

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 12:48:53
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «ФИЗИКА» для студентов направления подготовки /специальности
09.03.02 Информационные системы и технологии, Информационные системы и техно-
логии обработки цифрового контента

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№ п/п	Содержание	Стр.
----------	------------	------

- | | | |
|------|--|--|
| | Введение | |
| 1. | Цель и задачи изучения дисциплины | |
| 2. | Оборудование и материалы | |
| 3. | Наименование лабораторных работ | |
| 4. | Содержание лабораторных работ | |
| 4.1 | Лабораторная работа № 1. Обработка результатов физического эксперимента. Изучение движения тела брошенного под углом к горизонту | |
| 4.2 | Лабораторная работа № 2. Изучение законов динамики поступательного и вращательного движений с помощью машины Атвуда | |
| 4.3. | Лабораторная работа №3. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника | |
| 4.4 | Лабораторная я работа №4. Определение периода колебаний физического маятника | |
| 4.5 | Лабораторная работа №5. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости методом падающего шарика (метод Стокса). | |
| 4.6 | Лабораторная работа №6. Определение отношения удельных теплоемкостей воздуха методом адиабатического расширения | |
| 4.7 | Лабораторная работа №7. Изучение электростатического поля . | |
| 4.8 | Лабораторная работа №8. Измерение сопротивления с помощью моста Уитстона | |
| 4.9 | Лабораторная работа №9. Исследование электрической цепи постоянного тока | |
| 4.10 | Лабораторная работа №10. Изучение явления электромагнитной индукции. | |
| 4.11 | Лабораторная работа №11. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли | |
| 4.12 | Лабораторная работа №12. Исследование колебаний в простом колебательном контуре | |
| 4.13 | Лабораторная работа №13. Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решётки. | |
| 4.14 | Лабораторная работа №14. Изучение внешнего фотоэффекта. | |
| 4.15 | Лабораторная работа №15. Изучение энергетического спектра электронов. | |
| 4.16 | Лабораторная работа №16. Изучение космического излучения. | |
| 4.17 | Лабораторная работа №17. Проверка закона Малюса. | |
| 5 | Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | |
| 5.1 | Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины | |

5.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обу-	
-----	---	--

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интер-	
-----	--	--

нет, необходимых для освоения дисциплины

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

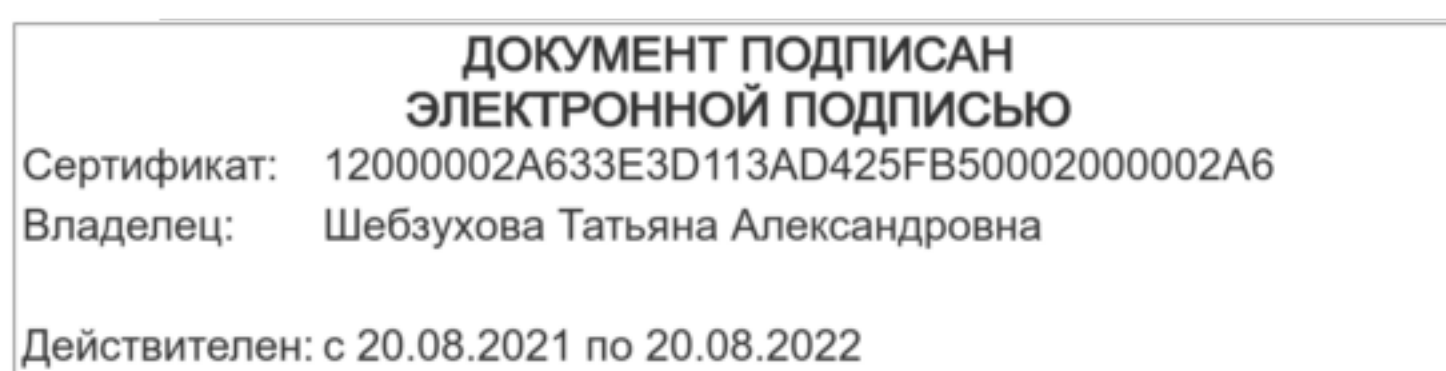
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Лабораторные занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины «Физика», использование специального лабораторного оборудования и технических средств. Лабораторные занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Лабораторные занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении экспериментальных задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью лабораторных занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.



1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика» является формирование у студентов компетенций позволяющий выработать навыки физических исследований в сферах академической, профессиональной и общенаучной деятельности.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новых технологий;
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач.

2. Оборудование и материалы

Лабораторный стенд «Скамья Жуковского». Лабораторный стенд «Машина Атвуда». Лабораторный стенд «Маятник Максвелла». Набор демонстрационный «Механические явления». Набор лабораторный «Механика» (расширенный).

Весы технические настольные с разновесами демонстрационный. Набор демонстрационный «Динамика вращательного движения». Трубка Ньютона. Набор демонстрационный «Газовые законы и свойства насыщенных паров». Набор демонстрационный «Молекулярная физика и тепловые явления». Набор демонстрационный «Звуковые колебания и волны». Набор демонстрационный «Динамика вращательного движения». Набор демонстрационный «Газовые законы и свойства насыщенных паров». Набор демонстрационный «Молекулярная физика и тепловые явления».

Комплект учебной мебели.

3. Наименование практических работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
1 семестр			
1	Лабораторная работа № 1. Обработка результатов физического эксперимента. Изучение движения тела брошенного под углом к горизонту.	1,5	–

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН КОЛИЧЕСТВЕННОГО И ГРАФИЧЕСКОГО ПОДПИСАТЕЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. ПОДТВЕРДИТЬ НА ОПУБЛИКОВАННОЙ ПОДПИСИ ИЛИ ПОДПИСИ ПОДПИСАТЕЛЯ ФОРМУЛ КИНЕМАТИКИ.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2	Лабораторная работа № 2. Изучение законов динамики поступательного и вращательного движений с помощью машины Атвуда. Проверка законов поступательного движения с помощью машины Атвуда.	1,5	—
3	Лабораторная работа №3. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника. Научиться определять скорость полета пули с помощью физического маятника.	1,5	—
4	Лабораторная я работа №4. Определение периода колебаний физического маятника. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.	1,5	—
5	Лабораторная работа №5. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости методом падающего шарика (метод Стокса). Познакомиться с методом измерения вязкости жидкой среды.	1,5	—
6	Лабораторная работа №6. Определение отношения удельных теплоемкостей воздуха методом адиабатического расширения. Изучить газовые законы, первый закон термодинамики и понятие теплоёмкости. Определить отношение теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме (коэффициент Пуассона) в условиях, близких к нормальным.	1,5	—
7	Лабораторная работа №7. Изучение электростатического поля. Изучение электростатического поля; построение эквипотенциальных поверхностей поля.	1,5	—
8	Лабораторная работа №8. Измерение сопротивления с помощью моста Уитстона. Целью работы является изучение метода измерения сопротивления проводников с помощью мостовой схемы и определение удельного сопротивления материала проводника.	1,5	—
9	Лабораторная работа №9. Исследование электрической цепи постоянного тока. Изучение зависимости силы тока, напряжения, полной полезной мощности и к.п.д. исследования цепи.	1,5	—
10	Лабораторная работа №10. Изучение явления электромагнитной индукции. Изучение электрических токов возни-	1,5	—

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	кающих при явлении электромагнитной индукции.		
11	Лабораторная работа №11. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.	1,5	—
12	Лабораторная работа №12. Исследование колебаний в простом колебательном контуре. Изучение затухающих электрических колебаний колебательном контуре.	1,5	—
13	Лабораторная работа №13. Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решётки. Познакомится с явлением дифракции света в параллельных лучах дифракционной решетки.	1,5	—
14	Лабораторная работа №14. Изучение внешнего фотоэффекта. Изучение явления электронного внешнего фотоэффекта.	1,5	—
15	Лабораторная работа №15. Изучение энергетического спектра электронов. Определение длины пробега элементарных частиц в воздухе при атмосферном давлении и определение максимальной энергии бета-частиц при помощи метода поглощения.	1,5	—
16	Лабораторная работа №16. Изучение космического излучения. Определение величины и интенсивности космического излучения.	1,5	—
17	Лабораторная работа №17. Проверка закона Малюса. Проверить выполнение закона Малюса.	1,5	—
18	Лабораторная работа №18. Изучение энергетического электронного спектра. Определение длины пробега элементарных частиц в воздухе при атмосферном давлении и определение максимальной энергии бета-частиц при помощи метода поглощения.	1.5	—
Итого за 1 семестр		27	—
Итого		27	—

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа № 1

Тема работы. Обработка результатов физического эксперимента. Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту.

Цель работы. Изучить методы количественного и графического представления экспериментальных результатов. Подтвердить на опыте справедливость формул кинематики.

Теоретическая часть.

Классификация погрешностей

Истинное значение физической величины абсолютно точно определить нельзя. При измерениях физических величин под действием самых разнообразных причин возникают *погрешности* измерений. Все погрешности принято разделять на *систематические, случайные и промахи* (ошибки).

Погрешности, допускаемые при прямых измерениях, нередко называются *приборными*, так как обусловлены классом точности прибора, который указывается либо на самом приборе, либо в паспорте. В тех случаях, когда на приборе класс точности не указан, абсолютная погрешность принимается равной половине цены деления.

Случайные погрешности имеют статистический характер, их математическая обработка производится с помощью теории вероятностей. При многократном измерении равновероятно получить результат как больший, так и меньший, чем истинное значение измеряемой величины.

Пусть проведено n измерений величины x и в результате получено n значений: $x_1, x_2, \dots, x_n$. Величина

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

называется *средним арифметическим* значением, является хорошим приближением к истинному значению измеряемой величины и, как правило, используется как окончательный итог серии

ла удобна для логарифмирования, оказывается более удобной формула относительной погрешности. Относительная погрешность $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x}$, но $d(\ln x) = \frac{dx}{x}$ и, следовательно, $\Delta(\ln x) = \frac{\Delta x}{x}$.

Иначе говоря, относительную погрешность можно рассчитать, если взять дифференциал натурального логарифма, определяющий зависимость данной величины от измеряемых величин. Наиболее часто встречающиеся формулы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Математическая операция	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
$x+y$	$\Delta x + \Delta y$	$\frac{\Delta x + \Delta y}{x + y}$
$x-y$	$\Delta x + \Delta y$	$\frac{\Delta x + \Delta y}{x - y}$
xy	$y\Delta x + x\Delta y$	$\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}$
xyz	$yz\Delta x + xz\Delta y + xy\Delta z$	$\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} + \frac{\Delta z}{z}$
x/y	$\frac{y\Delta x - x\Delta y}{y^2}$	$\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}$
x^n	$nx^{n-1} \cdot \Delta x$	$n \frac{\Delta x}{x}$
$\sqrt[n]{x}$	$\frac{1}{n} x^{\frac{1}{n}-1} \Delta x$	$\frac{1}{n} \frac{\Delta x}{x}$
$\frac{x}{1 \pm x}$	$\frac{\Delta x}{(1 \pm x)^2}$	$\frac{\Delta x}{x(1 \pm x)}$
e^x	$e^x \Delta x$	Δx
$\ln x$	$\frac{\Delta x}{x}$	$\frac{\Delta x}{x \ln x}$
$\sin x$	$\cos x \Delta x$	$ctgx \cdot \Delta x$
$\cos x$	$-\sin x \Delta x$	$tgx \cdot \Delta x$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

tgx	$\frac{\Delta x}{\cos^2 x}$	$\frac{2\Delta x}{\sin 2x}$
$ctgx$	$\frac{\Delta x}{\sin^2 x}$	$\frac{2\Delta x}{\sin 2x}$

Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту

Тело, брошенное под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 , будет двигаться по криволинейной траектории, в любой точке которой вектор скорости может быть разложен на две составляющие – горизонтальную и вертикальную (рис.1).

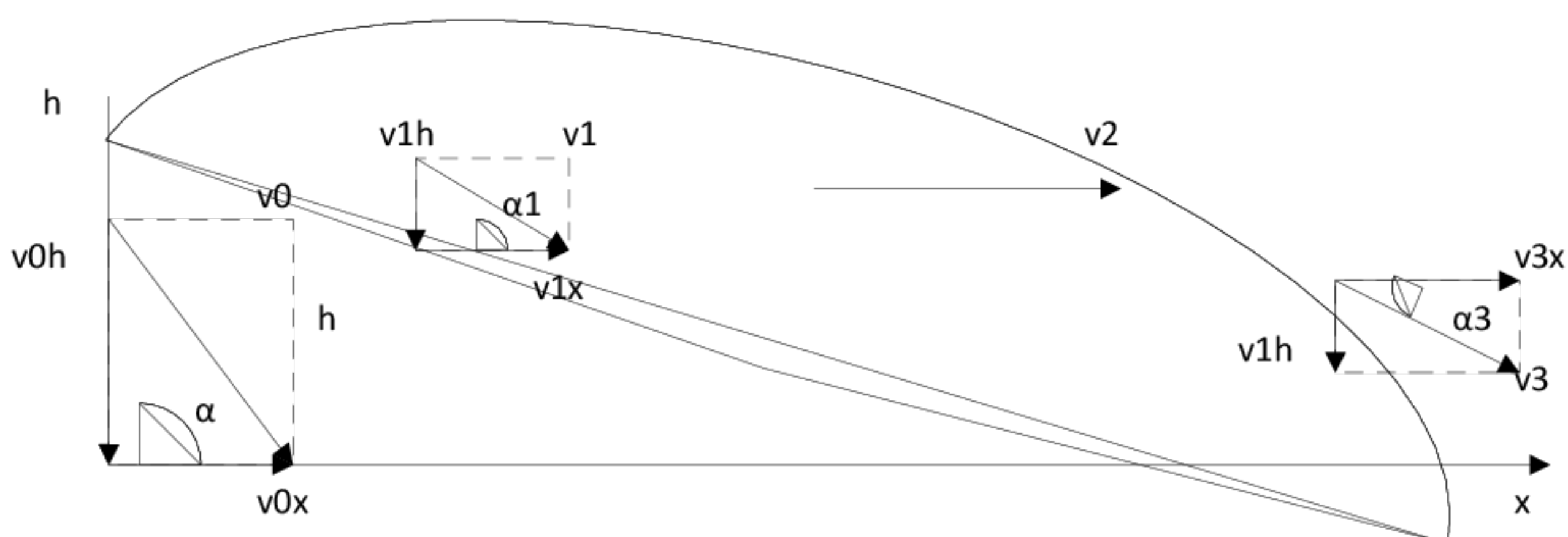


Рис.1.

Проекции этих векторов на оси координат, начало которых выбрано в точке бросания, равны:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y &= v_0 \cdot \sin \alpha - gt \end{aligned} \quad (1)$$

При этом горизонтальная составляющая скорости не будет меняться с течением времени, т. к. ускорение свободного падения не имеет горизонтальной составляющей, а направленно вертикально вниз. Вертикальная составляющая скорости будет меняться по закону равнопеременного движения с ускорением $a = g$.

Изменение координат тела имеет вид.

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y &= h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Траектория тела, брошенного под углом к горизонту, представляет собой параболу. В вершине этой параболы вертикальная составляющая скорости равна нулю. В точке падения скорость тела равна по абсолютной величине скорости тела в точке бросания, а

направление ее составляет тот же угол, что и в точке бросания. Это следует из симметрии параболы и имеет место в отсутствие сопротивления воздуха.

Начальную скорость тела, брошенного под углом к горизонту можно определить из уравнения (1).

$$v_0 = \frac{\ell}{\cos \alpha \cdot t} \quad (3)$$

Где ℓ - дальность полета - изменение положения тела по оси x.

Время полета можно определить из уравнения (2). В наивысшей точке траектории движения тела скорость $v_y=0$. Время, соответствующее этому моменту, составляет половину всего времени полета тела, тогда

$$0 = v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt}{2},$$

отсюда время полета тела

4. Выстрелите 5-7 раз при одних и тех же значениях x и F . При каждом выстреле измеряйте дальность полета S . Вычислите относительную погрешность непосредственного измерения дальности S .

5. Вычислите:

- а) коэффициент жесткости пружины пистолета k ;
- б) начальную скорость полета шарика u_0 ;
- в) вертикальную составляющую начальной скорости u_{0y} ;
- г) вертикальную составляющую конечной скорости u_y ;
- д) горизонтальную составляющую начальной скорости u_{0x} ;
- е) горизонтальную составляющую конечной скорости u_x .

6. Вычислите дальность полета по и сравните со значением, полученным в пункте 4.

7. Вычислите изменение импульса шарика за время полета $|\Delta \vec{p}|$. Вычислите силу, изменившую импуль

Цель работы. Проверка законов поступательного движения с помощью машины Атвуда.

Теоретическая часть.

Поступательным движением называют движение, при котором любая линия, проведенная в теле, остается параллельной самой себе. При таком движении траектории, скорость и ускорения точек тела совпадают. Следовательно, движение тела можно заменить движением его одной точки. Чаще всего, выбирают движение центра тяжести тела.

Основное уравнение поступательного движения, (второй закон Ньютона) имеет вид:

$$m \cdot \vec{a} = \sum \vec{F}$$

где m – масса, $\vec{a}$ – ускорение тела, $\sum \vec{F}$ – сумма сил, действующих на тело.

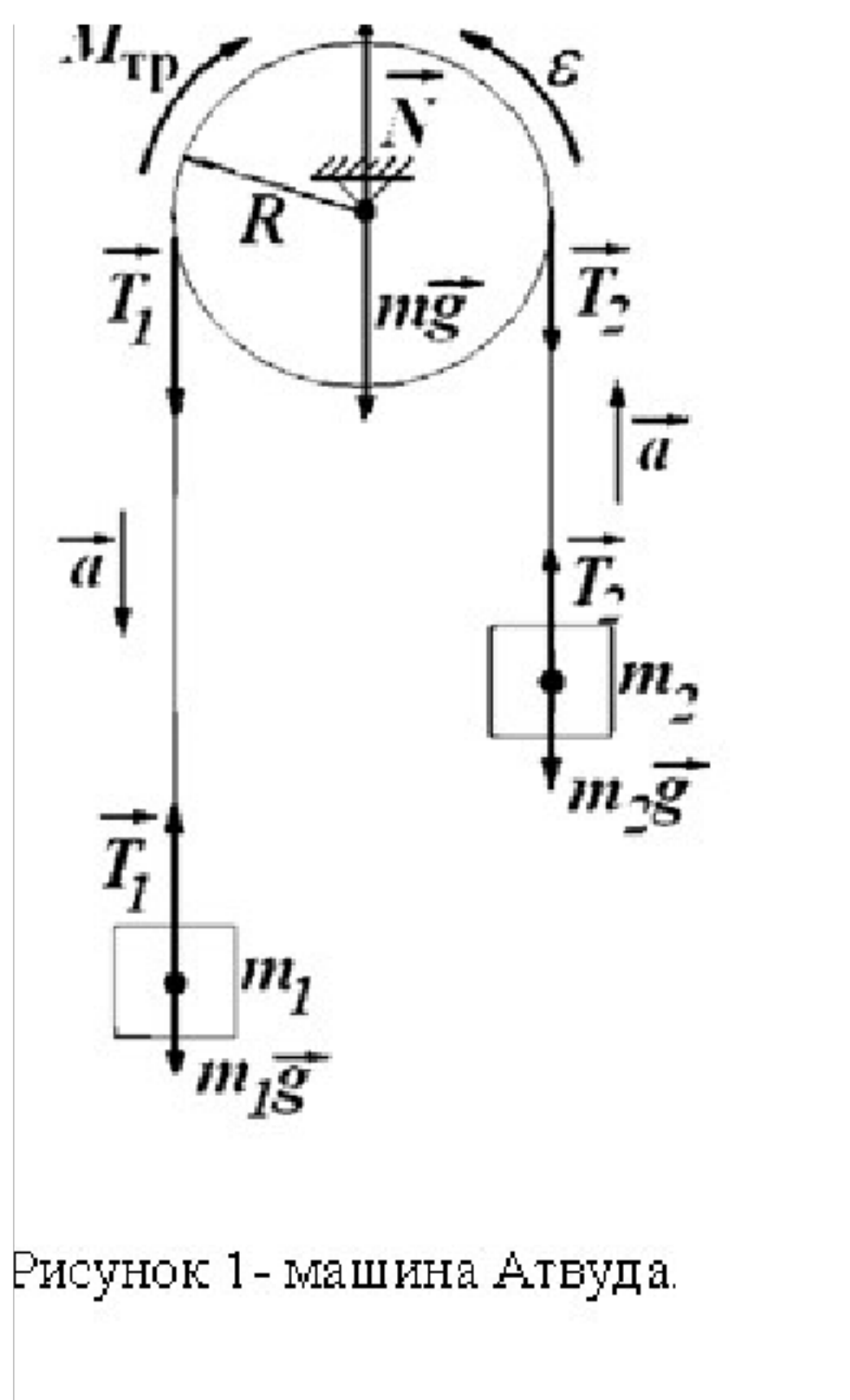


Рисунок 1- машина Атвуда.

Описание установки, вывод расчетных формул

Общий вид установки приведён на рисунке 2. На вертикальной стойке 1 расположены три кронштейна: нижний 2, средний 3, верхний 4.

На верхнем кронштейне 4 крепится блок, через который перекинута нить с грузами 5, одинаковой массы. Внизу находится электромагнит, который при подаче на него напряжения удерживает систему с грузами в неподвижном состоянии.

При проведении опыта с одними значениями пройденного пути S и и массы перегрузки Δm_1 из первых двух уравнений системы можно определить силы натяжения нитей:

$$T_1 = m_1 \cdot (a + g)$$

$$T_2 = m_2 \cdot (a + g)$$

Зная силы натяжения третьего уравнения можно найти момент сил трения:

$$M_{\text{тр}} = (T_2 - T_1) \cdot R - I \cdot \varepsilon$$

Опыт с одними перегрузками провести для двух значений S (0,6 м и 0,8 м). Сравнить значения сил напряжения и моменты сил трения для этих двух серий момента.

Обор

$$\Delta\Pi = m \cdot g \cdot S$$

13. Найти значение выражения $\Delta\Pi - (K_{cp} + K_{от})$
14. Объяснить полученный результат.

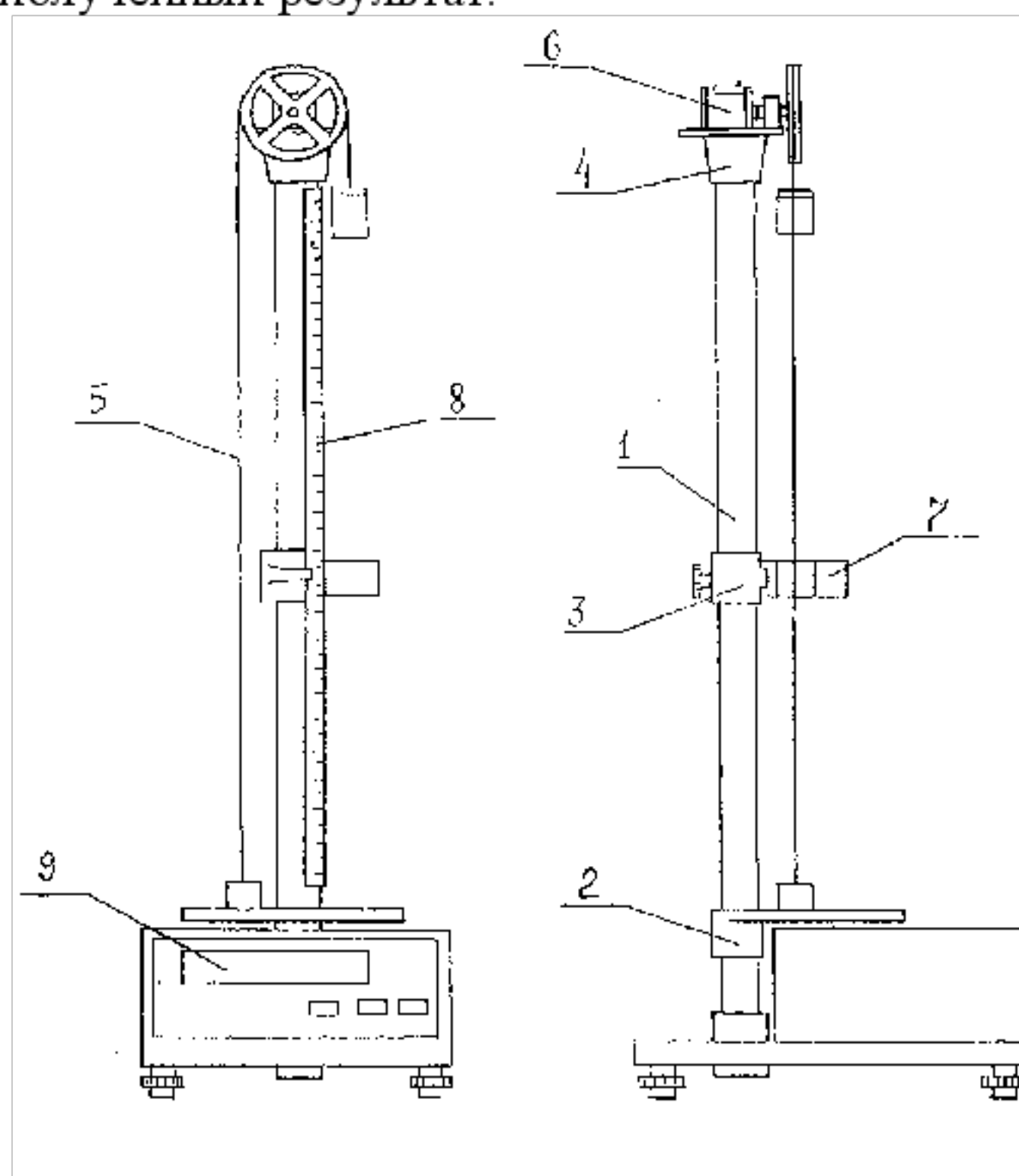


Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки

Содержание отчета.

Отчет по лабораторным работам должны содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- конспект основных законов, определений, понятий, формул;
- основное оборудование, схема установки;
- описание по пунктам выполненной работы;
- результаты измерений и расчетов (таблицы, графики);
- оценка погрешностей;
- ответы на контрольные вопросы;
- выводы по результатам выполненной работы, дата, подпись.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение поступательного движения твердого тела.
2. Что такое материальная точка и абсолютно твердое тело?
3. Объясните, что такое система отсчета?
4. Перечислите и объясните основные кинематические характеристики поступательного движения.

5. Сформулируйте первый закон Ньютона.

6. Дайте определение массы и импульса тела.

7. Сформулируйте второй закон Ньютона.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

8. Что такое равнодействующая сила?
9. Объясните третий закон Ньютона.
10. Дать определение сил упругости. Что такое упругая деформация ?
11. На чем основывается вывод расчетных формул в данной лабораторной работе?

Лабораторная работа № 3

Тема работы. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.

Цель работы. Научиться определять скорость полета пули с помощью физического маятника.

Теоретическая часть.

Физический маятник состоит из уловителя ("А" на рис.1) в виде цилиндра, заполненного пластичным материалом, который закреплен на стержне, способном свободно, с очень малым трением, качаться вместе с уловителем вокруг неподвижной оси. На

Рис.1. Физический маятник

При неупругом ударе закон сохранения механической энергии не выполняется, однако, к процессу качания маятника, мы можем применить закон сохранения энергии. Непосредственно после удара маятник вместе с засевшей в нем пулей будет, как мы видели из (1), иметь угловую скорость, равную ω_0 . Следовательно, он будет иметь и соответствующий ей запас кинетической энергии, который затем в момент наибольшего отклонения (и мгновенной остановки маятника) превратится в потенциальную энергию:

$$E_k = \frac{(I + ma^2)\omega_0^2}{2} \quad 22 \backslash * MERGEFORMAT$$

$$E_n = \left(M + m \frac{a}{l} \right) gh \quad 33 \backslash * MERGEFORMAT$$

$E_k = E_n$, следовательно

$$v = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \frac{\sqrt{(ma^2 + I) \left(m \frac{a}{l} + M \right) gl}}{ma}$$

66* MERGEFOR-

Все величины, входящие в выражение (6), могут быть определены экспериментально.

Оборудование и материалы.

Установка, состоящая из физического маятника, подвешенного на горизонтальной оси и транспортира, пневматический пистолет, дротик.

Указания по технике безопасности.

1. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, изучившие правила техники безопасности.
2. Лабораторные работы могут проводиться только под руководством и наблюдением преподавателя.
3. Распо

- период качаний надо определить как среднее за 20—30 качаний, чтобы уменьшить погрешность измерения времени секундомером.

Момент инерции вычисляется, исходя из (7), как

$$I = \frac{MglT^2}{4\pi^2}.$$

88* MERGEFORMAT ()

Теоретическое значение момента инерции можно найти как сумму момента инерции стержня относительно оси вращения, перпендикулярной стержню и проходящей через один из его концов $I_{cm} = \frac{1}{3}m_2a^2$ и момент инерции уловителя, который (в связи с достаточно большим расстоянием до оси вращения) можно принять за материальную точку, тогда $I_{yn.} = m_1a^2$, а теоретическое значение момента инерции баллистического маятника

1. Как определяется кинетическая энергия при поступательном движении? При вращательном движении?
2. Объясните, почему при неупругом ударе не выполняется закон сохранения механической энергии.
3. Сформулируйте и запишите закон сохранения импульса для неупругого взаимодействия пули и физического маятника (объясните вывод формулы (1)).
4. Сформулируйте теорему Штейнера.
5. Что такое момент инерции? Как определяется момент инерции стержня относительно оси, проходящей через один его концов.
6. Вывести формулу (6).

Лабораторная работа № 4

Тема работы. Определение периода колебаний физического маятника

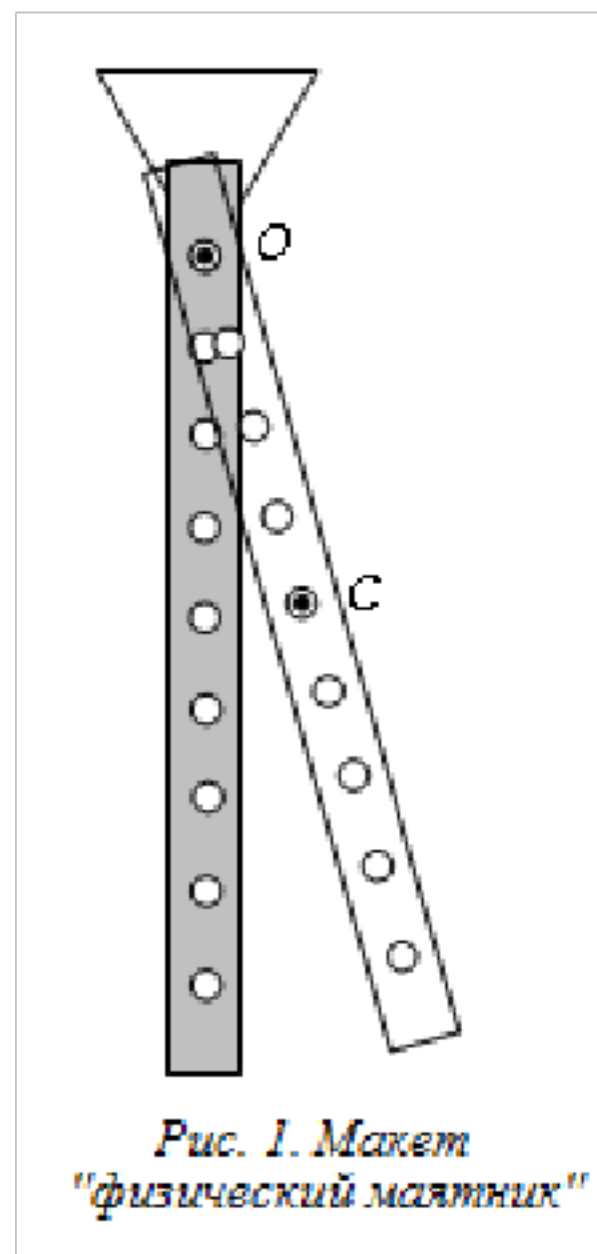
Цель работы. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.

Теоретическая часть.

Физическим мая

ние от точки подвеса стержня O до центра масс стержня C , например, на *рис. 1* расстояние OC равно 40 см. Центр масс C однородного стержня находится посередине стержня.

Если стержень отклонить от положения равновесия на угол $3^\circ \div 5^\circ$, то он будет совершать колебания близкие к гармоническим. Время колебаний измеряется секундомером.



Период колебаний физического или математического маятника в общем случае зависит от амплитуды колебаний маятника. Но если

$$J_0 = \frac{1}{12} ml^2$$

где l – длина стержня, m – масса стержня.

Таким образом

$$J = J_0 + md^2 = \frac{1}{12} ml^2 + md^2 = \frac{m(l^2 + 12d^2)}{12}$$

Приведенная длина физического маятника в данной лабораторной работе определяется по формуле:

$$L = \frac{J}{md} = \frac{m(l^2 + 12d^2)}{12md} = \frac{l^2 + 12d^2}{12d} \quad (5)$$

Тогда период колебаний физического маятника в данной лабораторной работе определяется по формуле:

2. Подвешивают маятник на штырь вторым, третьим и четвертым отверстиями по очереди и повторяют измерения пункта 1.

При этом $d_2 = 30 \text{ см}$, $d_3 = 20 \text{ см}$, $d_4 = 10 \text{ см}$.

Длина стержня $l = 1 \text{ м}$.

Данные измерений занести в таблицу

Таблица 1.

d м	$\langle t \rangle$ с	$T_{\text{изм}}$ с	L м	$T_{\text{расч}}$ с
0,4				
0,3				

- выталкивающая (архимедова) $F_A = m_{ж}g = \frac{4}{3}\rho_{ж}\pi r^3 g$,
где $m_{ж}$ – масса вытесненной шаром жидкости; $\rho_{ж}$ – ее плотность;
- $F_{тр}$ – сила сопротивления, вычисляемая по формуле (4).

При попадании шарика в вязкую жидкость его скорость уменьшается. Так как сила сопротивления прямо пропорциональна скорости, то и она будет уменьшаться до тех пор, пока движение не станет равномерным. В этом случае:

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{F}_{тр} = 0 \quad (5)$$

В скалярной форме при подстановке соответствующих выражений для сил, формула (5) будет иметь вид

$$\frac{4}{3}\rho\pi \cdot r^3 g - \frac{4}{3}\rho_{$$

Стеклянный цилиндр, заполненный глицерином, секундомер, пинцет, шарики, микроскоп или отсчетный микроскоп.

Указания по технике безопасности.

1. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, изучившие правила техники безопасности.
2. Лабораторные работы могут проводиться только под руководством и наблюдением преподавателя.
3. Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.
4. Не держите на рабочем столе предметы, не требующиеся для выполнения задания.
5. Перед тем, как приступить к работе тщательно изучите её описание, уясните ход выполнения работы.

Задания.

1. Измерив диаметр шарика, опустить шарик в жидкость как можно ближе к оси цилинд

3. Как записывается формула Ньютона для внутреннего трения?
4. Что показывает градиент скорости? В каких единицах он измеряется?
5. От чего зависит сила трения при движении тел шарообразной формы в вязкой среде?
6. Какие силы действуют на падающий в вязкой среде шарик и каков характер движения шарика?
7. В каких единицах измеряют вязкость? От чего она зависит?

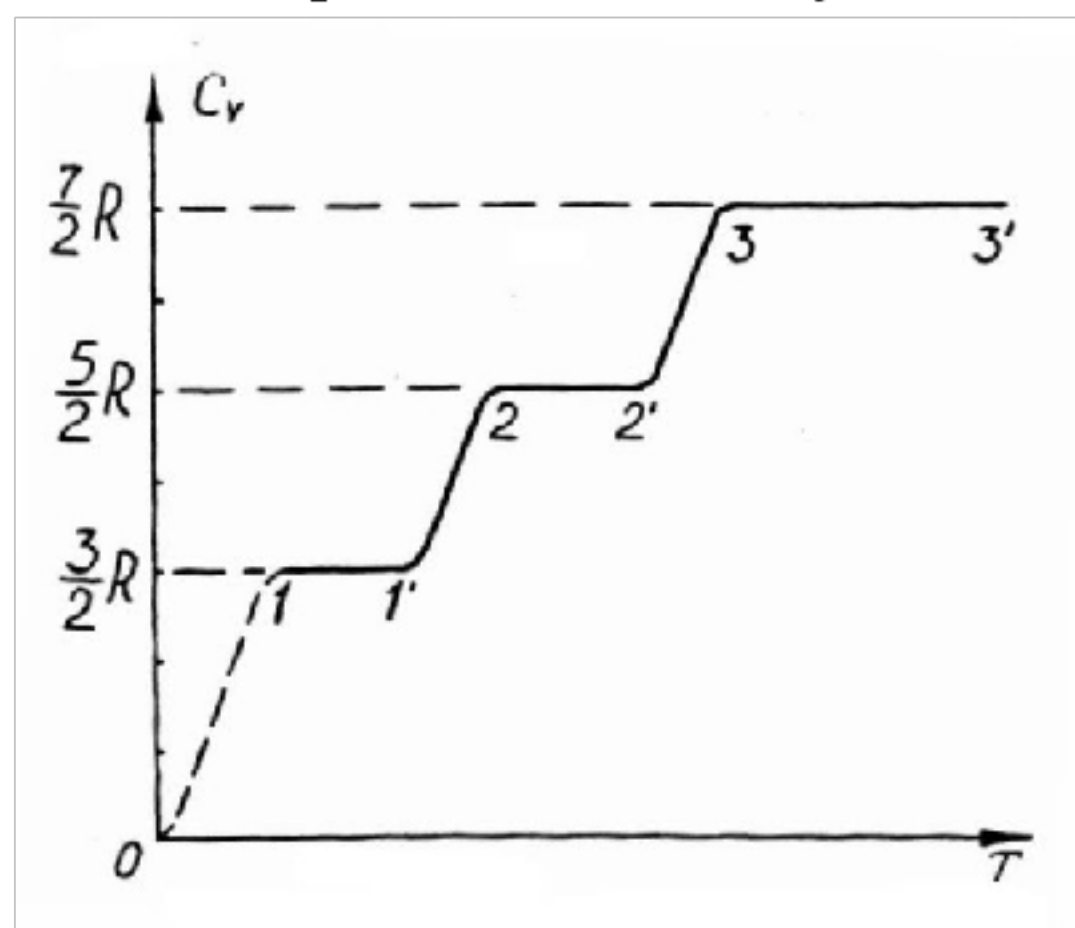
Лабораторная работа № 6

Тема работы. Определение отношения удельных теплоемкостей воздуха методом адиабатического расширения.

Цель работы. Изучить газовые законы, первый закон термодинамики и понятие теплоёмкости. Определить отношение теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме (коэффициент Пуассона) в условиях, близких к нормальным.

На рисунке 2 показана зависимость молярной теплоёмкости C_V^M водорода (H_2) от температуры, из которой следует, что теплоемкость реального газа не зависит от температуры только в определенных температурных интервалах. При этом в интервале 1-1' необходимо учитывать только поступательные степени свободы ($i=3$); в интервале 2-2' - поступательные и вращательные ($i=5$); в интервале 3-3' - поступательные, вращательные и колебательные ($i=6$). Описанная зависимость теплоемкости реального газа от температуры обусловлена квантовой природой молекул и объясняется в соответствующих разделах курса физики.

Температуры, выше которых необходимо учитывать температурную зависимость



Изохорный процесс. Процесс называется изохорным, если объем тела при изменении температуры остается постоянным, т.е. $V=const$ и $m=const$. В этом случае $dV = 0$. Следовательно, и $dA = 0$, т.е. при этом вся подводимая к газу теплота идет на увеличение его внутренней энергии. Тогда из уравнений (6) и (7) следует, что молярная теплоемкость газа при постоянном объеме равна

$$C_V^M = \frac{dU}{dT} = \frac{i}{2} R. \quad (8)$$

Изобарный процесс. Процесс, протекающий при постоянном давлении $p = const$ и $m=const$, называется изобарным. Для этого случая формула (6) переписывается в виде:

$$C_p^M = \frac{dU}{dT} + p \frac{dV}{dT}. \quad (9)$$

Из уравнения газового состояния (

$$p_3 = p_0 + \Delta p_3, \quad (31)$$

где p_0 – давление окружающей среды, то есть атмосферное давление, Δp_1 и Δp_3 – давление, пропорциональное разности уровней жидкости в манометре в состояниях 1 и 3 соответственно.

Подставив (29), (30), (31) в уравнение (28), получим

$$\left(1 + \frac{\Delta p_1}{p_0}\right)^{\gamma-1} = \left(1 + \frac{\Delta p_3}{p_0}\right)^{\gamma} \quad (32)$$

Разложив обе части полученного выражения в ряд по малому параметру и ограничившись первыми двумя членами ряда (в силу малости вторых слагаемых в левой и правой частях), получим

$$1$$

5. Открыть кран так, чтобы воздух в баллоне был соединен с атмосферой, и быстро его закрыть в момент, когда уровни жидкости в обоих коленах манометра сравняются. При этом давление воздуха в баллоне станет равным атмосферному p_0 – это состояние, соответствующее точке 2 на рисунке 4.

6. Выждать, чтобы воздух в баллоне после адиабатного расширения нагрелся, и его температура приблизилась к комнатной температуре. При этом давление в баллоне повысится и вновь появится разность уровней жидкости в манометре. Когда уровни перестанут перемещаться, сделать новый отсчет показаний установившихся уровней в коленах манометра $h'_л$ и h'_{np} . Определить разность уровней h .

7. При помощи крана Д соединить баллон с атмосферой.

8. Опыт повторить не менее 5 раз по пунктам 1-7 (по указанию преподавателя).

3. Что называется числом степеней свободы системы? Каково число степеней свободы одно-, двух- и многоатомной молекулы? Чем обусловлено различие числа степеней свободы для разных молекул?
4. Что такое внутренняя энергия? Как найти внутреннюю энергию идеального газа?
5. Назовите способы изменения внутренней энергии. Как рассчитать работу идеального газа?
6. Сформулируйте первое начало термодинамики.
7. Дайте определения теплоемкости системы, удельной и молярной теплоемкостей.
8. Дайте определения изотермическому, изобарному, изохорному и адиабатическому газовым процессам, проанализируйте их с помощью первого начала термодинамики. Приведите графики соответствующих изопроцессов.
9. Запишите формулы для молярных теплоемкостей идеального газа. Объясните, почему теплоемкость газа при постоянном давлении больше, чем при постоянном объеме.
10. Выразите коэффициент Пуассона через число степеней свободы молекулы.
11. Постройте график процессов, происходящих с воздухом при выполнении данной работы и объясните его.

Лабораторная работа № 7

7. Записать окончательный результат.

Содержание отчета.

Отчет по лабораторным работам должны содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- конспект основных законов, определений, понятий, формул;
- основное оборудование, схема установки;
- описание по пунктам выполненной работы;
- результаты измерений и расчетов (таблицы, графики);
- оценка погрешностей;
- ответы на контрольные вопросы;
- выводы по результатам выполненной работы, дата, подпись.

Контрольные вопросы.

1. Сформулировать закон Ома.
2. Сформулировать правила Кирхгофа.
3. Вывести условия равновесия моста используя правила Кирхгофа.
4. Изменится ли условие равновесия моста, если гальванометр и источник тока поменять местами?
5. Как

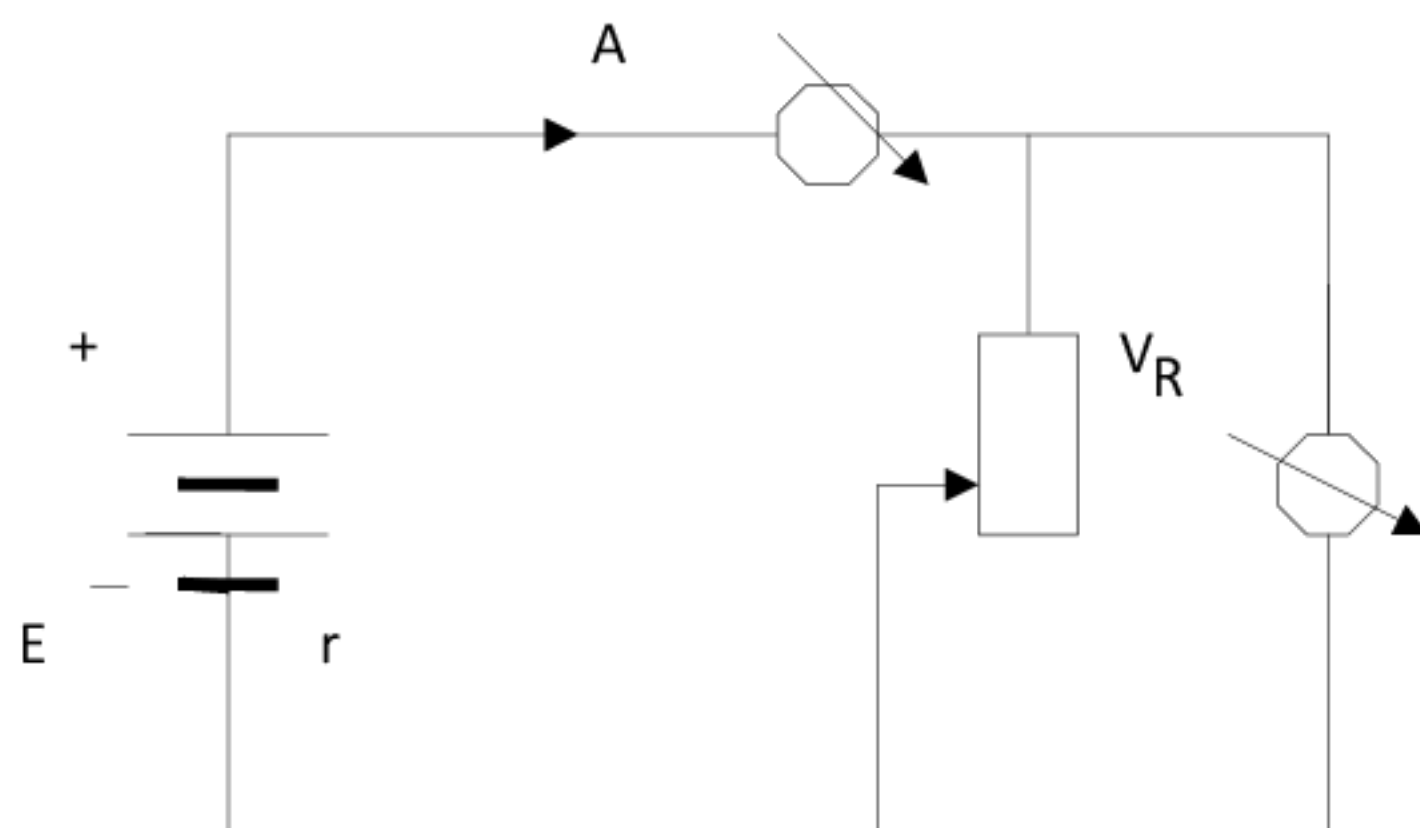
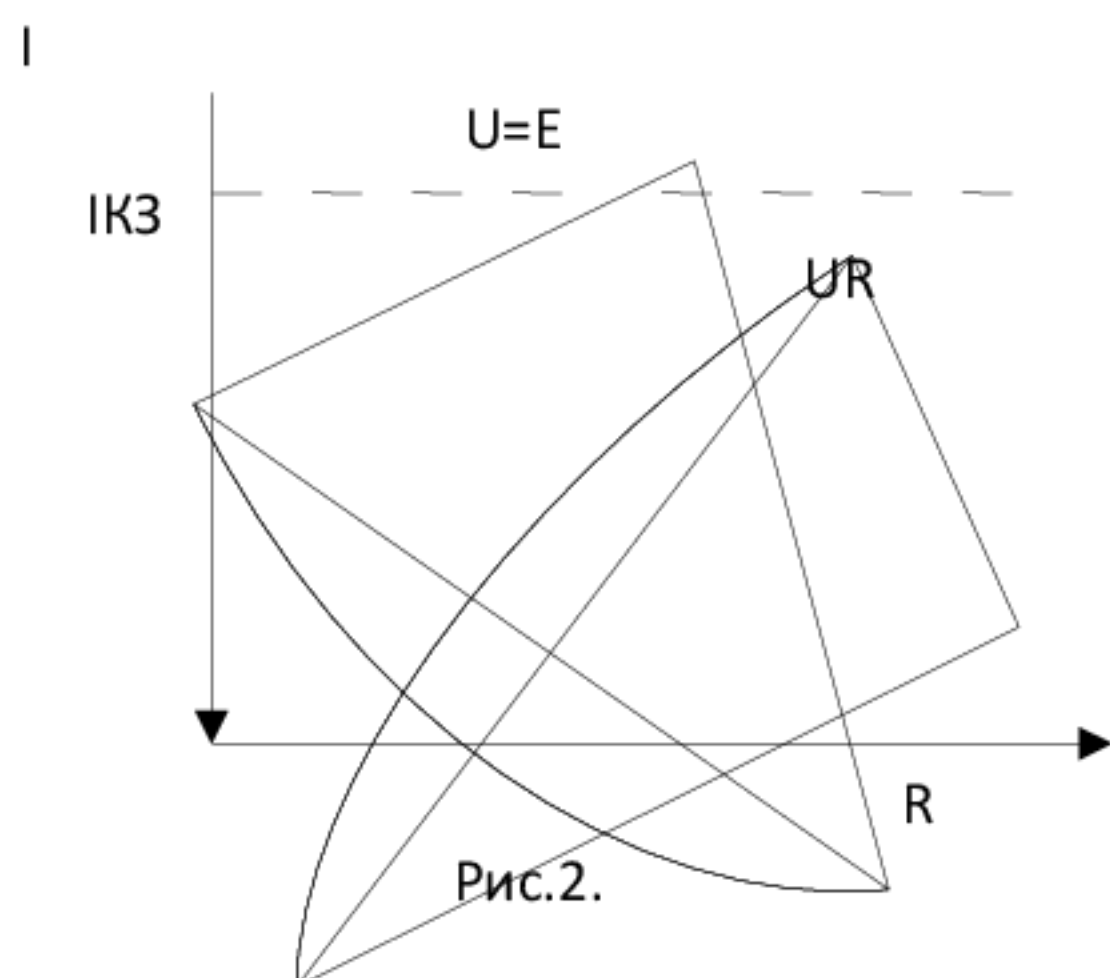


Рис.1.



На рис. 1 представлена простейшая цепь, состоящая из источника постоянного тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r и нагрузочного реостата R . Для измерения силы тока и напряжения на нагрузке в цепь включены амперметр A и вольтметр V . В такой цепи

$$U_R = \frac{E}{R+r} R = \frac{E}{1 + \frac{r}{R}} \quad (3)$$

Отсюда видно, что с ростом сопротивления нагрузки напряжение на ней возрастает, асимптотически приближаясь к величине ЭДС при $R \rightarrow \infty$ (рис. 2).

При прохождении электрического тока в цепи происходит выделение полной мощности

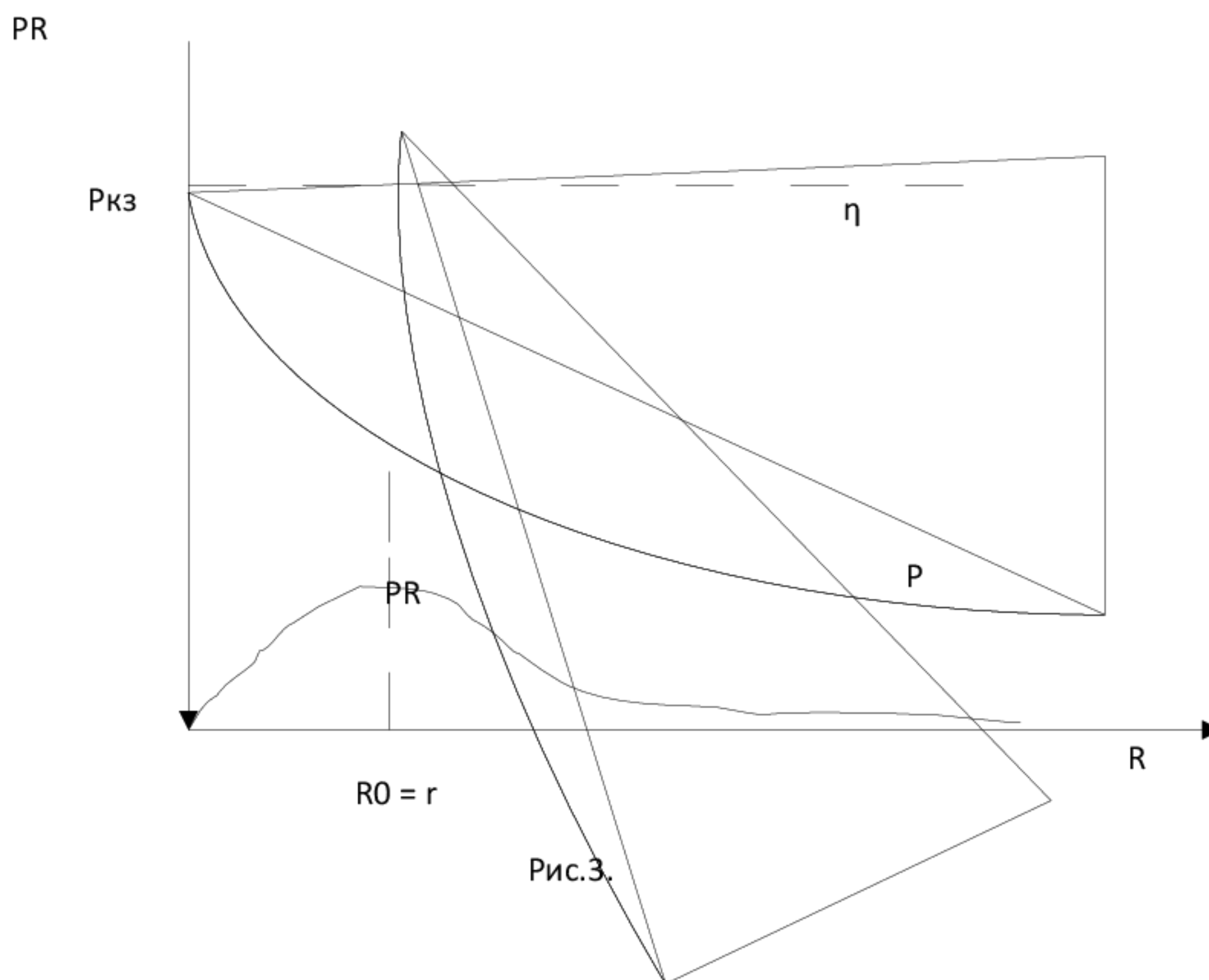
$$P = IE, \quad (4)$$

при этом мощность, выделяемая на нагрузке

$$P_R = IU_R, \quad (5)$$

является полезной мощностью.

Из (4) видно, что полная мощность, развиваемая источником, зависит от сопротивления нагрузки R

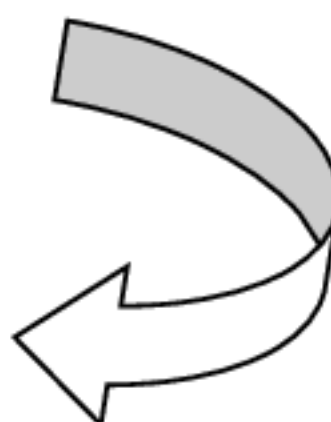
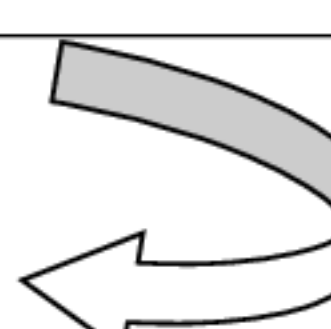
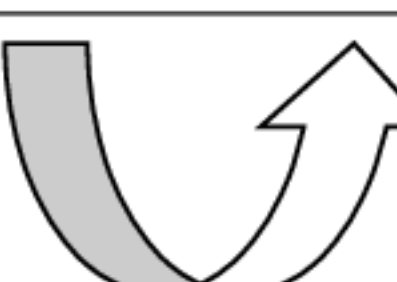


Полезная мощность, в этом случае, составляет четверть мощности короткого замыкания.

Отношение полезной мощности ко всей мощности, развиваемой источником в цепи, определяет коэффициент полезного действия (к.п.д.) η источника.

$$\eta = \frac{P_R}{P} = \frac{IU_R}{IE} = \frac{U_R}{E} = \frac{R}{R+r} \quad (9)$$

Из этой формулы следует, что η будет

2	Удаление из катушки северного полюса магнита		←	←	-
3	Внесение в катушку южного полюса магнита		←	→	+
4	Удаление из катушки южного полюса магнита		→	→	-

Содержание отчета.

где W_C – энергия конденсатора, $W_C = q^2 / 2C$,

W_L – энергия магнитного поля катушки, $W_L = Li^2 / 2$.

Здесь q – заряд конденсатора в данный момент времени, i – сила тока в контуре в этот же момент.

Количество тепла, выделяющееся в проводнике за время dt :

$$dQ = i^2 R dt.$$

Используя эти соотношения, преобразуем уравнение (1):

$$\begin{aligned} -d\left(\frac{q^2}{2C}\right) &= d\left(L \frac{i^2}{2}\right) +$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}, \quad (8)$$

q_0 и α – некоторые постоянные, соответствующие начальной амплитуде и начальной фазе колебания.

Выражение (11.7) есть уравнение затухающих электрических колебаний, циклическая частота которых равна ω , а амплитуда экспоненциально убывает с течением времени (рис. 3).

Период этих колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}} \quad (9)$$

