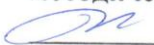


**Государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение Самарской области  
«Богатовское профессиональное училище»**

РАССМОТРЕНО  
на заседании  
методической комиссии  
 /В.М. Железникова/  
« 30 » 08 2016 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
директор ГБПОУ «Богатовское  
профессиональное училище»  
 А.В. Чугунов/  
20 16 г.



**Методические рекомендации  
по организации и выполнению  
лабораторных работ  
по учебной дисциплине ОУД.08 Физика  
для профессии СПО 35.01.13 «Тракторист-машинист сельскохозяйственного  
производства»**

**Составил:**  
Преподаватель физики  
В.В. Логинов

с. Богатое, 2016 год

Данные методические рекомендации помогут преподавателям профессионального училища и других учреждений СПО организовать самостоятельную деятельность студентов на основе компетентного подхода к обучению, что соответствует требованиям ФГОС нового поколения.

**Составитель:** В.В. Логинов, преподаватель ГБПОУ «Богатовское профессиональное училище»

Рекомендовано методической комиссией общеобразовательных дисциплин, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Номер страницы</b>
1	Пояснительная записка.	4
2	Общие положения о самостоятельной работе студентов по физике	5
3	Лабораторные занятия студентов	7
4	Список литературы	9
5	Приложение № 1	10
6	Приложение № 2	13
7	Приложение № 3	17
8	Приложение № 4	19
9	Приложение № 5	23
10	Приложение № 6	26

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическая разработка «Самостоятельная деятельность студентов при обучении физике» составлена в соответствии с рекомендациями по планированию и организации самостоятельной работы студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования в условиях действия ФГОС СПО.

Формирование умений самостоятельной работы студентов – важная задача всех преподавателей, в том числе и для преподавателя физики.

На каждом уроке преподавателю наряду с планированием учебного материала необходимо продумывать и вопрос о том, какие навыки самостоятельной работы получат на уроке студенты.

Если студент научится самостоятельно изучать новый материал, пользуясь учебником или какими-то специально подобранными заданиями, то будет успешно решена задача сознательного овладения знаниями. Знания, которые усвоил студент сам, значительно прочнее тех, которые он получил после объяснения преподавателя. И в дальнейшем студент сможет самостоятельно ликвидировать пробелы в знаниях, расширять знания, творчески применять их в решении практических задач.

Цель данной методической разработки – ознакомить преподавателя с общими положениями о самостоятельной работе студентов по физике, с методикой организации самостоятельной работы студентов при изучении нового материала и в процессе закрепления на уроке, при выполнении лабораторных работ, при решении задач, при выполнении самостоятельной работы внеаудиторно.

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИКЕ**

Самостоятельная работа по физике – это педагогически управляемый процесс самостоятельной деятельности студентов, обеспечивающий реализацию целей и задач по овладению необходимым объемом знаний, умений и навыков, опыта творческой работы и развитию профессиональных интеллектуально-волевых, нравственных качеств будущего специалиста.

Выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная, выполняется на занятиях под руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная, выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

**Основные виды аудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Физика»:**

- ответы на проблемные вопросы преподавателя;
- формулировка вопросов студентам, преподавателю;
- выполнение письменных заданий, тестирование;
- выполнение творческих работ;
- выступление с сообщением по новому материалу;
- конспектирование, работа с книгой;
- выполнение лабораторных работ.

**Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Физика»:**

- работа с учебником;
- конспектирование отдельного вопроса пройденной темы;
- работа со справочной литературой;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре;
- подготовка рефератов;
- составление кроссвордов;
- решение задач;
- изготовление наглядных пособий, приборов;
- использование Интернета.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных знаний и практических умений и навыков студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную, справочную литературу, - Интернет;
- развития познавательных способностей и активности студентов, творческой - инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских знаний.

Лимит времени для проведения самостоятельной работы студентов аудиторно отводится преподавателем непосредственно на уроке, для каждого вида работы определенный.

Время на внеаудиторную самостоятельную работу студентов берется в расчете 30% от всего учебного времени отведенного на изучение дисциплины. Аудиторная самостоятельная работа студентов преобладает над внеаудиторной самостоятельной работой.

Основной формой контроля за самостоятельной работой студента являются семинарские, практические и лабораторные занятия, защита творческих работ и рефератов на лекциях.

Контрольные работы, проводимые в соответствии с КТП и рабочей программой дисциплины, являются важным средством проверки уровня знаний, умений и навыков.

Массовой формой контроля является экзамен.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при решении задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ СТУДЕНТОВ

Недостаточность одного демонстрационного эксперимента учителя и безусловно необходимость и важность лабораторных занятий по физике. Пока студент только со стороны следит за явлением, воспроизводимым другим, оно может оставаться ему чуждым, далеким, еще недостаточно понятным. Надо дать студенту в руки прибор, поставить его лицом к лицу с самим явлением. Сам участвуя в опытных исследованиях, сам наблюдая и воспроизводя явления, самостоятельно пытаюсь выяснить зависимость между ними, преодолевая встречающиеся трудности, студент усваивает тверже, отчетливее, сознательнее основные понятия и законы физики, от неполных и неточных знаний приходит к более полным и более точным.

В курсе физики найдется много вопросов, которые трудно или невозможно исследовать без самостоятельного эксперимента студентов. Так, не может быть полностью, помимо самостоятельных занятий, освещена количественная сторона явлений. Только путем лабораторных работ можно ознакомить студентов с физическими измерениями и методами нахождения физических постоянных.

Студенты, проходя лабораторную практику, приобретают своего рода «грамотность», позволяющую им увереннее следить за опытами учителя, не относиться к ним, как к «фокусам», которые всецело зависят от ловкости и умения экспериментатора. Вместе с тем у студентов создаются суждения об окружающих явлениях, на которые они смотрят уже своими глазами, а не сквозь призму чужих слов.

Знания студентов часто формальны, носят отвлеченный характер, оторваны от всего того, что окружает студентов в практической жизни. Уверенно формулируя законы физики и помня различные определения, они часто не умеют объяснить самых простых физических явлений, применить известные им законы для разрешения частных проблем и выяснения действия различных механизмов. Отсутствует самостоятельность мысли и действия.

Те специфические черты, которые привносят с собой лабораторные занятия в восприятие студентами явлений, становятся надежным орудием в борьбе с формализмом при изучении физики.

Расширяя и углубляя базу самостоятельных работ студентов, мы сумеем преодолеть разрыв теории и практики, сделаем для студентов более очевидной связь, которая существует между наукой и техникой, более очевидной основную важнейшую мысль, что законы, изучаемые в физике, являются отображением реальной, окружающей нас действительности.

Придавая ряду лабораторных работ техническую направленность, мы будем углублять технические знания студентов, пойдем по пути расширения их технического кругозора.

Окончившие среднюю школу часто не владеют приемами экспериментальной работы и встречаются, особенно на первых порах, большие затруднения при занятиях в техникуме или на практической работе по той или иной специальности. Среди школьников и окончивших среднюю школу мы наблюдаем своего рода «приборобоязнь». Они не знают, как «подойти к прибору», не умеют совершенно обращаться с электронагревательными приборами, стеклянной посудой, амперметрами, вольтметрами и пр.

Только при правильно организованных и систематически проводимых лабораторных занятиях студенты приобретают многие притом разнообразные умения и навыки по постановке и технике эксперимента в обращении с приборами, ведении наблюдений и измерений.

Самостоятельные лабораторные занятия являются одним из важнейших средств технического обучения студентов.

В процессе самостоятельной практической работы студенты развивают органы своих чувств и повышают свою наблюдательность. Сами проделывая опыты, производя

наблюдения, измерения, пробы, внимательно следя за происходящими явлениями, обдумывая каждый шаг в работе, студенты развивают способности логического мышления, приучаются глубже проникать в явления природы, отличать главное и существенное от второстепенного и случайного.

При проведении каждого эксперимента студентам прежде всего должна быть ясна цель его. Часто они проводят работу чисто механически, по шаблону, не представляя себе ясно целевой установки поставленного эксперимента. Это происходит потому, что преподаватели не обращают достаточно внимания на эту сторону в поставке лабораторных работ.

Работа может проводиться по твердой инструкции, данной учителем; план и порядок работы могут составляться при активном участии студентов; разработка плана и порядка работы может быть предоставлена самим студентом. При постановке лабораторных работ надо практиковать все приемы.

Как общее правило, лабораторные работы проводятся студентами на приборах фабричного изготовления или самодельных, сделанных преподавателем, лаборантом и студентом во внеурочное время. На уроках, отведенных для лабораторных занятий, готовить приборы не предоставляется возможным, так как это отнимало бы слишком много времени потребовало бы специального оборудования и обучения. Но вообще работы технологического порядка, связанные с изготовлением простейших физических приборов, моделей, чертежей монтажей и прочего, предоставляют большую ценность для студентов, в особенности в свете задач для технического обучения. Студенты, сами изготовляя и собирая приборы, лучше и глубже поймут те явления, которые они должны будут потом пронаблюдать и изучать с помощью изготовленных приборов. Кроме того, при таких работах студенты приобретают знания свойств материалов и навыки их использования, познают принципы устройства и действия различных инструментов и научаются их рационально применять. Такие работы студенты могут проводить на кружковых занятиях и дома. Но и во время лабораторных занятий на уроках физики, там, где это предоставляется целесообразным, надо дать возможность студентам самим производить сборку приборов из отдельных частей и установку их для наблюдения и опытов.

Правильно организованные и умело проводимые лабораторные занятия по физике оказывают на студентов огромное воспитательное влияние. Воспитывая в каждом студенте личную ответственность за порученное дело, они вместе с тем осуществляют задачу развития прочных навыков коллективной работы, позволяют привить студентам ценные навыки по культуре труда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морева Н.А. Педагогика среднего профессионального образования. – М., 1999 г.
2. Семушина Л.Г., Ярошенко Н.Г. Содержание и технологии обучения в средних специальных учебных заведениях. – М., 2001 г.
3. Вишнякова С.М. Профессиональное образование. Словарь. – М., 1999 г..
4. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики.- М.:Просвещение,1988 г.
5. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе.- М.: Просвещение, 1981 г.

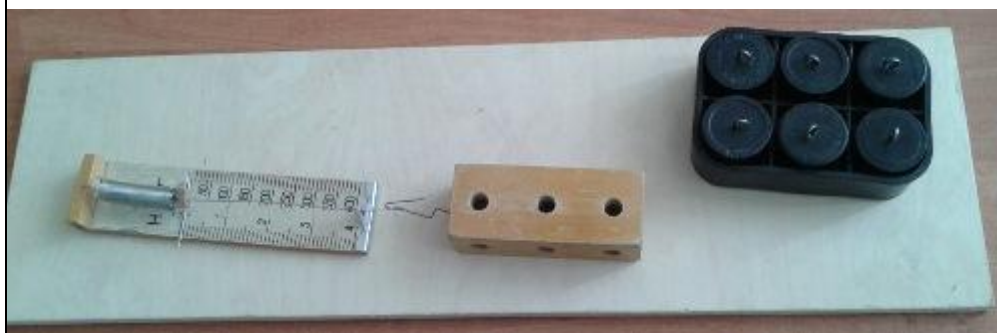
## Лабораторная работа № 1

**Тема: «Исследование движения тела под действием постоянной силы»**

### Цель работы:

1. Выяснить, зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, если зависит, то как.
2. Определить коэффициент трения дерева по дереву.

Приборы и материалы: динамометр, деревянный брусок, деревянная линейка или деревянная плоскость, набор грузов по 100 г.



### Теория

Сила трения – это сила, которая возникает в том месте, где тела соприкасаются друг с другом, и препятствует перемещению тел.

Сила трения - это сила электромагнитной природы.

Возникновение силы трения объясняется двумя причинами:

- 1) Шероховатостью поверхностей
- 2) Проявлением сил молекулярного взаимодействия.

Силы трения всегда направлены по касательной к соприкасающимся поверхностям и подразделяются на *силы трения покоя, скольжения, качения*.

В данной работе исследуется зависимость силы трения скольжения от веса тела.

Сила трения скольжения – это сила, которая возникает при скольжении предмета по какой-либо поверхности. По модулю она почти равна максимальной силе трения покоя. Направление силы трения скольжения противоположно направлению движения тела. Сила трения в широких пределах не зависит от площади соприкасающихся поверхностей. В данной работе надо будет убедиться в том, что сила трения скольжения пропорциональна силе давления (силе реакции опоры):

$F_{тр} = \mu N$ , где  $\mu$  - коэффициент пропорциональности, называется коэффициентом трения. Он характеризует не тело, а сразу два тела, трущихся друг о друга.

### Ход работы

1. Определите цену деления шкалы динамометра.



2. Определите массу бруска. Подвесьте брусок к динамометру, показания динамометра - это вес бруска. Для нахождения массы бруска разделите вес на  $g$ . Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз 100 г.

3. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тяните его вдоль линейки. Запишите показания динамометра, это и есть величина силы трения скольжения.

4. Добавьте второй, третий, четвертый грузы, каждый раз измеряя силу трения. С увеличением числа грузов растет сила нормального давления.

5. Результаты измерений занесите в таблицу.

№ опыта	Масса бруска, $m_1$ , кг	Масса груза, $m_2$ , кг	Общий вес тела (сила нормального давления), $P=N=(m_1+m_2)g$ , Н	Сила трения, $F_{\text{тр}}$ , Н	Коэффициент трения, $\mu$	Среднее значение коэффициента трения, $\mu_{\text{ср}}$
1						
2						
3						
4						
5						

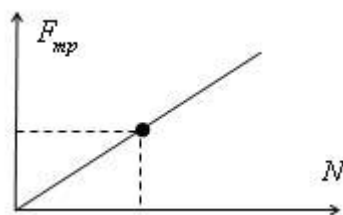
6. Сделайте вывод: зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, и если зависит, то как?

$$\mu = \frac{F_{тр}}{N}$$

7. В каждом опыте рассчитать коэффициент трения по формуле:  $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$ . Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

Результаты расчётов занести в таблицу.

8. По результатам измерений постройте график зависимости силы трения от силы нормального давления. При построении графика по результатам опытов экспериментальные точки могут не оказаться на прямой, которая соответствует формуле. Это связано с погрешностями измерения. В этом случае график надо проводить так, чтобы примерно одинаковое число точек оказалось по разные стороны от прямой. После построения графика возьмите точку на прямой (в средней части графика), определите по нему соответствующие этой точке значения силы трения и силы нормального давления и вычислите коэффициент трения. Это и будет средним значением коэффициента трения. Запишите его в таблицу.



9. Исходя из цели работы, запишите вывод и ответьте на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы.

1. Что называется силой трения?
2. Какова природа сил трения?
3. Назовите основные причины, от которых зависит сила трения?
4. Перечислите виды трения.
5. Можно ли считать явление трения вредным? Почему?

Вариант выполнения лабораторной работы.

5. Результаты измерений:

№ опыта	Масса бруска, $m_1$ , кг	Масса груза, $m_2$ , кг	Общий вес тела (сила нормального давления), $P=N=(m_1+m_2)g$ , Н	Сила трения, $F_{тр}$ , Н	Коэффициент трения, $\mu$	Среднее значение коэффициента трения, $\mu_{ср}$
1		0,1		0,4		
2		0,2		0,6		
3		0,3		0,8		

4	0,07	0,4		1		
5		0,5		1,2		

Приложение № 2

## Лабораторная работа № 2

### Тема: «Измерение влажности воздуха»

**Цель:** освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра.

**Оборудование:** психрометр.

### Теория

В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды, которая испаряется с поверхности морей, рек, океанов и т.п.

Воздух, содержащий водяной пар, называют влажным.

Влажность воздуха оказывает огромное влияние на многие процессы на Земле :на развитие флоры и фауны, на урожай сельхоз. культур, на продуктивность животноводства и т.д. Влажность воздуха имеет большое значение для здоровья людей, т.к. от неё зависит теплообмен организма человека с окружающей средой. При низкой влажности происходит быстрое испарение с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, что приводит к ухудшению состояния.

Значит, влажность воздуха надо уметь измерять. Для количественной оценки влажности воздуха используют понятия абсолютной и относительной влажности.

Абсолютная влажность – величина, показывающая, какая масса паров воды находится в 1 м<sup>3</sup> воздуха (т.е. это плотность водяного пара). Она равна парциальному давлению пара при данной температуре.

Парциальное давление пара – это давление, которое оказывал бы водяной пар, находящийся в воздухе , если бы все остальные газы отсутствовали.

Относительная влажность воздуха – это величина, показывающая, как далек пар от насыщения. Это отношение парциального давления  $p$  водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара  $p_0$  при той же температуре, выраженное в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$$

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равны 0. Предельное значение относительной влажности – 100%. Нормальной для человеческого организма считается влажность 60%.

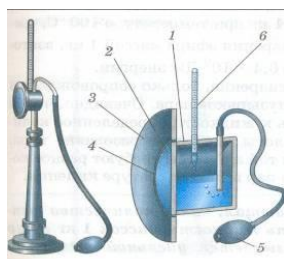
Для измерения влажности воздуха используют приборы гигрометры и психрометры.

1. Конденсационный гигрометр. Состоит из укрепленной на подставке металлической круглой коробочки с отполированной плоской поверхностью. В коробочке сверху имеются два отверстия. Через одно из них в коробочку наливают эфир и вставляют термометр, а другое соединяют с резиновой грушей. Действие конденсационного гигрометра основано на определении точки росы.



Точка росы – это температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным.

Продувают воздух через эфир (с помощью резиновой груши), при этом эфир быстро испаряется и охлаждает коробочку. Слой водяного пара, находящийся вблизи поверхности коробочки, благодаря теплообмену тоже станет охлаждаться. При определенной температуре этот водяной пар начнет конденсироваться и на отполированной поверхности коробочки появляются капельки воды (роса). По термометру определяют эту температуру, это и будет точка росы. В таблице «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» по точке росы находят абсолютную влажность – соответствующую этой температуре плотность паров или их давление.

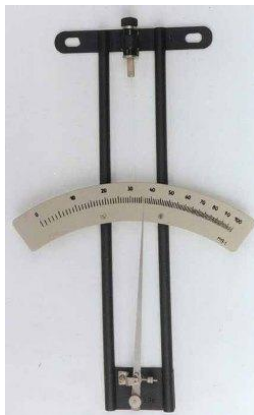


Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$
- 5	401	3,24	6	933	7,30	17	1933	14,5
- 4	437	3,51	7	1000	7,80	18	2066	15,4
- 3	476	3,81	8	1066	8,30	19	2199	16,3
- 2	517	4,13	9	1146	8,80	20	2333	17,3
- 1	563	4,47	10	1226	9,40	21	2493	18,8
0	613	4,80	11	1306	10,0	22	2639	19,4
1	653	5,20	12	1399	10,7	23	2813	20,6
2	706	5,60	13	1492	11,4	24	2986	21,8
3	760	6,00	14	1599	12,1	25	3173	23,0
4	813	6,40	15	1706	12,8	26	3359	24,4
5	880	6,80	16	1813	13,6	27	3559	25,8

Чтобы найти относительную влажность, надо давление насыщенного пара при температуре точки росы разделить на давление насыщенного пара при температуре окружающего воздуха и умножить на 100%.

2. Волосной гигрометр. Его работа основана на том, что обезжиренный человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется, а при уменьшении влажности укорачивается. Волос оборачивают вокруг легкого блока, прикрепив один конец к раме, а к другому подвешивают груз. При изменении длины волоса указатель (стрелка), прикрепленный к блоку, будет двигаться, перемещаясь по шкале. Шкалу градуируют по эталонному прибору.



3. Психрометр. (от греч «психриа» - холод). Состоит из двух одинаковых термометров. Резервуар одного из них обернут марлей, опущенной в сосуд с водой. Вода смачивает марлю на резервуаре термометра и при её испарении он охлаждается. По разности температур сухого и влажного термометров по психрометрической таблице определяют влажность воздуха.



### Ход работы

Задание 1. Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				

Рассмотреть устройство психрометра.

По показаниям сухого термометра измерить температуру воздуха  $t_{\text{сухого}}$  в помещении.

Записать показания термометра, резервуар которого обмотан марлей  $t_{\text{влажного}}$

Вычислить разность показаний термометров  $\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$

По психрометрической таблице определить влажность воздуха  $\varphi$

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Сделайте вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.

Ответьте на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?
3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
4. При каком условии разности показаний термометров наибольшая?
5. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого» термометра?
6. Сухой и влажный термометр психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
7. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

### Психрометрическая таблица

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

Вариант выполнения работы.

Показания сухого термометра  $24\ ^\circ\text{C}$ .

Показания влажного термометра  $21\ ^\circ\text{C}$ .

Приложение № 3

### Лабораторная работа № 3

**Тема:** «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

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

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

$$l = \pi \cdot d_{капли}$$

Следовательно:

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

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 всех капель  $m$ .

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

### Ход работы

Начертите таблицу:

№ опыта	Масса капел ь т, кг	Число капел ь п	Диаметр р канала шприца d, м	Поверхност -ное натяжение $\sigma$ , Н/м	Среднее значение поверхностног о натяжения $\sigma_{ср}$ , Н/м	Табличное значение поверхност -ного натяжения $\sigma_{таб}$ , Н/м	Относительна я погрешность $\delta$ %
1	$1 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$			0,072	
2	$2 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$				
3	$3 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-3}$				

### Опыт № 1

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.

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

Вычислите поверхностное натяжение по формуле

Результат запишите в таблицу.

Повторите опыт с 2 мл и 3 мл воды.

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

Найдите среднее значение поверхностного натяжения

Результат запишите в таблицу.

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

Определите относительную погрешность методом оценки результатов измерений.

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{мдбл}} + \sigma_{\text{т}}|}{\sigma_{\text{мдбл}}} \cdot 100\%$$

Результат запишите в таблицу.

Сделайте вывод.

### Контрольные вопросы

Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?

Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?

Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?

Изменится ли результат вычисления, если диаметр капель трубки будет меньше?

Почему следует добиваться медленного падения капель?

Вариант выполнения лабораторной работы.

Результаты измерений:

Количество капель в 1 мл - 21

Количество капель в 2 мл - 40

Количество капель в 3 мл - 59

**Тема:** «Изучение закона Ома для участка цепи»

**Цель:** установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.

**Оборудование:** амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

### Ход работы

Краткие теоретические сведения

Электрический ток - упорядоченное движение заряженных частиц

Количественной мерой электрического тока служит *сила тока I*

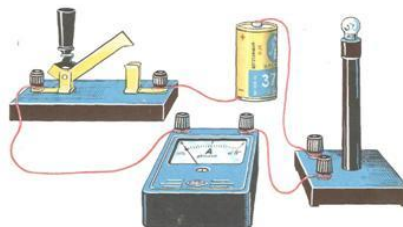
Сила тока – скалярная физическая величина, равная отношению заряда  $q$ , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени  $t$ , к этому интервалу времени:

$$I = \frac{q}{t}$$

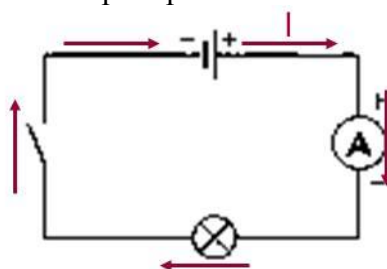
В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в амперах [A].

[1A=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока Амперметр. Включается в цепь последовательно



На схемах электрических цепей амперметр обозначается



Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению заряда из точки с потенциалом  $\varphi_1$  в точку с потенциалом  $\varphi_2$

$$U = \frac{A}{q}$$

$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$

U – напряжение

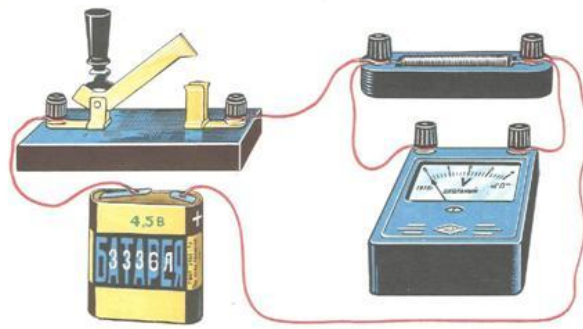
A – работа тока

q – электрический заряд

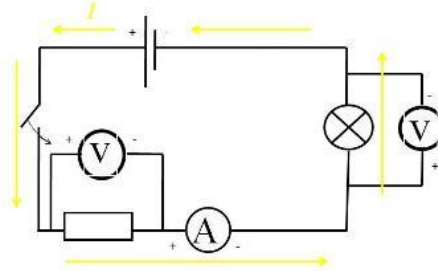
Единица напряжения – Вольт [V]

[1V=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – Вольтметр. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.



На схемах электрических цепей амперметр обозначается



Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется электрическим сопротивлением проводника.

Электрическое сопротивление проводника зависит от размеров и формы проводника и от материала, из которого изготовлен проводник.

$$R = \rho \frac{S}{l}$$

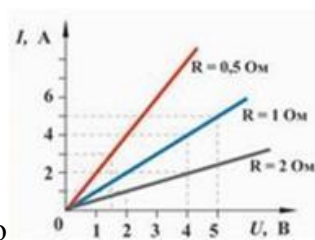
$S$  – площадь поперечного сечения проводника

$l$  – длина проводника

$\rho$  – удельное сопротивление проводника

В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит ом [Ом].

Графическая зависимость силы тока  $I$  от напряжения  $U$  - вольт-амперная характеристика



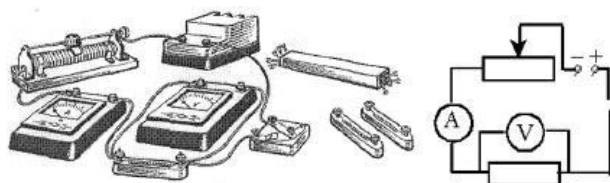
Закон Ома для однородного участка цепи: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

$$I = \frac{U}{R}$$

Назван в честь его первооткрывателя Георга Ома.

### Практическая часть

1. Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



2. Опыт 1. *Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.* Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Таблица 1. Сопротивление участка 2 Ом

<b>Напряжение, В</b>			
<b>Сила тока, А</b>			

3. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

4. Опыт 2. *Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.* Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в табл. 2.

Таблица 2. Постоянное напряжение на участке 2 В

<b>Сопротивление участка, Ом</b>			
<b>Сила тока, А</b>			

5. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Что такое электрический ток?
2. Дайте определение силы тока. Как обозначается? По какой формуле находится?
3. Какова единица измерения силы тока?
4. Каким прибором измеряется сила тока? Как он включается в электрическую цепь?
5. Дайте определение напряжения. Как обозначается? По какой формуле находится?
6. Какова единица измерения напряжения?
7. Каким прибором измеряется напряжение? Как он включается в электрическую цепь?
8. Дайте определение сопротивления. Как обозначается? По какой формуле находится?
9. Какова единица измерения сопротивления?
10. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.

### Вариант выполнения измерений

Опыт 1. *Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.* Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах

проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Таблица 1. Сопротивление участка 2 Ом

Напряжение, В	1	2	3
Сила тока, А	0,5	1,0	1,5

По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

Опыт 2. *Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.* Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в табл 2.

Таблица 2. Постоянное напряжение на участке 2 В

Сопротивление участка, Ом	1	2	4
Сила тока, А	2,0	1,0	0,5

По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

## Лабораторная работа № 5

**Тема:** «Изучение явления электромагнитной индукции»

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

**Оборудование:** катушка, два полосовых магнита, миллиамперметр.

### Теория

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

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

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

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют индукционным.

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



Рисунок 1.

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

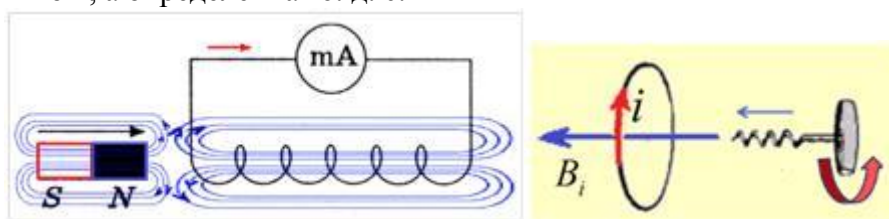


Рисунок 2.

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

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

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

Знак минус в формуле отражает правило Ленца.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется правилом Ленца: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при

изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.

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

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

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

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


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


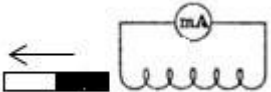
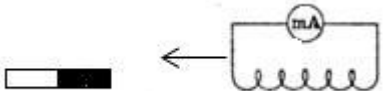
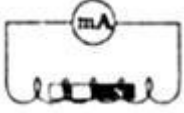
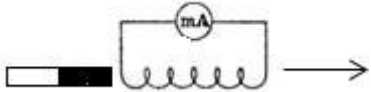




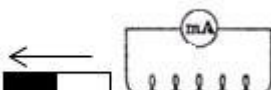

По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного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

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

### Ход работы

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

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания миллиамперметра, мА	Направления отклонения стрелки миллиамперметра (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			

2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

### Контрольные вопросы

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

## Лабораторная работа № 6

**Тема:** Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.

**Цель:** 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: (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, 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.

$$T \sim \sqrt{l}$$

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

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

Тело, подвешенное на пружине называют пружинным маятником.



Период колебаний пружинного маятника определяется формулой  $T = 2\pi \sqrt{m/k}$ , 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 следует, что период колебаний изменится вдвое при изменении длины подвеса в четыре раза.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

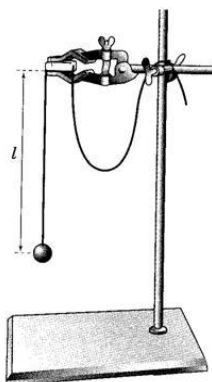
Это следствие и проверяют в работе. Поочередно испытывают два маятника, длины подвесов которых отличаются в четыре раза. Каждый из маятников приводят в движение и измеряют время, за которое он совершит определённое количество колебаний. Чтобы уменьшить влияние побочных факторов, опыт с каждым маятником 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  $t_{cp1}=(t_1+t_2+t_3+t_4)/4$

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

6. Вычислите период колебания груза с длиной подвеса 25-30 см по формуле .
7. Увеличьте длину подвеса в четыре раза.
8. Повторите серию опытов с маятником новой длины и вычислите его период колебаний по формуле.

$$T_2 = \frac{t_{\text{ср}2}}{N}$$

$$\nu_1 = \frac{N}{t_{\text{ср}1}} \quad \text{и} \quad \nu_2 = \frac{N}{t_{\text{ср}2}}$$

9. Вычислите частоты колебаний для обоих маятников по 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?