

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

Н.А.Гришина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИКА
для студентов 1 курса специальностей технического профиля

Тихорецк

2015

**УТВЕРЖДАЮ**
Заместитель директора по
учебной работе:
« 01 » 09 2015г.

Н.Ю. Шитикова

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика разработаны для студентов 1 курса специальностей технического профиля.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

Гришина Н.А., преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рецензенты:

Кузьмич С.А., заведующий методическим кабинетом ТТЖТ – филиала РГУПС.

Червякова Т.Т., преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС.

Рекомендована цикловой комиссией №3 «Математические и общие естественно-научные дисциплины».

Протокол заседания № от « 01 » 09 2015г.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. Введение	4
2. Тематический план лабораторных работ	5
3. Этапы проведения эксперимента и соответствующие им виды деятельности во время выполнения работы	7
4. Инструкция по технике безопасности при проведении лабораторных работ по физике	9
5. Инструкции к выполнению лабораторных работ	10
6. Методические указания	14
7. Список литературы	48

1. Введение

*Всякое знание реальности
начинается с опыта и кончается им
А.Эйнштейн*

Физика занимает одно из важнейших мест среди естественных наук. Она является тем основанием, на котором создают свои теоретические построения и совершенствуют свои экспериментальные методы все другие естественные науки: химия, биология, биохимия, биомеханика.

Физический эксперимент – один из методов научного познания. По методической задаче выделяются такие виды эксперимента, как научно – исследовательские и учебные; по методической цели – исследовательские, проверочные (критериальные) и иллюстративные (учебные); по отношению к уровню познания – эксперименты на уровне эмпирического познания, на уровне теоретического познания и на уровне практических применений; по форме результата исследования – качественные и количественные; по частнонаучным методам – компенсационные, осциллографические, калориметрические, спектральные и др.

Физический практикум является неотъемлемой частью изучения курса физики, поскольку позволяет на практике применить полученные теоретические знания.

Каждая лабораторная работа должна восприниматься студентом как небольшое самостоятельное научное исследование, направленной на проверку теоретических выводов.

Научная экспериментальная деятельность имеет следующие этапы:

- постановка экспериментальной задачи (постановка проблемы, формулирование цели и задач, формирование рабочей гипотезы);
- проведение эксперимента (выбор физического принципа, планирование эксперимента, отбор оборудования, сборка экспериментальной установки, постановка эксперимента, измерение).

2. Тематический план лабораторных работ

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), Междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Наименование лабораторных работ	Объём часов
1	2	3
Раздел 1. Механика		
Тема 1.2 Динамика	Лабораторная работа № 1. Движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости	2
	Лабораторная работа № 2. Изучение особенностей силы трения	2
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	Лабораторная работа № 3. Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости	2
Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика		
Тема 2.3 Свойства паров	Лабораторная работа № 4. Измерение влажности воздуха.	2
Тема 2.4 Свойства жидкости	Лабораторная работа № 5. Измерение поверхностного натяжения жидкости	2
Тема 2.5 Свойства твёрдых тел	Лабораторная работа № 6. Изучение теплового расширения твердых тел	2

3. Этапы проведения эксперимента и соответствующие им виды деятельности во время выполнения работы

Этапы выполнения работы	Виды деятельности, которыми должны овладеть студенты
1. Формулирование цели исследования	- постановка цели эксперимента
2. Выдвижение гипотезы, которую следует проверить с помощью эксперимента	Формулирование гипотез: - от каких величин может зависеть исследуемая величина - каков характер зависимости - как влияют внешние факторы на ход эксперимента и др.
3. Вывод рабочей формулы	- получение конкретной математической зависимости, все величины которой измеряемы - проверка правильности вывода рабочей формулы методом размерности
4. Выбор метода исследования	- выбор метода исследования, соответствующего возможностям лаборатории и теоретической подготовке студента - выявление условий, необходимых для постановки эксперимента
5. Проектирование экспериментальной установки	- построение схемы экспериментальной установки - подбор необходимого оборудования
6. Составление плана эксперимента	- составление алгоритма выполнения всех действий по проведению эксперимента
7. Проведение эксперимента	- проведение эксперимента в соответствии с планом - проведение измерений - фиксирование результатов измерений
8. Систематизирование результатов эксперимента	- сведение всех данных эксперимента в таблицы - построение графиков, схем, диаграмм
9. Анализ данных	- изучение функциональных зависимостей по графикам - проверка теоретических зависимостей - оценка правильности полученных результатов - сравнение экспериментальных результатов с теоретическими данными - расчёт погрешностей измерений - формулирование выводов

Перед началом работы с помощью нескольких простых опытов, результат которых может быть надёжно предсказан, необходимо убедиться в исправности аппаратуры. В случае неисправности приборов или установки надо немедленно сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

Измерения должны проводиться с максимальной точностью. Если в наблюдениях получается большой разнос, лучше попробовать наладить установку или изменить методику.

Построение графиков и первые оценочные расчёты желательно проводить по ходу эксперимента или сразу же после него. После выполнения лабораторной работы следует привести в порядок рабочее место, сдать лаборанту или преподавателю выданные приборы и оборудование.

Обработка результатов должна быть закончена до начала выполнения следующей работы. Промежуточные вычисления должны делаться с точностью, несколько превосходящей точность измерений, чтобы избежать внесения неоправданных ошибок, связанных с вычислениями.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- 1) Письменный отчёт, план которого приведён в данной рабочей тетради;
- 2) Устный отчёт, включающий в себя ответы на контрольные вопросы и задания, общие выводы по работе.

4. Инструкция по технике безопасности при проведении лабораторных работ по дисциплине Физика

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.

2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения преподавателя.

3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

4. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и ход выполнения.

5. Для предотвращения падения стеклянные сосуды (пробирки, колбы) при проведении опытов осторожно закрепляйте в лапке штатива.

6. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.

7. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с небрежными волосами) к вращающимся частям машин.

8. При сборке экспериментальных установок используйте провода (с наконечниками и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.

9. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводником с изношенной изоляцией и выключателем открытого типа (при напряжении выше 42 В).

10. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранный цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверять только с помощью приборов или указателей напряжения.

11. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите изменения в цепях и смену предохранителей до отключения источника электропитания.

5. Инструкции к выполнению лабораторных работ

1. Как определять погрешности измерений

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой их результатов.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений.

Прямое измерение — определение значений физической величины непосредственно средствами измерения.

Косвенное измерение — определение значения физической величины по формуле, связывающей ее с другими физическими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Каждая опытная величина имеет точность, определяемую методом измерений и зависящую от параметров используемого измерительного инструмента.

Введем следующие обозначения:

A, B, C, \dots — физические величины.

$A_{\text{пр}}$ — *приближенное значение физической величины*, т. е. значение, полученное путем прямых или косвенных измерений.

ΔA — *абсолютная погрешность измерения физической величины*.

ε — *относительная погрешность измерения физической величины*, равная:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} \cdot 100\%$$

$\Delta_{\text{и}}A$ — *абсолютная инструментальная погрешность*, определяемая конструкцией прибора (погрешность средств измерения; см. табл. 1).

Δ_0A — *абсолютная погрешность отсчета* (получающаяся от недостаточно точного отсчета показаний средств измерения), она равна в большинстве случаев половине цены деления; при измерении времени — цене деления секундомера или часов.

Максимальная абсолютная погрешность прямых измерений складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета при отсутствии других погрешностей:

$$\Delta A = \Delta_{\text{и}}A + \Delta_0A$$

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры ($A = 0,17 \approx 0,2$); численное значение результата измерений округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности ($A = 10,332 \approx 10,3$).

Результаты повторных измерений физической величины A , проведенных при одних и тех же контролируемых условиях и при использовании достаточно чувствительных и точных (с малыми погрешностями) средств измерения, отличаются друг от друга.

В этом случае $A_{\text{пр}}$ находят как среднее арифметическое значение всех измерений, а ΔA (ее в этом случае называют случайной погрешностью) определяют методами математической статистики.

В лабораторной практике такие средства измерения практически не используются. Поэтому при выполнении лабораторных работ необходимо определять максимальные погрешности измерения физических величин. При этом для получения результата достаточно одного измерения.

Относительная погрешность косвенных измерений определяется так, как показано в таблице 2.

Абсолютная погрешность косвенных измерений определяется по формуле $\Delta A = A_{\text{пр}} \varepsilon$ (ε выражается десятичной дробью).

2. О классе точности электроизмерительных приборов

Для определения абсолютной инструментальной погрешности прибора надо знать его *класс точности*. Класс точности $\gamma_{\text{пр}}$ измерительного прибора показывает, сколько процентов составляет абсолютная инструментальная погрешность $\Delta_{\text{и}}A$ от всей шкалы прибора .

Класс точности указывают на шкале прибора или в его паспорте (знак % при этом не пишется). Существуют следующие классы точности электроизмерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4. Зная класс точности прибора ($\gamma_{\text{пр}}$) и всю его шкалу (A_{max}), определяют абсолютную погрешность $\Delta_{\text{и}}A$ измерения физической величины A этим прибором

$$\Delta_{\text{и}}A = \frac{\gamma_{\text{пр}} \cdot A_{\text{max}}}{100}$$

Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений

№ п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	Линейка ученическая чертёжная инструментальная (стальная) демонстрационная	До 50 см	1 мм	± 1 мм
		До 50 см	1 мм	$\pm 0,2$ мм
		20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
		100 см	1 см	$\pm 0,5$ см
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см
3	Измерительный цилиндр	До 250 мл	1 мл	± 1 мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Весы учебные	200 г	—	$\pm 0,01$ г
8	Секундомер	0—30 мин	0,2 с	± 1 с за 30 мин
9	Барометр-анероид	720-780 мм рт. ст.	1 мм рт. ст.	± 3 мм рт. ст.
10	Термометр лабораторный	0—100 °С	1 °С	± 1 °С
11	Амперметр школьный	2 А	0,1 А	$\pm 0,05$ А
12	Вольтметр школьный	6 В	0,2 В	$\pm 0,15$ В

Таблица 2.

Формулы для нахождения относительной погрешности косвенных измерений

№ п/п	Формула физической величины	Формула относительной погрешности
1	$A=B \cdot C \cdot D$	$\varepsilon = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta D}{D}$
2	$A = \frac{B}{C \cdot D}$	
3	$A=B+C$	$\varepsilon = \frac{\Delta B + \Delta C}{B + C}$
4	$A = B \cdot \sqrt{\frac{C}{D}}$	$\varepsilon = \frac{\Delta B}{B} + \frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} + \frac{1}{2} \frac{\Delta D}{D}$

6. Методические указания

Лабораторная работа № 1.

Движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости

Цель: убедиться в том, что при движении тела по окружности под действием нескольких сил их равнодействующая равна произведению массы тела на ускорение: $F = m \cdot a$.

Оборудование: линейка с миллиметровыми делениями; часы с секундной стрелкой; динамометр; штатив с муфтой и кольцом; прочная нить; лист бумаги с начерченной окружностью радиусом 15 см; груз из набора по механике.

Теория.

Груз из набора по механике, подвешенный на закрепленную в верхней точке нить, движется в горизонтальной плоскости по окружности радиуса r под действием двух сил: силы тяжести $\vec{F}_T = m\vec{g}$ и силы упругости \vec{N} .

Равнодействующая этих двух сил \vec{F} направлена горизонтально к центру окружности и сообщает грузу центростремительное ускорение.

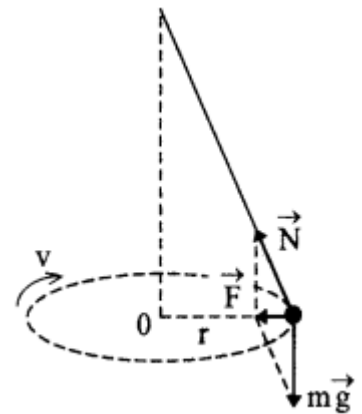


Рис. 1.

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

(r — радиус окружности, по которой движется груз, T — период его обращения).

Для нахождения периода удобно измерить время t определенного числа N оборотов. Тогда

$$T = \frac{t}{N}$$

$$a = \frac{4\pi^2 N^2}{t^2} r \quad (1).$$

Модуль равнодействующей \vec{F} сил можно измерить, скомпенсировав ее силой упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ пружины динамометра так, как это показано на рисунке.

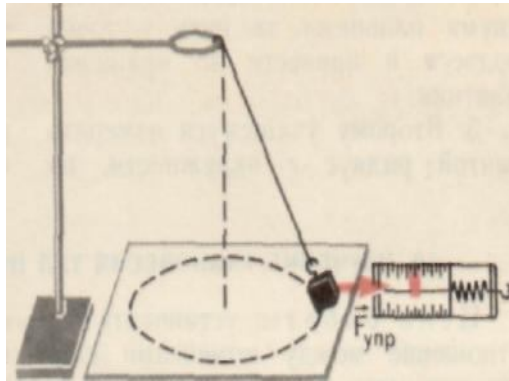


Рис.2

Согласно второму закону Ньютона, $\frac{F}{ma} = 1$. При подстановке в это равенство полученных в опыте значений $F_{\text{упр}}$, m и a может оказаться, что левая часть этого равенства отличается от единицы. Это и позволяет оценить погрешность эксперимента.

Ход работы.

1. Нить длиной около 45 см привяжите к грузу и подвесьте к кольцу штатива.
2. Привести во вращение маятник.
3. Измерить лентой радиус r окружности, по которой движется груз. (Окружность можно начертить заранее на бумаге и по этой окружности привести в движение маятник.)
4. Определите период T обращения маятника при помощи часов с секундной стрелкой. Отсчитав 30—40 оборотов, фиксируйте промежуток времени t . Опыт повторить пять раз.
5. Рассчитайте среднее значение ускорения по формуле (1), учитывая, что с относительной погрешностью не более 0,015 можно считать $\pi^2 = 10$.
6. Измерьте модуль равнодействующей \vec{F} , уравновесив ее силой упругости пружины динамометра (см. рис. 2).
7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 3.

Таблица 3.

Номер опыта	t, с	t _{ср} , с	N	m, кг	Г, м	a, $\frac{m}{c^2}$	F _{упр} , Н
1							
2							
3							
4							
5							

8. Сравните отношение $\frac{F}{ma}$ с единицей и сделайте вывод о погрешности экспериментальной проверки того, что центростремительное ускорение сообщает телу векторная сумма действующих на него сил.

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. В чём отличие веса тела от силы тяжести?
2. Груз, подвешенный на закреплённую в верхней точке нить, движется в горизонтальной плоскости по окружности под действием двух сил: силы тяжести и силы упругости. Привести рисунок, указать равнодействующую этих сил.
3. Может ли равнодействующая двух сил 10 Н и 14 Н, приложенных к одной точке быть равной 24 Н? Почему?

Лабораторная работа № 2.

Изучение особенностей силы трения.

Цель: установить зависимость силы трения скольжения от веса тела.

Оборудование: динамометр; деревянный брусок; деревянная линейка; 3 груза из набора по механике.

Ход работы.

1. Взвесить деревянный брусок.
2. Положить брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку.
3. Положить на брусок груз массой 100 грамм.
4. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Зафиксировать показания динамометра (рисунок 1).

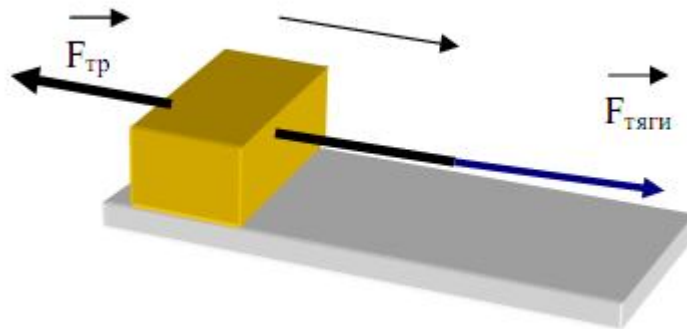


Рис. 3

5. Добавить к первому грузу второй, а затем и третий грузы, каждый раз измеряя силу с которой тянете брусок.
6. Сделать рисунок, на котором указать все силы действующие на брусок.
7. Вывести формулу для силы трения и коэффициента трения, считая, что брусок каждый раз двигался равномерно.
8. Определить силу трения и коэффициент трения для каждого опыта. Заполнить таблицу 4.

Номер опыта	m , кг	P , Н	$F_{тр}$, Н	$P_{бр}$, Н	μ

1					
2					
3					

Таблица 4.

m – масса груза; P – вес тела; $F_{\text{тр}}$ - величина силы трения; $P_{\text{бр}}$ – вес деревянного бруска без грузов; μ – коэффициент трения.

9. Построить график зависимости $F_{\text{тр}}$ (P) (рисунок 2).

10. По графику определить среднее значение коэффициента трения $\mu_{\text{ср}}$

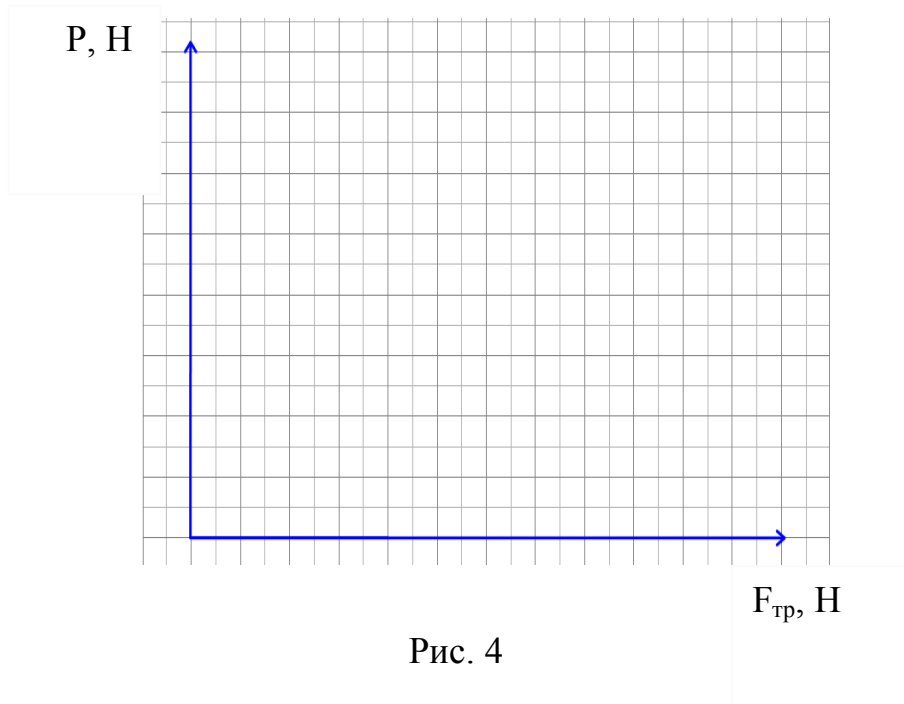


Рис. 4

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot P = \quad P$$

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. В чём отличие веса тела от силы тяжести?

2. Груз, подвешенный на закреплённую в верхней точке нить, движется в горизонтальной плоскости по окружности под действием двух сил: силы тяжести и силы упругости. Привести рисунок, указать равнодействующую этих сил.

3. Может ли равнодействующая двух сил 10 Н и 14 Н, приложенных к одной точке быть равной 24 Н? Почему?

Лабораторная работа № 3.

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

Цель: экспериментально установить, что полная механическая энергия замкнутой системы остаётся неизменной, если между телами действуют только силы тяготения и упругости.

Оборудование: динамометр с известной заранее жесткостью пружины 40 Н/м; штатив с муфтой; линейка; груз из набора по механике.

Теория.

Закон сохранения механической энергии. Полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих силами тяготения или силами упругости, остается неизменной при любых движениях тел системы $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$

Рассмотрим груз, прикрепленный к упругой пружине таким образом, как показано на рисунке. Вначале удерживаем тело в положении 1, пружина не натянута и сила упругости, действующая на тело равна нулю. Затем отпускаем тело и оно падает под действием силы тяжести до положения 2, в котором сила тяжести полностью компенсируется силой упругости пружины при удлинении ее на h (тело покоится в этот момент времени).

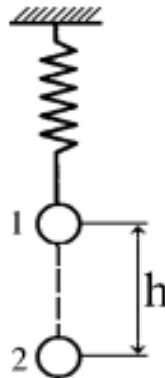


Рис. 5.

Рассмотрим изменение потенциальной энергии системы при переходе тела из положения 1 в положение 2. При переходе из положения 1 в положение 2 потенциальная энергия тела уменьшается на величину mgh , а потенциальная энергия пружины возрастает на величину $\frac{kh^2}{2}$.

Целью работы является сравнение этих двух величин.

Ход работы.

1. Собрать установку, как показано на рисунке 3.
 2. Отпуская груз, определить высоту x при помощи измерительной ленты.
- Опыт повторить пять раз.

3. Вычислить h_{cp} , м;

$$h_{cp} = x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} \quad (1)$$

4. Вычислить потенциальную энергию тела при переходе из положения 1 в положение 2 E_{1cp} , Дж;

$$E_{1cp} = m \cdot g \cdot h_{cp} \quad (2)$$

5. Вычислить потенциальную энергию пружины E_{2cp} , Дж;

$$E_{2cp} = \frac{R(x_{cp})^2}{2}, \quad (3)$$

где R – жесткость пружины, $R=40$ Н/м.

6. Оценить погрешности:

$$\varepsilon_{\frac{E_1}{E_2}} = \varepsilon_{E_1} + \varepsilon_{E_2} = 2\varepsilon_x + \varepsilon_m + \varepsilon_x = 3\varepsilon_x + \varepsilon_m$$

$$\varepsilon_{\frac{E_1}{E_2}} = 3 \frac{\Delta x}{x_{cp}} + \frac{\Delta m}{m}$$

$$\Delta \frac{E_1}{E_2} = \frac{E_1}{E_2} \cdot \varepsilon_{\frac{E_1}{E_2}}$$

7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 4.

таблицу 5

№ опыта	X, М	X _{ср} , М	h _{ср} , М	E _{1ср} , Дж	E _{2ср} , Дж	$\frac{E_{1ср}}{E_{2ср}}$
1						
2						
3						
4						
5						

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. Какие потери энергии не учитываются при выполнении данной работы?
2. При каких условиях применим закон сохранения энергии?
3. Сила 200 Н деформирует пружину на 5,4 см. Найдите потенциальную энергию пружины.

Лабораторная работа № 4.

Измерение влажности воздуха

Цель: научиться вычислять относительную влажность воздуха.

Оборудование: психрометр, психрометрическая таблица.

Теория.

Относительная влажность воздуха φ определяется отношением парциального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению p_0 насыщенного пара при той же температуре и выражается в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \% \quad (1).$$

В данной работе измеряют относительную влажность воздуха психрометром по разности температур сухого и «влажного» термометров и специальной таблице.

Ход работы.

1. Познакомьтесь с устройством психрометра.
2. Зарисуйте прибор в отчет и выясните принцип его действия.
3. Определите показания термометров в кабинете и на улице, а результаты занесите в таблицу 6.

Таблица 6.

№ опыта	условия	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{вл}}$	$t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$	$\varphi, \%$
1	в кабинете				
2	на улице				

4. По психрометрической таблице определите относительную влажность воздуха. Сделайте вывод.

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра?
2. Сухой и влажный термометры показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
3. Почему после жаркого дня роса бывает более обильной?

Лабораторная работа № 5.

Измерение поверхностного натяжения жидкости

Цель: определить коэффициент поверхностного натяжения воды и его зависимость от температуры.

Оборудование: весы с разновесами, стакан, сосуд с водой, пипетка, иголка, термометр и штангенциркуль.

Теория.

Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости, стремясь уменьшить потенциальную энергию, сокращается. При этом совершается работа

$$A = \sigma \cdot S \quad (1).$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения, S – площадь поверхностного слоя.

$$\sigma = \frac{F_{\text{пн}}}{l} \quad (2).$$

где $F_{\text{пн}}$ – сила поверхностного натяжения, l – длина границы поверхностного слоя.

σ определяют методом отрыва капле.

В момент отрыва капли из пипетки сила тяжести её равна силе поверхностного натяжения

$$F_{\text{пн}} = m_0 \cdot g,$$

тогда

$$\sigma \cdot l = m_0 \cdot g,$$

m_0 – масса капли.

Так как $l = \pi \cdot d$, d – диаметр шейки капли, то $\sigma \cdot \pi \cdot d = m_0 \cdot g$,

$$\sigma = \frac{m_0 \cdot g}{\pi \cdot d} \quad (3).$$

Ход работы.

1. Подготовить в отчёте таблицу 7 для записи результатов измерений и вычислений

Таблица 7.

№ опыта	t, °C	d, м	M _{1,Г}	M _{2,Г}	m, Г	N	m _{0, Г}	σ, мН/м
1								
2								
3								
4								
5								

2. Измерить температуру t в сосуде.

3. Вставить иголку в пипетку до упора, штангенциркулем измерить диаметр этой части иголки. Это и будет внутренний диаметр шейки пипетки d, м.

4. Измерить массу пустого стакана M₁.

5. Накапать в стакан 20-30 капель воды (N) и вновь измерить его массу M₂ с водой.

6. Вычислить массу находящейся в стакане воды m и массу одной капли воды m₀:

$$m = M_2 - M_1, \quad m_0 = \frac{m}{N}.$$

7. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения воды:

$$\sigma = \frac{m_0 \cdot g}{\pi \cdot d}.$$

8. Повторить пункты 2 – 7 несколько раз, меняя температуру воды.

9. Установить зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры и построить график (рис.5).

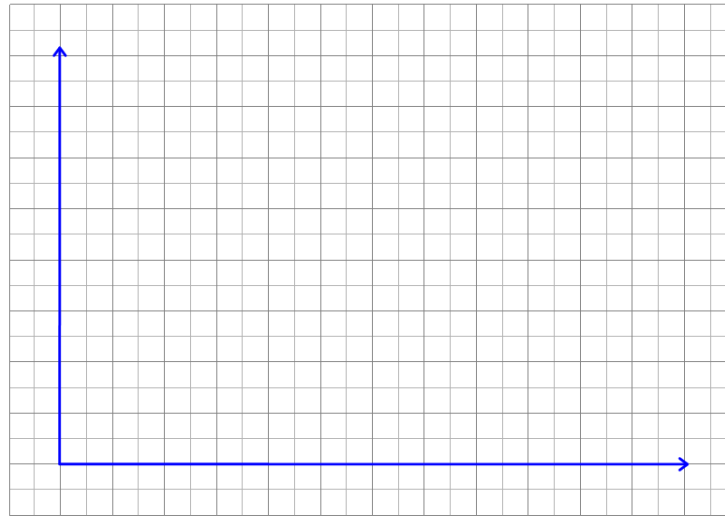
$\sigma, \text{мН/м}$  $t, ^\circ\text{C}$

Рис.6.

10. Оценить относительную и абсолютную погрешности измерений:

$$\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta D}{D} \quad \Delta \sigma = \sigma_{\text{изм}} \cdot \varepsilon$$

11. Результат работы запишите в виде: $\sigma = \sigma_{\text{изм}} \pm \Delta \sigma$.

12. Сравните полученный результат с табличным значением коэффициента поверхностного натяжения и сделайте вывод.

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. Какова форма каплей, из которых состоит туман?
2. В каком случае капли более тяжелые: когда капает холодная или горячая вода?
3. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения масла, если при пропускании через пипетку $3,6 \cdot 10^{-3}$ кг получено 304 капли. Диаметр шейки пипетки $1,2 \cdot 10^{-3}$ м.

Лабораторная работа № 6.

Изучение теплового расширения твердых тел

Цель: определить коэффициент линейного расширения для алюминия и стали.

Оборудование: прибор для определения коэффициента линейного расширения твёрдых тел, термометр, индикатор, две пробирки, стальной и алюминиевый стержни, пинцет, резиновое кольцо, вода, источник воды.

Теория.

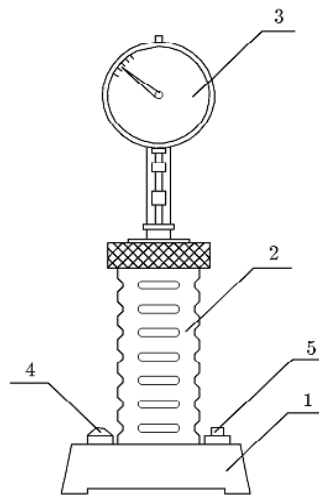


Рис.7.

Целью данной работы является определение коэффициента линейного расширения металлов с помощью специального прибора, изображённого на рис. 6.

Прибор состоит из корпуса 1, к которому крепится защитный кожух 2. Внутри кожуха установлен нагреватель. При проведении опыта в нагреватель помещается стеклянная пробирка с исследуемым стержнем. На корпусе прибора установлена стойка с кронштейном для индикатора малых перемещений 3. Кронштейн может поворачиваться вокруг оси стойки на 90° . На панели корпуса расположены индикаторная лампа 4 и кнопочный выключатель 5. Штепсельная вилка служит для включения прибора в электрическую сеть напряжением 220В.

Ход работы.

1. Собрать установку (рис. 6), установив стальной стержень. Определить начальную и конечную температуру стержня.

$$t_1, \text{ }^\circ\text{C}; t_2=100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

2. Определить удлинение стержня в момент кипения воды.

$$\Delta l = 0,01 \cdot n;$$

3. Вычислить коэффициент линейного расширения стали, если $l_0=160$ мм

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0(t_2 - t_1)}$$

4. Полученный результат сравнить с табличным результатом

$\alpha_{\text{ст}}=1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ и вычислить погрешность

$$\delta\alpha_{\text{ст}} = \frac{|\alpha - \alpha_{\text{ст}}|}{\alpha_{\text{ст}}} \cdot 100\%$$

5. Опыт и вычисления 1 – 4 повторить с алюминиевым стержнем

5.1 $t_1, \text{ }^\circ\text{C}; t_2=100 \text{ }^\circ\text{C}.$

5.2 $\Delta l = 0,01 \cdot n;$

$$5.3 \quad \alpha = \frac{\Delta l}{l_0(t_2 - t_1)}$$

5.4 $\alpha_{\text{ал}}=2,6 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1};$

$$\delta\alpha_{\text{ал}} = \frac{|\alpha - \alpha_{\text{ал}}|}{\alpha_{\text{ал}}} \cdot 100\%$$

Вывод.

Контрольные вопросы.

1. Объясните причину теплового расширения тел.
2. Каков физический смысл коэффициента линейного расширения?
3. Почему между рельсами железной дороги оставляют промежутки в стыках, а для трамвайных рельсов этого не делают?

Список литературы.

1. Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно – научного профилей: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. Образования; под ред. Т.И.Трофимовой. – 5 – е изд., прераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.

2. Кулешова Н.И. Методическое пособие для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Физика». Учебно – методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. Издательство «Маршрут», 2010.

3. Кулешова Н.И. рабочая тетрадь по дисциплине «Физика». Учебно – методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. Издательство «Маршрут», 2010.

4. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. Для 10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 2011.

5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. Для 11 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 2011.

6. Тетрадь для лабораторных работ по физике. 8 класс: к учебнику А.В. Перышкина «Физика. 8 кл.»/ Р.Д. Минькова, В.В. Иванова. – 3 – е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство «Экзамен», 2011.

7. Тетрадь для лабораторных работ по физике. 9 класс: к учебнику А.В. Перышкина, Е.М.Гутник «Физика. 9 кл.»/ Р.Д. Минькова, В.В. Иванова. – 2 – е изд., стереотип . – М.: Издательство «Экзамен», 2010.

8. Лабораторные работы по физике. 11 класс: Тетрадь/ Автор – сост. Тихомирова С.А. – М.: Школьная пресса, 2010.