растяжения. Деформацию растяжения характеризуют абсолютным

удлинением  $\Delta l = l - l_0$ ;  
относительным удлинением  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

В деформированном теле возникает механическое напряжение  $\sigma$ , равное отношению модуля силы  $F$  к площади поперечного сечения тела  $S$ .

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

На упруго деформированные тела распространяется закон Гука: при малых деформациях механическое напряжение  $\sigma$  прямо пропорционально относительному удлинению.

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

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

## Ход работы

### Опыт 1.

Нанести на резиновом шнуре две метки на расстоянии  $l_0$  друг от друга (около 10 см) и измерить это расстояние:  $l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$ .

Закрепить короткий конец шнура в лапке штатива, а к длинному концу подвесить груз массой  $m_1 = \dots \text{ г} = \dots \text{ кг}$ .

Снова измерить расстояние между метками на шнуре  $l_1 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$ . Рассчитайте абсолютное удлинение шнура  $\Delta l_1 = l_1 - l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$ .

Пользуясь формулой, рассчитать модуль упругости.

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

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

$l_0 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$   $l_2 = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$

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

Рассчитать среднее значение модуля упругости резины (модуля Юнга).

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

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

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

Сделать вывод.

## Контрольные вопросы

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

## Лабораторная работа 9

### Наблюдение процесса кристаллизации

**Цель:** научиться создавать кристаллы, пронаблюдать за ростом кристалла.

**Оборудование:** стакан, воронка, соль, ватный фильтр, леска.

### Теория

Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание. Первым этапом

при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. В условиях школьного физического кабинета проще всего выращивать кристаллы алюмокалиевых квасцов. В домашних условиях можно выращивать кристалл медного купороса или обычной поваренной соли.

Растворимость любых веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением температуры уменьшается.

При охлаждении горячего (примерно 40°C) насыщенного раствора до 20°C в нем окажется избыточное количества соли на 100 г воды. При отсутствии центров кристаллизации это вещество может оставаться в растворе, т.е. раствор будет пересыщенным.

С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора, при каждой данной температуре в растворе остается то количество вещества, которое соответствует коэффициенту растворимости при этой температуре. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики соли. Если предоставить выпавшим кристалликами возможность подрасти в течение суток, то среди них найдутся чистые и совершенные по форме экземпляры. Они могут служить затравками для выращивания крупных кристаллов.

Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик - затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

Можно вырастить кристалл без затравки. Для этого волос или леску обрабатывают спиртом и опускают в раствор так, чтобы конец висел свободно. На конце волоса или лески может начаться рост кристалла.

Если для выращивания приготовлен крупный затравочный кристалл, то его лучше вносить в слегка подогретый раствор. Раствор, который был насыщенным при комнатной температуре, при температуре на 3-5°C выше комнатной будет ненасыщенным. Кристалл-затравка начнет растворяться в нем и потеряет при этом верхние, поврежденные и загрязненные слои. Это приведет к увеличению прозрачности будущего кристалла. Когда температура понизится до комнатной, раствор вновь станет насыщенным, и растворение кристалла прекратится. Если стакан с раствором прикрыть так, чтобы вода из раствора могла испаряться, то вскоре раствор станет пересыщенным и начнется рост кристалла. Во время роста кристалла стакан с раствором лучше всего держать в теплом сухом месте, где температура в течение суток остается постоянной. На выращивание крупного кристалла в зависимости от условий эксперимента может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель.

### **Ход работы**

1. Тщательно вымойте стакан и воронку, подержите их над паром.
2. Налейте 100, г дистиллированной (или дважды прокипяченной) воды в стакан и нагрейте ее до 30°C-40°C. Используя кривую растворимости, определите массу соли, необходимую для приготовления насыщенного раствора при 30°C. Приготовьте насыщенный раствор и слейте его через ватный фильтр в чистый стакан. Закройте стакан крышкой или листком бумаги. Подождите, пока раствор остынет до комнатной температуры. Откройте стакан. Через некоторое время начнут выпадать первые кристаллы.
3. Через сутки слейте раствор через ватный фильтр в чистый, вновь вымытый и попаренный стакан. Среди множества кристаллов, оставшихся на дне первого стакана, выберите самый чистый кристалл правильной формы. Прикрепите кристалл-затравку к волосу или леске и опустите его в раствор. Волос или леску предварительно протрите ватой, смоченной спиртом. Можно также положить кристалл-затравку на дно стакана перед заливкой в него раствора. Поставьте стакан в теплое чистое место. В течение нескольких суток или недель не трогайте кристалл и не переставляйте стакан. В конце срока выращивания выньте кристалл из раствора, тщательно осушите бумажной салфеткой и уложите в специальную коробку. Руками кристалл не трогайте, иначе он потеряет прозрачность.

### **Контрольные вопросы**

1. Что может служить центром кристаллизации?
2. Чем объясняется неодинаковая скорость роста различных граней одного и того же кристалла?
3. Каким способом, можно насыщенный раствор сделать пересыщенным бездобавления растворенного вещества?
4. Зачем раствор фильтровался?

## **Лабораторная работа 10**

### **Изучение закона Ома для полной цепи**

**Цель:** установление зависимости силы тока от внешнего сопротивления, определить КПД электрической цепи.

**Оборудование:** источник тока, резистор, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода.

### **Теория**

Закон Ома для полной цепи - сила тока прямо пропорциональна ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи, где  $\varepsilon$  – ЭДС,  $R$ - сопротивление цепи,  $r$  – внутреннее сопротивление источника.

Формулу закона Ома для полной цепи можно представить в другом виде. А именно: ЭДС источника цепи равна сумме падений напряжения на источнике и на внешней цепи.

Электродвижущей силой (ЭДС) источника тока называют работу,

которая требуется для перемещения единичного заряда между его полюсами.

КПД электрической цепи — это отношение полезного тепла к полному:  
 $\eta = Q_{\text{полезн}}/Q_{\text{полн}} = I^2 R t / I^2 (R + r)t = R / R + r$

#### **Ход работы:**

- 1) Начертите в тетради схему работы.
- 2) При разомкнутой цепи вольтметр, подключенный к полюсам источника показывает значение ЭДС источника  $\varepsilon =$
- 3) При замыкании ключа снимите показания силы тока в цепи  $I =$  и напряжения на полюсах источника  $U =$ .
- 4) Вычислите сопротивление цепи:  $R = U/I$
- 5) Используя закон Ома для полной цепи, определите внутреннее сопротивление источника тока:  $r = (E - U) / I$
- 6) Вычислите КПД электрической цепи по формуле:  $\eta = Q_{\text{полезн}} / Q_{\text{полн}} = R / (R + r)$
- 7) Сделайте вывод

#### **Контрольные вопросы:**

- 1) Как определить направление тока в замкнутой цепи?
- 2) Сформулируйте и запишите закон Ома для замкнутой цепи.
- 3) Почему амперметр должен иметь малое сопротивление? Как его включают в цепь?
- 4) Почему вольтметр должен иметь большое сопротивление? Как его включают в цепь?

## **Лабораторная работа 11**

### **Определение коэффициента полезного действия электрического чайника**

**Цель работы:** научиться определять КПД электроприборов на примере электрочайника.

**Оборудование:** электрический чайник, термометр, секундомер.

#### **Теория**

Важная характеристика любого нагревательного устройства – тепловая мощность  $N$ , которая определяется как быстрота выделения тепла и равна отношению количества теплоты  $Q$  ко времени  $\Delta t$ , в течение которого она выделялась:  $N = Q / \Delta t, [N] = \text{Дж/с} = \text{Вт}$ .

Не вся энергия, которая выделяется в нагревателе при сгорании топлива или потребляется из электрической сети, идет на полезный эффект. Часть неизбежно пропадает! Долю энергии, пошедшей в полезное тепло, принято характеризовать коэффициентом полезного действия.

Коэффициент полезного действия (КПД)  $\eta = Q_{\text{пол}} / Q_{\text{зат}} \cdot 100\%$ , где  $Q_{\text{пол}}$  – полезная энергия,  $Q_{\text{зат}}$  – затраченная (полная) энергия.

Заметим, что КПД в зависимости от того, что считать полезным эффектом, может различаться для одного и того же устройства. Например, с точки зрения нагревания воды КПД электрического чайника может быть около 90 %. Но если его использовать для обогрева комнаты, то КПД может возрасти и до 99 %.

Вследствие теплообмена с окружающей средой часть тепла всегда рассеивается. Происходят тепловые потери. Мощность этих потерь зависит от многих факторов: от свойств окружающей среды, от теплопроводности материалов, и ее не всегда удастся рассчитать теоретически. Но при прочих равных факторах мощность тепловых потерь  $N_{\text{потерь}}$  линейно зависит от разности температур тела  $T$  и окружающей среды  $T_{\text{окр}}$  и площади поверхности  $S$  нагревателя:

$$N_{\text{потерь}} = \alpha(T - T_{\text{окр}}) \cdot S$$

### Ход работы

1. Рассмотрите электрочайник. По паспортным данным определите электрическую мощность электроприбора  $P$ .

2. Налейте в чайник воду объёмом  $V$ , равным 1 л или 1,5 л.

3. Измерьте с помощью термометра начальную температуру воды  $t_1$ .

4. Включите чайник в электрическую сеть и нагревайте воду до кипения.

5. Определите по таблице температуру кипения воды  $t_2$ .

6. Заметьте по часам промежуток времени, в течение которого нагревалась вода  $\Delta t$ . Все измерения выполняйте в системе СИ.

7. Используя данные измерений, вычислите:

а) совершенную электрическим током работу, зная мощность чайника  $P$  и время нагревания воды  $\Delta t$ , по формуле  $A_{\text{эл.тока}} = P \cdot \Delta t$ ;

б) количество теплоты, полученное водой и равное полезной работе,  $Q_{\text{нагр}} = cm(t_2 - t_1)$

8. Рассчитайте коэффициент полезного действия электрочайника по формуле

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу

$P, \text{Вт}$	$V, \text{м}^3$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$A_{\text{эл.тока}}, \text{Дж}$	$Q_{\text{нагр}}, \text{Дж}$	$\eta, \%$

10. Разместите в бланке отчёта фотографии своего бытового прибора, на которых видны его электрические параметры и вода, налитая в чайник.

### Контрольные вопросы

1. Как рассчитать количество теплоты, выделяющегося в

проводнике при протекании по нему тока, зная сопротивление этого проводника?

2. Почему спираль электрочайника изготавливают из проводника большой площади сечения? Дайте развёрнутый ответ.

3. Приведите примеры других электроприборов, в которых нагревательным элементом является спираль. Чем эти приборы отличаются друг от друга? Дайте развёрнутый ответ.

## Лабораторная работа 12

### Изучение явления электромагнитной индукции

**Цель работы:** изучить явление электромагнитной индукции.

**Оборудование:** миллиамперметр, источник тока, катушка с сердечником, дугообразный магнит, соединительные провода, магнитная стрелка, реостат.

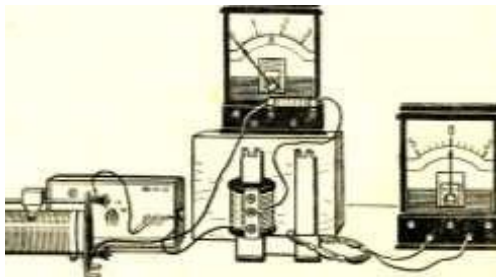
#### Теория

Изучение явления электромагнитной индукции с необходимостью приводит к заключению, что электрическое поле может возбуждаться не только электрическими зарядами, но и изменениями магнитного поля. Получаемое таким образом индуцированное электрическое поле отличается от электростатического и от стационарного электрического поля постоянного тока. Это отличие заключается в следующем:

1) индуцированное поле создается не электрическими зарядами, а изменением магнитного поля;

2) силовые линии электростатического и стационарного поля всегда разомкнуты; они начинаются и заканчиваются на зарядах или проводках. Силовые линии индуцированного поля замкнуты, а само поле имеет вихревой характер;

3) в случае электростатического и стационарного поля можно было указать истоки поля (заряды или пограничный слой между металлом и электролитом, контакт из двух различных металлов); для индуцированного поля этого сделать нельзя: поле создается во всех участках контура. Направление индукционного тока определяется по правилу Ленца.



Индукционный ток всегда имеет такое направление, что противодействует причине, его вызвавшей.

#### Подготовка к проведению работы

1. Вставить в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключить эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкнуть ключ и помощью магнитной стрелки (компаса) определить расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксировать, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.

2. Отключить от цепи реостат и ключ, замкнуть миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

### **Ход работы**

1. Приставить сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвинуть внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.

2. Повторить наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.

3. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца в каждом случае.

4. Расположить вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.

5. Вставить в обе катушки железные сердечники и присоединить вторую катушку через выключатель к источнику питания.

6. Замыкая и размыкая ключ, наблюдать отклонение стрелки миллиамперметра.

7. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца.

### **Контрольные вопросы**

1) В чем заключается явление электромагнитной индукции?

2) Какое правило содержится внутри правила Ленца?

3) В кольцо из диэлектрика вдвигают магнит. Какое явление возникает?

4) Два тонких проводника, имеющих форму окружности, расположены в перпендикулярных плоскостях. Будет ли возникать индукционный ток в первом проводнике при изменении тока во втором контуре?

5) Концы сложенной вдвое проволоки присоединены к гальванометру. Проволока движется, пересекая линии индукции магнитного поля, но стрелка гальванометра остаётся на нуле. Почему?

## **Лабораторная работа 13**

### **Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити**

**Цель работы:** состоит в экспериментальной проверке формулы, связывающей период колебаний маятника с длиной его подвеса.

**Оборудование:** штатив с перекладиной и муфтой, нить с петлями на концах, груз с крючком, линейка, электронный секундомер.

### Теория

Рассмотрим колебания нитяного маятника, т.е. небольшого тела (например, шарика), подвешенного на нити, длина которой значительно превышает размеры самого тела. Если шарик отклонить от положения равновесия и отпустить, то он начнет колебаться. Сначала маятник движется с нарастающей скоростью вниз. В положении равновесия скорость шарика не равна нулю, и он по инерции движется вверх. По достижении наивысшего положения шарик снова начинает двигаться вниз. Это будут свободные колебания маятника.

**Свободные колебания** – это колебания, которые возникают в системе под действием внутренних сил, после того, как система была выведена из положения устойчивого равновесия.

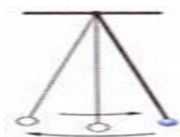
Колебательное движение характеризуют амплитудой, периодом и частотой колебаний.

**Амплитуда колебаний** - это наибольшее смещение колеблющегося тела от положения равновесия. Обозначается **A**. Единица измерения - метр [1м].

**Период колебаний** - это время, за которое тело совершает одно полное колебание. Обозначается **T**. Единица измерения - секунда [1с].

**Частота колебаний** - это число колебаний, совершаемых за единицу времени. Обозначается  **$\nu$** . Единица измерения - герц [1Гц].

Тело, подвешенное на невесомой нерастяжимой нити, называют **математическим маятником**.



Период колебаний математического маятника определяется формулой:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1),$$

где  $l$  – длина подвеса, а  $g$  – ускорение свободного падения.

Период колебаний математического маятника зависит:

1) от длины нити. Период колебаний математического маятника

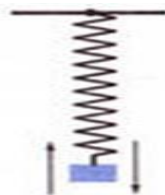
пропорционален корню квадратному из длины нити  $T \sim \sqrt{l}$ . Т.е., например при уменьшении длины нити в 4 раза, период уменьшается в 2 раза; при уменьшении длины нити в 9 раз, период уменьшается в 3 раза.

2) от ускорения свободного падения той местности, где происходят колебания. Период колебаний математического маятника обратно пропорционален корню квадратному из ускорения свободного

$$T \sim \frac{1}{\sqrt{g}}$$

падения

Тело, подвешенное на пружине называют **пружинным маятником**.



Период колебаний пружинного маятника определяется формулой  $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , где  $m$  - масса тела,  $k$  - жесткость пружины.

Период колебаний пружинного маятника зависит:

1) от массы тела. Период колебаний пружинного маятника пропорционален корню квадратному из массы тела  $T \sim \sqrt{m}$ .

2) от жесткости пружины. Период колебаний пружинного маятника обратно пропорционален корню квадратному из жесткости пружины  $T \sim \frac{1}{\sqrt{k}}$ .

В работе мы исследуем колебания математического маятника. Из формулы  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  следует, что период колебаний изменится вдвое при изменении длины подвеса в четыре раза.

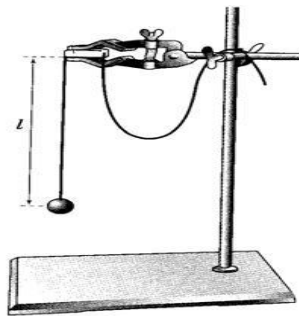
Это следствие и проверяют в работе. Поочередно испытывают два маятника, длины подвесов которых отличаются в четыре раза. Каждый из маятников приводят в движение и измеряют время, за которое он совершит определённое количество колебаний. Чтобы уменьшить влияние побочных факторов, опыт с каждым маятником проводят несколько раз и находят среднее значение времени, затраченное маятником на совершение заданного числа колебаний. Затем вычисляют периоды маятников и находят их отношение.

### Выполнение работы.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

$l, м$	№ опыта	$N$	$t, с$	$t_{cp}, с$	$T, с$	$\nu, Гц$
$l_1 =$	1	30				
	2	30				
	3	30				
	4	30				
$l_2 =$	1	30				
	2	30				
	3	30				
	4	30				

2. Закрепите перекладину в муфте у верхнего края стержня штатива. Штатив разместите на столе так, чтобы конец перекладины выступал за край поверхности стола. Подвесьте к перекладине с помощью нити один груз из набора. Расстояние от точки повеса до центра груза должно быть 25-30 см.



3. Подготовьте электронный секундомер к работе в ручном режиме.

4. Отклоните груз на 5-6 см от положения равновесия и замерьте время, за которое груз совершит 30 полных колебаний (при отклонении груза следите, чтобы угол отклонения не был велик).

5. Повторите измерение 3-4 раза и определите среднее время  $t_{cp1} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) / 4$

6. Вычислите период колебания груза с длиной подвеса 25-30 см по

$$T_1 = \frac{t_{cp1}}{N}$$

формуле

7. Увеличьте длину подвеса в четыре раза.

8. Повторите серию опытов с маятником новой длины и вычислите его

$$T_2 = \frac{t_{cp2}}{N}$$

период колебаний по формуле

9. Вычислите частоты колебаний для обеих маятников по

$$\nu_1 = \frac{N}{t_{cp1}} \quad \text{и} \quad \nu_2 = \frac{N}{t_{cp2}}$$

формулам

10. Сравните периоды колебаний двух маятников, длины которых отличались в четыре раза, и сделайте вывод относительно справедливости формулы (1). Укажите возможные причины расхождения результатов.

11. Ответьте на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?
3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?
5. Какие колебания называют собственными?

## Лабораторная работа 14

### Изучение изображений предметов в тонкой линзе

**Цель:** получить изображения с помощью собирающей линзы, измерить фокусное расстояние и оптическую силу линзы. Сделать вывод об условии получения различных видов изображений.

**Оборудование:** собирающая линза, лампа на подставке, экран, источник напряжения, соединительные провода, линейка.

### Теория

Линзы представляют собой прозрачные тела, ограниченные двумя поверхностями (одна из них обычно сферическая, а вторая сферическая или плоская), преломляющими световые лучи, способные формировать изображения предметов.

Линза называется тонкой, если ее толщина значительно меньше по сравнению с радиусами поверхностей, ограничивающих линзу. Прямая, проходящая через центры кривизны поверхностей линзы, называется главной оптической осью. Для всякой линзы существует точка, называемая оптическим центром линзы, лежащая на главной оптической оси и обладающая тем свойством, что лучи, проходя через нее не преломляются.

Если лучи, параллельные главной оптической оси, после прохождения через линзу, пересекаются, то линза называется собирающей, а точка пересечения лучей называется фокусом линзы. Если лучи, параллельные главной оптической оси после прохождения через линзу расходятся, то линза называется рассеивающей.

Формула тонкой линзы имеет вид  $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{d}$  или  $f = \frac{a*d}{a+d}$ ,

где  $d$  - расстояние от предмета до линзы;  $f$  - расстояние от линзы до изображения.

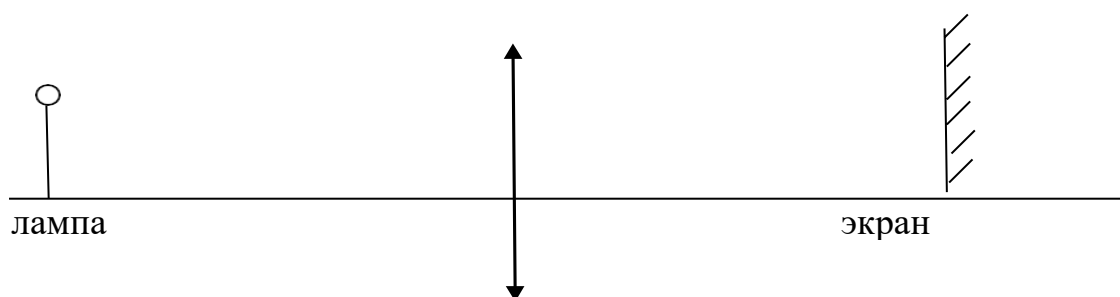
Знаки перед слагаемыми в этой формуле определяются типом линзы (собирающая или рассеивающая) и видом изображения (действительное или мнимое).

Величина, обратная фокусному расстоянию, называется оптической силой линзы:  $D = \frac{1}{F}$

Каждая линза при заданном расстоянии от предмета до линзы дает определенное увеличение, под которым понимается отношение линейных размеров изображения к линейным размерам предмета:

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

### Ход работы:



1. Поместите линзу между лампой и экраном на линейке.
2. Перемещая линзу, получите на экране чёткое уменьшенное изображение нити накаливания лампы.
3. Измерьте расстояния от лампы до линзы  $d$  и от линзы до экрана  $f$ . Результаты занесите в таблицу.
4. Повторите опыт с получением чёткого увеличенного изображения. Результаты занесите в таблицу.
5. Рассчитайте оптическую силу линзы. Полученное значение округлите до 2-х значащих цифр. Результат занесите в таблицу.
6. Рассчитайте фокусное расстояние линзы. Результат занесите в таблицу:

Вид изображения	Расстояние от лампы до линзы $d$ , м	Расстояние от линзы до экрана $f$ , м	Оптическая сила линзы $D$ , дптр	Фокусное расстояние линзы $F$ , м
Линза №1				
Линза №2				
Линза №3				

7. Сравните расстояние от лампы до линзы с двойным фокусным расстоянием.
8. Сделайте вывод.

### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте законы отражения и преломления света.
2. Чем отличается относительный показатель преломления от абсолютного?
3. Расскажите о линзе и ее видах.
4. Постройте ход лучей в собирающей и рассеивающей линзах.

## **Лабораторная работа 15**

### **Изучение интерференции и дифракции**

**Цель работы:** экспериментально изучить явления интерференции и дифракции.

**Оборудование:** электрическая лампа, две стеклянные пластинки, рамка из проволоки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, капроновая ткань черного цвета.

#### **Ход работы**

**Опыт 1.** Окуните проволочную рамку в мыльный раствор и внимательно рассмотрите образовавшуюся мыльную пленку. Зарисуйте в тетради для лабораторных работ увиденную вами интерференционную картину. Обратите внимание, что при освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникают окрашенные полосы.

С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдается образование цветных интерференционных колец. Но мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

**Опыт 2.** Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты. При отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы — кольцеобразные или неправильной формы. При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинку в тетради для лабораторных работ.

Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?

2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

**Опыт 3.** Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись). Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

**Опыт 4.** Посмотрите сквозь черную капроновую ткань на нить горячей лампы.

Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест в тетради для лабораторных работ. Объясните наблюдаемые явления.

Запишите в тетради для лабораторных работ выводы.

Укажите, в каких из проделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких — явление дифракции.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое интерференция?
2. Что такое дифракция?