

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 25.08.2023 12:28:09
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «ФИЗИКА»
для студентов направления подготовки
19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
Направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

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

Пятигорск, 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. Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту.	
4.2	Лабораторная работа №2. Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.	
4.3	Лабораторная работа №3. Определение момента инерции махового колеса.	
4.4	Лабораторная работа №4. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.	
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 обучающихся по дисциплине	
5.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	
	Приложения	

Введение

Целью работы в лаборатории является углубление и закрепление приобретенных теоретических знаний путем экспериментальной проверки теоретических положений, а также знакомство с электронными компонентами, оборудованием, измерительными приборами и аппаратурой, используемыми в лаборатории.

В результате выполнения лабораторных работ студенты должны приобрести умения и навыки по сборке и исследованию электронных схем и приборов, измерениям электрических величин. Тематика лабораторных работ полностью соответствует содержанию основных разделов курса, изучаемого в высших технических учебных заведениях. В предлагаемом учебном пособии описано одиннадцать лабораторных работ. В описании каждой лабораторной работы сформулирована ее цель, изложены основные теоретические положения, описана схема установки для проведения экспериментального исследования, даны рекомендации по проведению опытов и обработке результатов измерений, а также контрольные вопросы.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика» является формирование у студентов компетенции ОПК-2, как средства, позволяющего 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

Аппаратные средства:

Лаборатория механики и молекулярной физики

- 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»

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

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

3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1	Лабораторная работа № 1. Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту. Подтвердить на опыте справедливость формул кинематики, законов динамики и законов сохранения импульса и энергии.	1,5	
2	Лабораторная работа № 2. Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний. Определить модуль сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний.	1,5	
3	Лабораторная работа № 3. Определение момента инерции махового колеса. Найти момент инерции твердого тела.	1,5	
4	Лабораторная работа № 4. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.	1,5	
	Итого за 3 семестр:	6	
	Итого:	6	

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. Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту

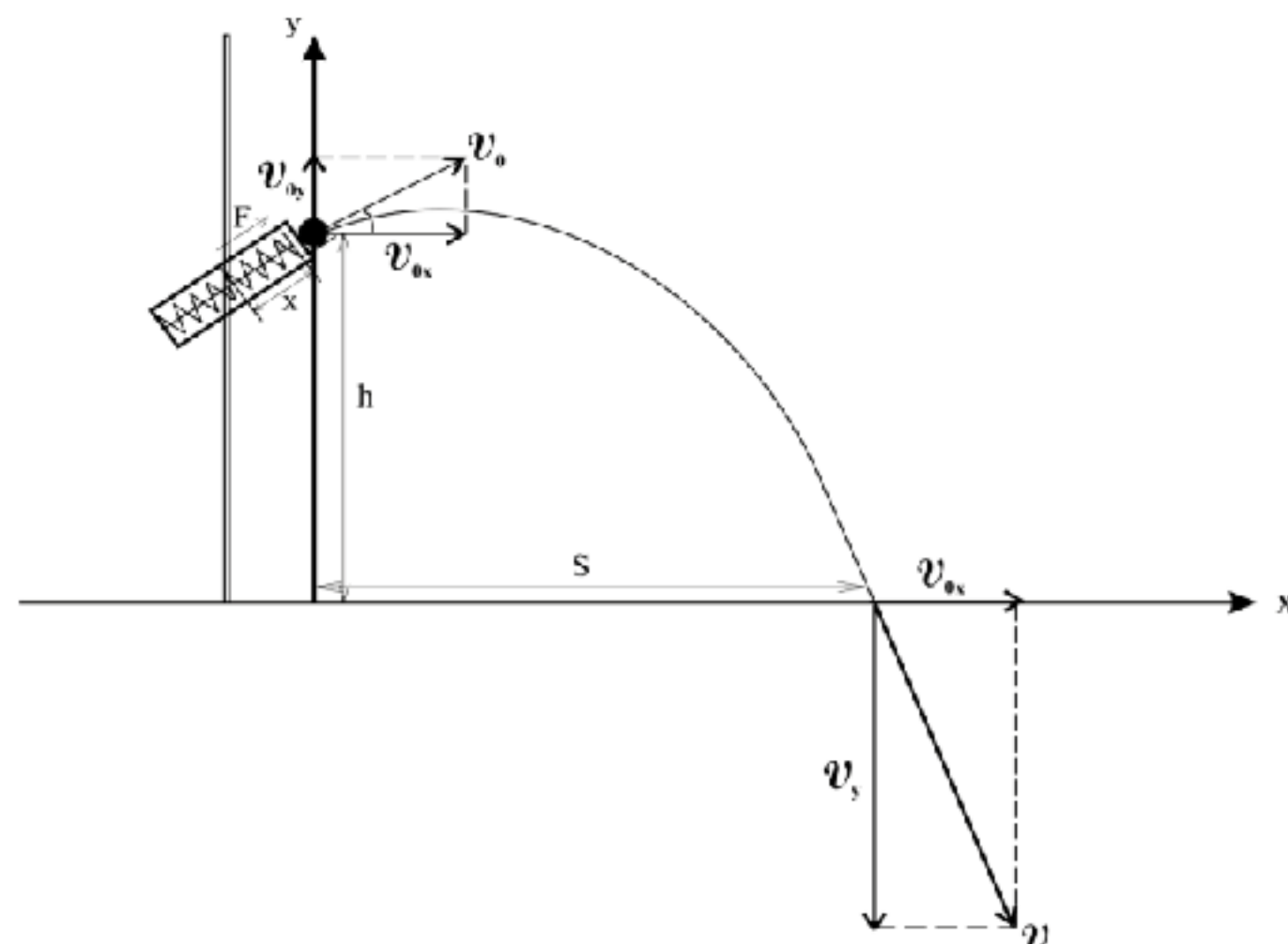
Цель работы: подтвердить на опыте справедливость формул кинематики, законов динамики и законов сохранения импульса и энергии.

Основы теории:

Основной задачей механики является определение положения тела в пространстве в любой момент времени. Зная координаты тела всегда можно найти его скорости и ускорения (по определению этих величин). Основными законами, связывающими эти величины, силы и массу тела являются законы Ньютона и законы сохранения.

Из второго закона Ньютона $\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F$ легко получить уравнения движения тела под действием постоянной силы (равноускоренное движение или равномерное движение, если равнодействующая равна нулю).

Теория метода и описание установки



Установка представляет собой пружинный пистолет, который можно установить на разной высоте h и под разными углами α к горизонту. По шкале пистолета можно определить силу упругости пружины F и абсолютную ее деформацию $\Delta l = x$. По линейке, лежащей на столе, можно измерить дальность полета S шарика массой m .

Таким образом, непосредственно можно измерить высоту h , угол α , силу F , сжатие x , дальность полета S и массу шарика m .

Результаты непосредственных измерений должны, в пределах погрешностей измерений, удовлетворять законам кинематики и динамики.

При деформации пружины на x см. на шарик будет действовать сила упругости F . По формуле закона Гука, $F = kx$, найдем коэффициент упругости пружины

$$k = \frac{F}{x} \quad (1)$$

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

Потенциальная энергия пружины $W_{\text{упр}} = \frac{kx^2}{2}$ после ее распрямления перейдет в кинетическую энергию шарика, т.е. $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$. Следовательно

$$v_0 = x\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{F \cdot x}{m}} \quad (2)$$

Таким образом, шарик начинает свободный полет с начальной скоростью v_0 , направленной под углом α к горизонту. Горизонтальная составляющая скорости

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

вертикальная составляющая

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Время полета шарика ограничено временем движения по вертикали. Записав уравнение движения по вертикали $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$, зная, что $y = 0$, $y_0 = h$, можно вычислить время полета:

$$t = \frac{v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gh}}{g} \quad (5)$$

Зная время полета, можно найти дальность полета

$$S = v_{0x}t \quad (6)$$

и сравнить со значением дальности S , измеренным непосредственно.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Определите взвешиванием массу шарика m . Вычислите относительную погрешность массы m .

2. Закрепите пистолет на высоте h под углом α . Вычислите относительные погрешности высоты h и угла α .

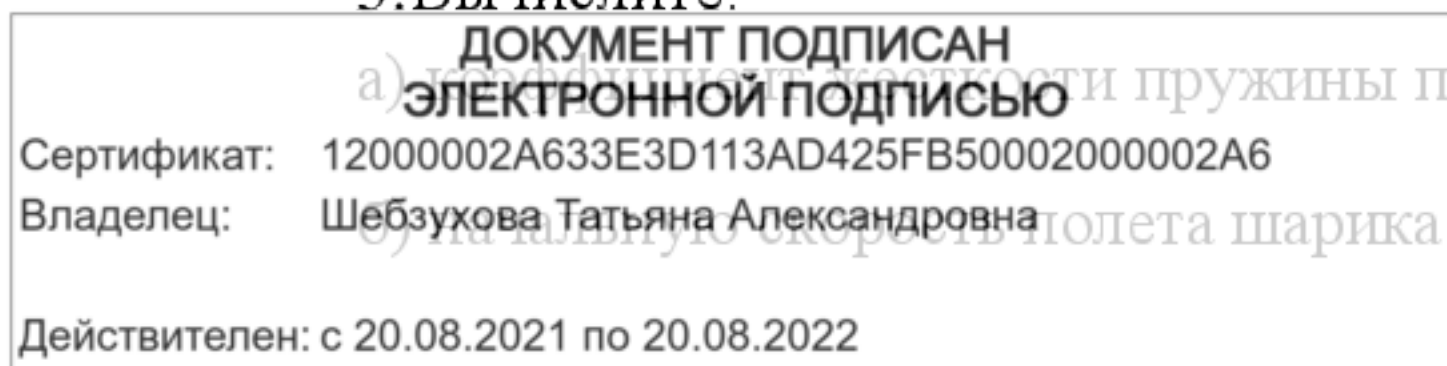
3. Растянув пружину пистолета на x см, определите по динамометру силу F . Вычислите относительные погрешности x и F .

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) Упругую постоянную пружины пистолета k по формуле (1);

б) Начальную скорость полета шарика v_0 по формуле (2);



- 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 формуле (6) и сравните со значением, полученным в пункте 4.

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

8. Сравните значения потенциальной энергии сжатой пружины, начальной кинетической энергии шарика и конечной энергии шарика.

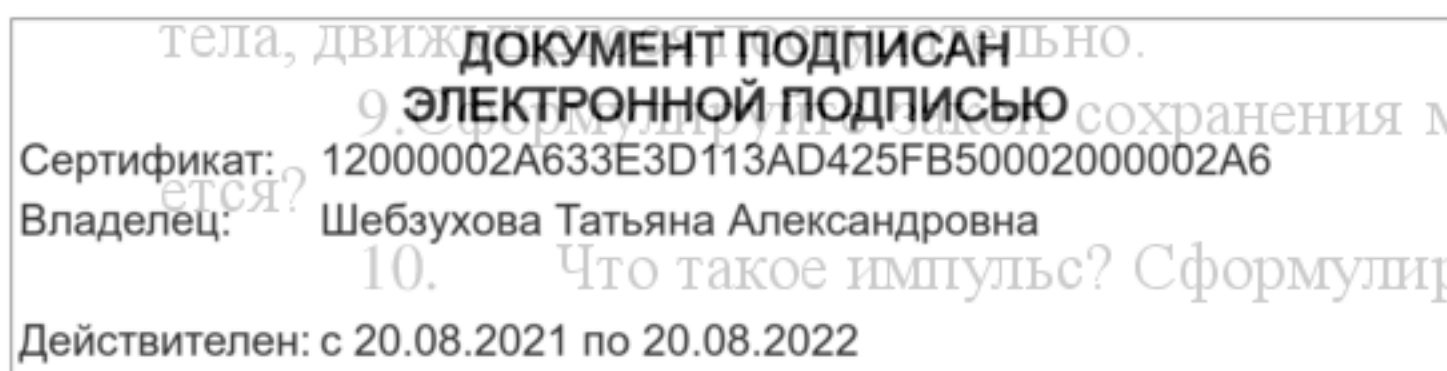
Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте принцип суперпозиции движений. Где он применяется?
2. Выведите уравнение для определения полета шарика, брошенного под углом α к горизонту с начальной скоростью U_0 .
3. Выведите максимальную высоту подъема шарика, брошенного под углом α к горизонту с начальной скоростью U_0 .
4. Выведите уравнение дальности полета шарика, брошенного под углом α к горизонту с начальной скоростью U_0 .
5. Под каким углом надо бросить тело, чтобы дальность полета была максимальна? При каком угле бросания высота полета равна его дальности?
6. Что такое деформация, «упругая деформация»? Сформулировать закон Гука.
7. Что такое потенциальная энергия? Выведите формулу потенциальной энергии сжатой пружины.
8. Что такое кинетическая энергия? Выведите формулу для кинетической энергии тела, движущегося со скоростью U .
9. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Когда он не выполняется?
10. Что такое импульс? Сформулируйте закон сохранения импульса.



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №2. Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.

Цель работы: определить модуль сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний.

Основы теории:

Изменение взаимного расположения частиц тела, которое приводит к изменению его формы и размеров, называют **деформацией**.

Деформации могут быть вызваны внешними воздействиями (механическими, электрическими или магнитными) или изменением температуры тела. Здесь рассматриваются деформации, возникающие при действии сил на тело.

В твердых телах деформацию называют **упругой**, если после прекращения действия силы она исчезает. Если же деформация сохраняется и после прекращения внешнего воздействия, то ее называют **пластической**. Промежуточный случай, т. е. неполное исчезновение деформации, принято называть **упругопластической** деформацией.

Наиболее простым видом деформации является **растяжение (сжатие)**. Оно, например, возникает в стержне (рис. 1. а, б) при действии силы, направленной вдоль его оси. Если стержень длиной l при этом удлинился на Δl , то $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ является мерой деформации растяжения и называется **относительным удлинением**.

Другим видом деформации является **сдвиг** (рис. 2. а, б). Сила, касательная к одной из граней прямоугольного параллелепипеда, вызывает его деформацию, превращая в ко-

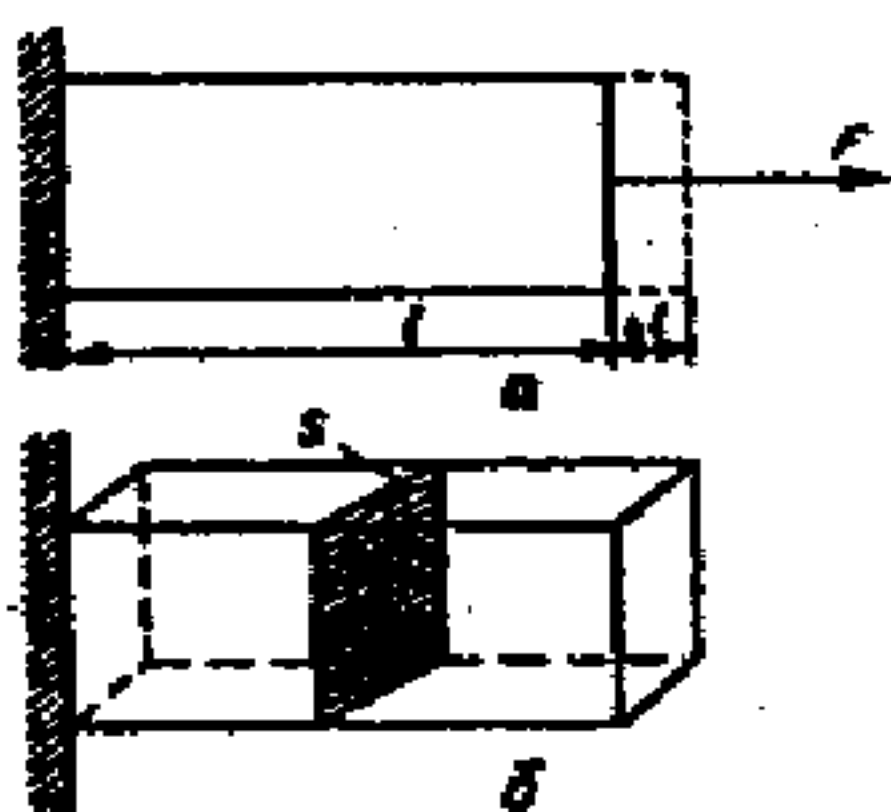


Рис. 1.

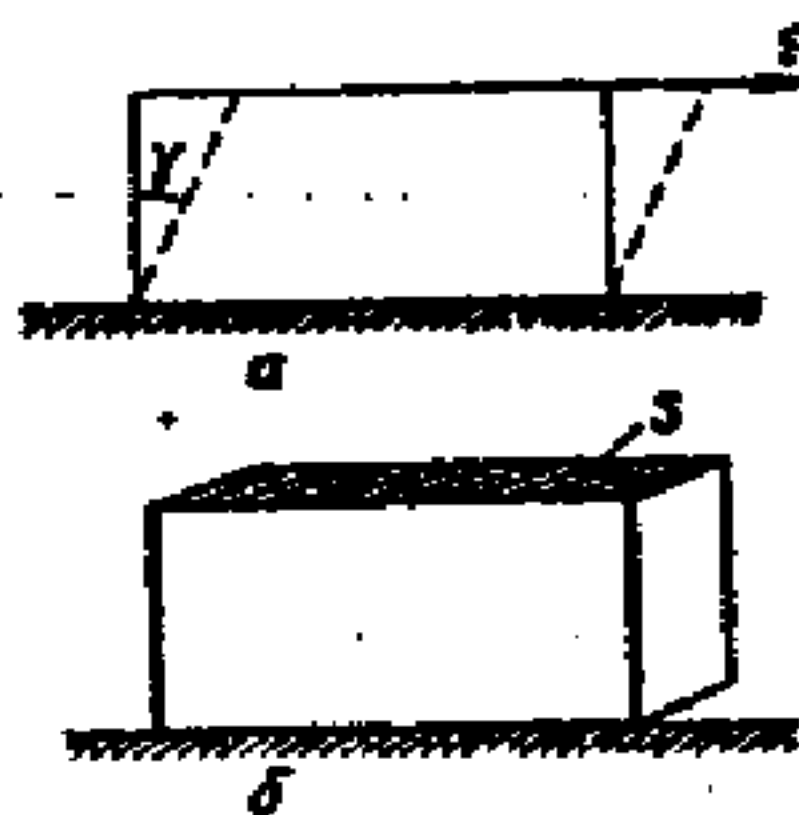


Рис. 2.

соугольный параллелепипед (см. штриховые линии на рисунке). Угол γ называют углом сдвига, а $\tan \gamma$ — относительным сдвигом. Так как обычно угол γ мал, то можно считать $\tan \gamma = \gamma$.

При действии на тело внешней деформирующей силы расстояние между атомами (ионами) изменяется. Это приводит к возникновению внутренних сил, стремящихся вернуть атомы в первоначальные положения. Мерой этих сил является **механическое**

Непосредственно напряжение не измеряется. В ряде случаев его можно вычислить через внешние силы, действующие на тело. Косвенно напряжение можно определить по некоторым физическим эффектам.

Применительно к деформации растяжения **напряжение** σ можно выразить как отношение силы к площади поперечного сечения стержня (рис. 1, б):

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad [\text{Н/м}^2] \quad (1)$$

Для деформации сдвига напряжение τ выражают как отношение силы к площади поверхности грани, к которой сила касательна (рис. 2, б). В этом случае τ называют **касательным напряжением**:

$$\tau = \frac{F}{S}. \quad (2)$$

Упругие малые деформации подчиняются закону Гука, согласно которому напряжение пропорционально деформации. Для двух рассмотренных случаев (растяжение, сжатие) это аналитически записывается так:

$$\sigma = E\varepsilon \quad \text{и} \quad \tau = G\gamma, \quad (3)$$

где E — модуль Юнга, а G — модуль сдвига.

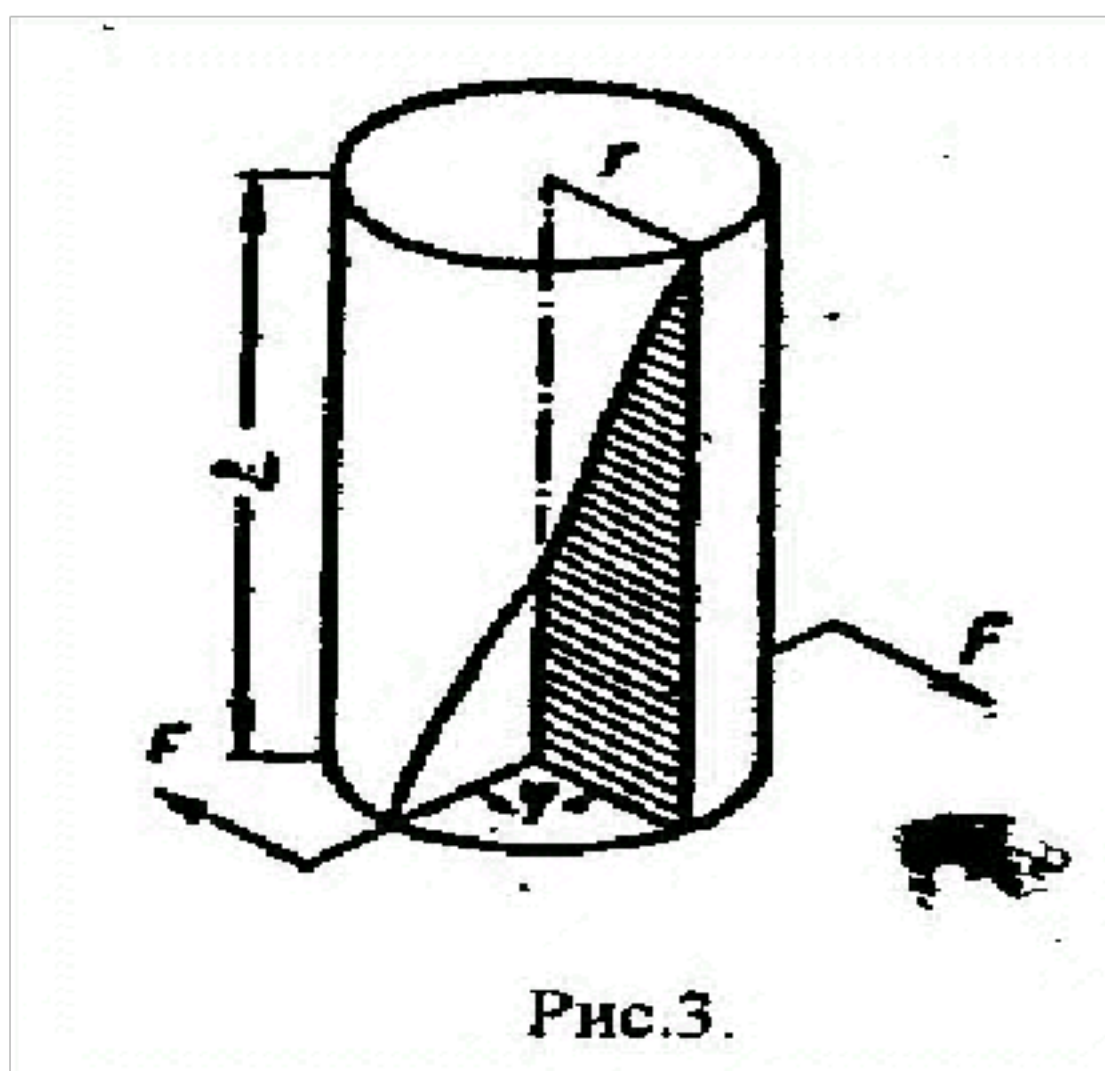


Рис.3.

Деформация кручения возникает, если один конец стержня (проволоки) запарой силой F с моментом M , а другой закрепить неподвижно (рис.3). Под действием этой пары сил свободный конец поворачивается на угол φ . Угол φ углом кручения. Деформация кручения чисто сдвиговой, но неоднородная. Закон Гука для деформации кручения требует пропорциональность угла закрутки φ моменту кручения M при малых углах φ : $M = -f\varphi$.

Знак «минус» показывает, что момент кручения направлен в сторону, обратную направлению закручивания. Константа f называется постоянной кручения (или модулем кручения). Можно показать, что постоянная кручения связана с модулем сдвига G формулой

$$f = \frac{\pi r^4 G}{2L} = \frac{\pi d^4 G}{32L},$$

Экспериментальная кривая растяжения приведена на рис. 4. Участок OA соответствует упругим деформациям, точка B — **пределу упругости**, характеризующему то максимальное напряжение, при котором еще не имеют места деформации, остающиеся в теле после снятия напряжения (остаточные деформации).

Горизонтальный участок CD кривой растяжения соответствует **пределу текучести** — напряжению, начиная с которого деформация возрастает без увеличения напряжения. И, наконец, напряжение, определяемое наибольшей нагрузкой, выдерживаемой перед разрушением, является **пределом прочности**.

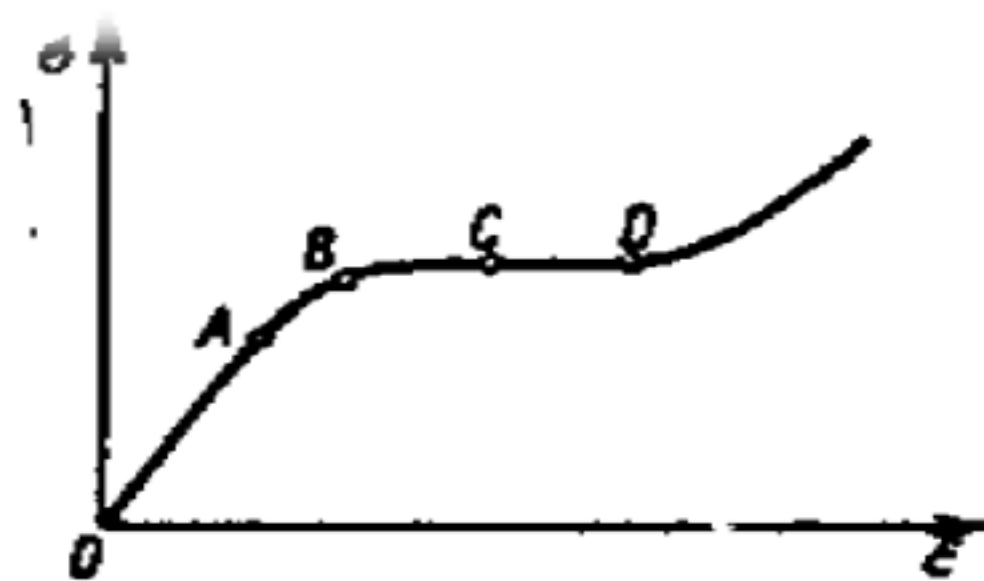


Рис.4.

кает, если крутить той же силой свободный конец стержня называют напряжение кручения. Заутверждения кручения

$$G = \frac{32L}{\pi d^4} f, \quad (4)$$

где r и d – радиус и диаметр проволоки соответственно; L – длина проволоки. Табличное значение модуля сдвига стали $G_{\text{теор}} = 7,9 \cdot 10^{10}$ Па.

Теория метода и описание установки

Для определения модуля сдвига проволоки G в работе используется метод крутильных колебаний. Крутильным маятником является массивный цилиндр, подвешенный на этой проволоке. Цилиндр совершает крутильные колебания, которые при малых углах закручивания φ являются гармоническими. Период этих колебаний можно найти, применяя к цилиндру второй закон Ньютона для вращательного движения:

$$I \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} = M. \quad (5)$$

Здесь I – момент инерции цилиндра, M – модуль момента упругих сил нити, действующих на цилиндр.

По закону Гука $M = -f\varphi$, поэтому

$$I \frac{d^2\varphi}{dt^2} + f\varphi = 0 \quad \text{или} \quad \frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega^2\varphi = 0. \quad (6)$$

Здесь $\omega = \sqrt{\frac{f}{I}}$ – частота колебаний, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{f}}$ – период колебаний. Отсюда

$$f = I\omega^2 = \frac{4\pi^2 I}{T^2}. \quad (7)$$

Момент инерции цилиндра относительно оси, проходящей через центры оснований, равен $I = \frac{mD^2}{8}$. Поэтому $f = \frac{\pi^2 mD^2}{2T^2}$. Подставляя f в формулу (4), получим выражение для модуля сдвига G :

$$G = \frac{16\pi mD^2 L}{T^2 d^4}. \quad (8)$$

где m – масса цилиндра
 D – диаметр цилиндра
 d – диаметр проволоки, $d = 2r$.
 L – длина проволоки
 T – период крутильных колебаний.

Период крутильных колебаний определяют, измеряя время t , необходимое для совершения n крутильных колебаний:

$$T = \frac{t}{n}. \quad (9)$$

Массу цилиндра определяют по формуле $m = \rho V$,

где плотность ρ берут из таблицы (плотность стали $\rho_{\text{ст}} = 7870$ кг/м³), а объем ци-

линдра находят по формуле $V_{\text{цил}} = \pi D^2 h / 4$,

где h – высота цилиндра соответственно.

Тогда расчетная формула будет иметь вид:

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

$$G = Lh\rho \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \left(\frac{D}{d} \right)^4. \quad (10)$$

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Измерьте высоту h и диаметр D цилиндра, а также длину L и диаметр d проволоки.
2. Несколько раз измерьте время t , за которое маятник совершит n колебаний. Число колебаний n и количество опытов задаёт преподаватель
3. Результаты измерений представляют в виде свободной таблицы.
4. По формуле (9) вычислите период колебаний для каждого опыта и найти среднее значение периода.
5. Полученное значение периода подставьте в формулу (10) вычислите модуль сдвига G .
6. Вычислите абсолютную погрешность $\Delta G = |G - G_{\text{теор}}|$ и относительную погрешность $\varepsilon = \Delta G / G_{\text{теор}}$.
7. Представьте окончательный результат и сравните с табличным значением.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Гука для деформаций растяжения, сдвига, кручения.
2. Каковы пределы применимости закона Гука?
3. Каков физический смысл модуля Юнга E , модуля сдвига G , постоянной кручения f ?

4. Сформулируйте закон Ньютона для вращательного движения. Каков физический смысл момента инерции?

5. Получите выражения для периода колебаний крутильного маятника.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №3. Определение момента инерции махового колеса.

Цель работы: найти момент инерции твердого тела.

Основы теории:

Момент инерции I характеризует инерционные свойства тела во вращательном движении. Для твердого тела I представляет собой сумму моментов инерции всех его точек, т.е.

$$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2, \quad (1)$$

где m_i – масса i -ой точки тела, r_i – ее расстояние от оси вращения, N – число точек тела.

Вообще говоря, вычисление момента инерции – математическая процедура. Действительно, выделяя в теле элемент объема dV , масса его будет равна $m = \rho dV$, где ρ – плотность вещества. Формула (1) в этом случае приобретает вид $I = \int_V \rho r^2 dV$

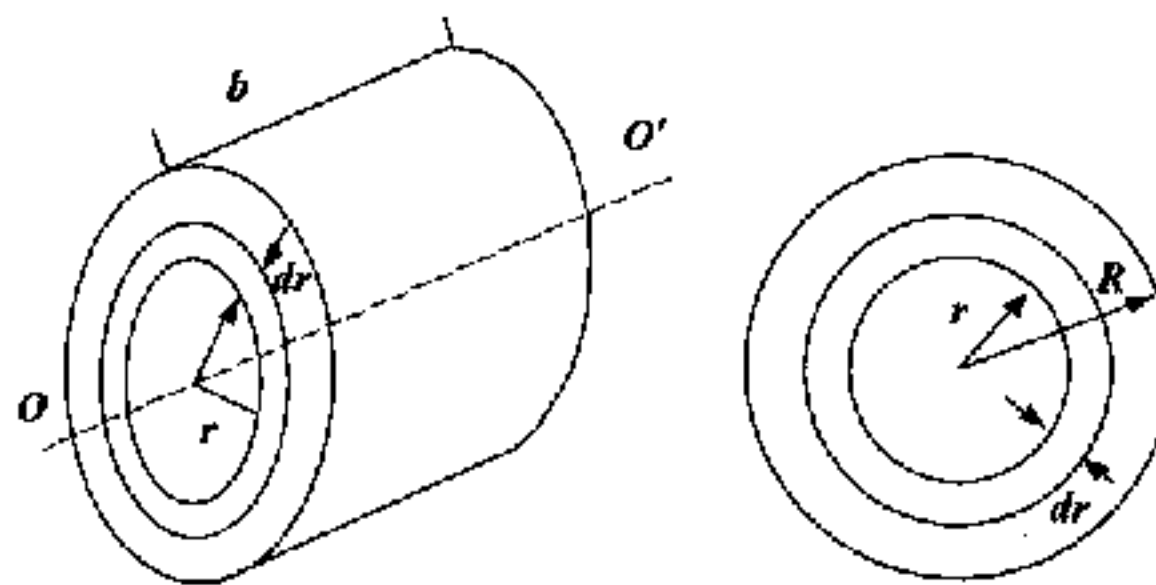


Рис.1

Если тело однородное, т.е. $\rho = \text{const}$, то

$$I = \rho \int_V r^2 \cdot dV. \quad (2)$$

Для тела правильной геометрической формы, такой интеграл может быть вычислен. Так, если тело имеет форму сплошного цилиндра, то, беря в качестве элемента объема цилиндр длиной b , радиуса r и толщиной стенки dr получим

$$dV = b 2\pi r dr.$$

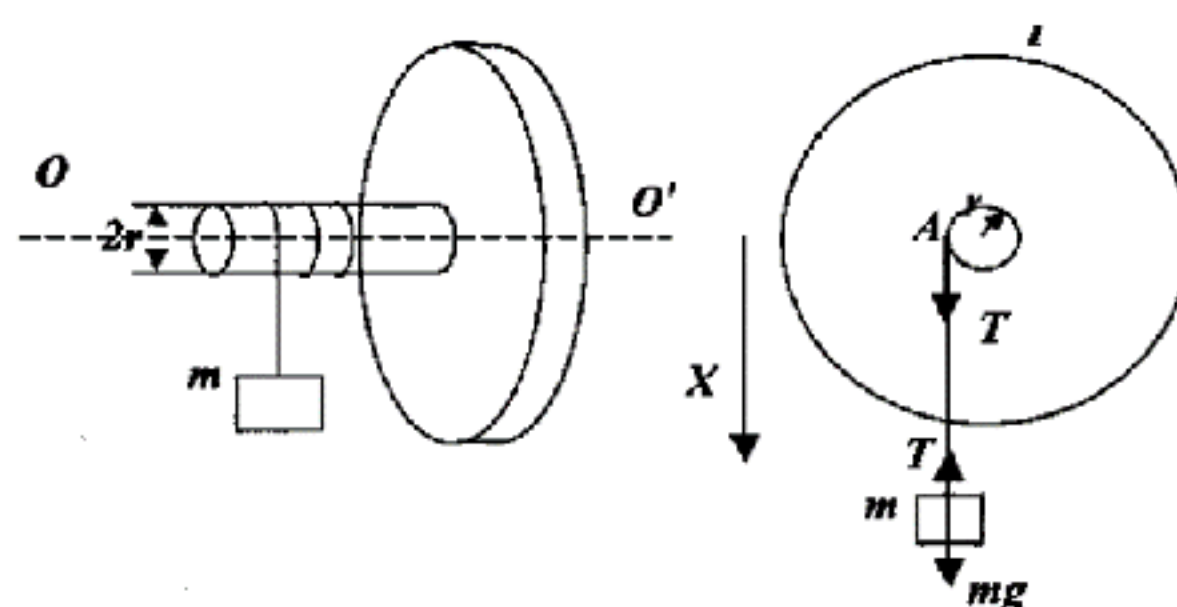
Следовательно,

$$I = \rho \int_0^R r^2 2\pi r b \cdot dr = \rho 2\pi b \int_0^R r^3 dr = \rho 2\pi b \left. \frac{r^4}{4} \right|_0^R = \rho \frac{\pi b R^4}{2}.$$

Так как, $\pi R^2 b = V$ – объем сплошного цилиндра, а $\rho \cdot V = m_0$ – его масса, то окончательно получаем

$$I = \frac{m_0 R^2}{2} \quad (3)$$

Для тел неправильной геометрической формы подобные расчеты могут быть достаточно сложными, поэтому разработаны различные экспериментальные способы определения момента инерции. Наиболее простой из них предлагается в данной лаборатор-



На ось (вал) маховика, радиуса r наматывается нить длиной l , к которой прикреплен груз массой m (рис. 2). Под действием силы натяжения нити T , маховик раскручивается и спустя время t_1 нить с вала соскальзывает. Далее, вращаясь равнозамедленно, под действием момента сил трения $M_{тр}$ маховик остановится за время t_2 . Измеряя время t_1 и t_2 , зная массу груза m и длину нити l , при известном r можно получить формулу для экспериментального определения момента инерции маховика I .

В первом приближении не будем учитывать трение в течение времени t_1 , то есть при разматывании нити. Мы имеем классическую задачу динамики двух тел: одно из которых (груз) движется поступательно, а другое (маховик) вращается.

Из второго закона Ньютона для поступательного и вращательного движений имеем:

$$\begin{cases} mg - T = ma, \\ M = I\varepsilon. \end{cases} \quad (4)$$

Здесь a – ускорение, с которым опускается груз. Это же ускорение будет линейным (тангенциальным) ускорением точки A на оси маховика.

ε – угловое ускорение точки A , причем $\varepsilon = \frac{a}{r}$.

T – сила натяжения нити.

$M = Tr$ – момент силы натяжения нити, приложенной к валу маховика. Используя приведенные выше формулы, систему уравнений (4) запишем в виде:

$$\begin{cases} mg - T = ma, \\ T = I \frac{a}{r^2}. \end{cases} \quad (5)$$

Откуда легко получаем формулу для определения I

$$I = mr^2 \left(\frac{g}{a} - 1 \right) \quad (6)$$

Так как груз движется равноускоренно без начальной скорости и за время t_1 проходит путь l (длину нити), то

$$l = \frac{at_1^2}{2} \quad \text{и} \quad a = \frac{2l}{t_1^2}$$

Таким образом, окончательно получаем формулу для определения момента инерции махового колеса, при условии отсутствия трения.

$$I_1 = mr^2 \left(\frac{gt_1^2}{2l} - 1 \right) \quad (7)$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$\omega_1 = \varepsilon_1 = \frac{a}{r} t_1 = \frac{2l}{t_1^2 r} t_1 = \frac{2l}{rt_1}$. Под действием момента сил трения M_{mp} , маховик спустя

время $\Delta t = t_2$ остановится. Его момент импульса L изменится от значения $I\omega_1$ до 0. Следовательно, принимая что $M_{mp} = \text{const}$, из закона изменения момента импульса имеем:

$$M_{mp} = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{0 - I\omega_1}{t_2} = -\frac{I 2l}{rt_1 t_2},$$

Здесь $L = I\omega$ – момент импульса тела.

Считая $I = I_1$, для момента сил трения получим:

$$M_{mp} = \frac{2I_1 l}{rt_1 t_2} \quad (8)$$

(В формуле (7) знак минус для M_{mp} опущен).

Вообще говоря, этот же момент сил трения действует и на раскручивающийся маховик, то есть в течение времени t_1 . Поэтому можно получить более точное значение момента инерции маховика I_2 , с учетом M_{mp} .

В этом случае система уравнений (4) будет иметь вид:

$$\begin{cases} mg - T = ma, \\ M - M_{mp} = I\varepsilon. \end{cases} \quad (9)$$

Учитывая (7) и, что $M = Tr$, $\varepsilon = \frac{a}{r}$, $a = \frac{2l}{t_1^2}$, (см. выше) получим:

$$\begin{cases} mg - T = ma, \\ T - \frac{M_{mp}}{r} = I \frac{a}{r^2} \end{cases} \text{ или } \begin{cases} mg - T = ma, \\ T = I \left(\frac{a}{r^2} + \frac{2l}{r^2 t_1 t_2} \right) = I \left(\frac{a}{r^2} + \frac{a}{r^2} \frac{t_1}{t_2} \right) = I \frac{a^2}{r^2} \left(1 + \frac{t_1}{t_2} \right). \end{cases}$$

Откуда найдем, что

$$I_2 = \frac{mr^2}{1 + \frac{t_1}{t_2}} \left(\frac{gt_1^2}{2l} - 1 \right) = \frac{I_1}{1 + \frac{t_1}{t_2}} \quad (10)$$

Формула (9) более точная экспериментальная формула для определения момента инерции маховика.

Заметим, что если трения пренебрежимо мало и $t_2 \gg t_1$, то $\frac{t_1}{t_2} \approx 0$ и $I_2 \approx I_1$, т.е. формулы (9) и (6) практически совпадают.

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

1. Определить и записать значения массы груза m , длины нити l и радиус вала маховика r .
2. Намотать в один слой нить на вал маховика до полного подъема груза.
3. Отпуская груз, включить два секундомера. Один зафиксировать в момент соскальзывания нити, т.е. время t_1 , а другой во время полной остановки маховика, т.е. измерить время $t = t_1 + t_2$. Очевидно $t_2 = t - t_1$.
4. Измерения по п.3 провести несколько раз (минимум 3 раза) и результаты занести в таблицу измерений. Вычислить среднее t_{1cp} и t_{2cp} .

	t_1 (с)	t_2 (с)	t (с)	I_1 (кг·м ²)	$M_{тр}$ (Н·м)	I_2 (кг·м ²)	δI	ΔI (кг·м ²)

5. Используя значения m , l , r и средние значения t_1 , t_2 по формулам (6) и (7) рассчитать экспериментальные значения момента инерции I_1 и момент сил трения $M_{тр}$.

6. Сравнить полученное значение I_1 и теоретическое значение $I_0 = \frac{m_0 R^2}{2}$; m_0 и R приведены на маховике.

7. По формуле (9) вычислить I_2 – момент инерции маховика, определенный с учетом трения.

8. Сравнить значения I_2 и I_0 и сделать вывод.

9. Оценить погрешности проведенных измерений I_1 и I_2 . δI_1 , δI_2 и ΔI_1 , ΔI_2 и занести их в таблицу.

10. Записать полученные результаты в виде: $I = I \pm \Delta I$.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

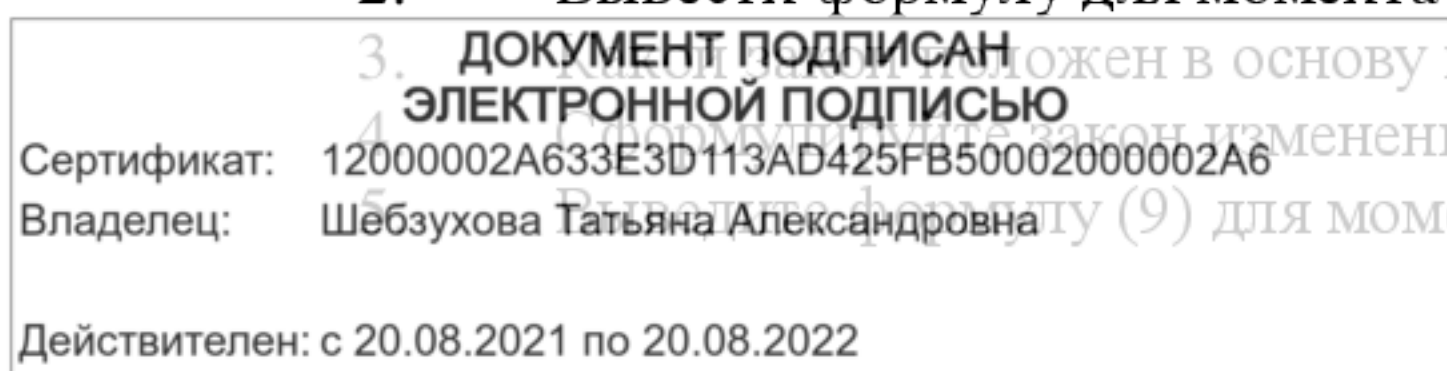
1. Какую величину называют моментом инерции? В каких единицах он измеряется? Какое свойство тела он характеризует?

2. Вывести формулу для момента инерции цилиндра.

3. Вывести формулу для момента инерции цилиндра с учетом трения.

4. Вывести формулу для момента инерции маховика с учетом трения.

5. Вывести формулу для момента инерции маховика с учетом трения.



6. Почему при выполнении работы рекомендуется наматывать нить на вал в один слой?
7. Получите формулы ошибок для δI_1 , δI_2 .

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №4. Определение скорости полета пули с помощью физического маятника.

Цель работы: определение скорости полета пули с помощью физического маятника.

Основы теории:

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 эта ось вращения (точка "О") перпендикулярна к плоскости рисунка. Выстрел производится из пневматического пистолета, установленного так, чтобы вектор скорости пули был направлен горизонтально по прямой, проходящей через центр цилиндра с пластилином и перпендикулярно оси вращения О. Пуля, застревая в пластилине, теряет свою начальную скорость и одновременно сообщает маятнику некоторый момент импульса. По завершении неупругого удара маятник отклоняется от вертикальной линии ОС на некоторый максимальный угол φ , который измеряется транспортиром – по максимальному смещению указателя, жестко закрепленного на стержне.

Для двух моментов времени, до удара, и после неупругого удара (под "ударом" мы подразумеваем относительно быстрый процесс торможения пули в пластилине) можно применить закон сохранения момента импульса:

$$mva = (I + ma^2)\omega_0, \quad (1)$$

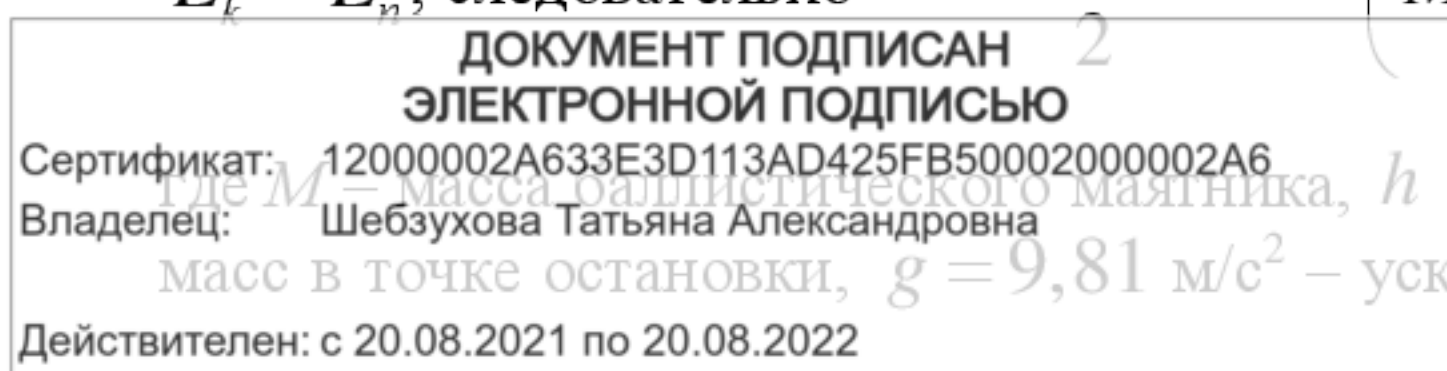
где m – масса пули, v – скорость пули до удара, a – расстояние от оси до точки удара пули, I – момент инерции маятника после удара. Вторым членом в скобках в (1) можно пренебречь далеко не всегда (для нашего случая вам необходимо на основании измерений показать (или опровергнуть) возможность такого упрощения). 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 зашедшей 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.

То есть

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

$$E_n = \left(M + m \frac{a}{l} \right) gh \quad (3)$$

$$E_k = E_n, \text{ следовательно } \frac{(I + ma^2)\omega_0^2}{2} = \left(M + m \frac{a}{l} \right) gh \quad (4)$$



– высота максимального поднятия его центра масс в точке остановки, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения на широте г. Пя-

тигорска, l – расстояние от оси вращения до центра масс маятника (без пули). Посредством балансировки используемого в данной работе физического маятника удалось установить, что центр масс маятника почти совпадает с точкой крепления стержня с цилиндром (т. В на рис. 1). Таким образом, расстояние l принимается равным длине стержня ОВ. Второе (малое) слагаемое в выражении для потенциальной энергии (3) дополнительно учитывает, что центр масс пули в общем случае не совпадает с центром масс маятника. Из

рис.2 видно, что $h = l - l \cos \varphi = l(1 - \cos \varphi) = 2l \sin^2 \frac{\varphi}{2}$, где l – расстояние от оси вращения О до центра масс маятника С. Итак, мы получили уравнение

$$\frac{1}{2}(ma^2 + I)\omega_0^2 = \left(m\frac{a}{l} + M\right)gh = 2\left(m\frac{a}{l} + M\right)gl \sin^2 \frac{\varphi}{2}. \quad (5)$$

Таким образом, на основании уравнений (1) и (5) получаем основную рабочую формулу

$$v = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \frac{\sqrt{(ma^2 + I)\left(m\frac{a}{l} + M\right)gl}}{ma}. \quad (6)$$

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

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

Масса цилиндра-уловителя $m_1 = 91$ г. Линейная плотность стержня, масса, приходящаяся на единицу длины: $\mu = 1,97$ г/см, тогда полная масса стержня $m_2 = \mu \cdot l$. Следовательно, масса маятника $M = m_1 + m_2$. Расстояние - a от оси вращения до точки удара измеряют миллиметровой линейкой. Положение центра масс маятника соответствует точке соединения уловителя и стержня. Длину стержня l определяют как расстояние от точки подвеса до точки соединения уловителя и трубки.

1. Определение момента инерции физического маятника.

Момент инерции физического маятника находят по периоду его качаний, равному

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mgl}}, \quad (7)$$

(величины M и l нами уже определены!). Обратите внимание, что для достаточно надежного измерения периода качаний мы должны обеспечить выполнение следующих условий: 1) Амплитуда качаний должна быть достаточно мала, чтобы можно было пренебречь ее изменением; 2) Нужно проследить за отсутствием качаний маятника по другим причинам (или дождаться их полного затухания, если они по каким-либо причинам возникли); 3) Период качаний надо определить как среднее за 20—30 качаний, чтобы уменьшить погрешность измерения времени секундомером.

Момент инерции вычисляется, исходя из (7), как

$$I = \frac{MglT^2}{4\pi^2}. \quad (8)$$

Теоретическое значение момента инерции можно найти как сумму момента инерции стержня относительно оси вращения, перпендикулярной стержню и проходящей через один из его концов $I_{cm} = \frac{1}{3} \cdot m_2 \cdot a^2$ и момент инерции уловителя, который (в связи с достаточно большим расстоянием до оси вращения) можно принять за материальную точку, тогда $I_{yl} = m_1 \cdot a^2$ а теоретическое значение момента инерции баллистического маятника

$$I_{теор} = I_{cm} + I_{yl} = \frac{1}{3} \cdot m_2 \cdot a^2 + m_1 \cdot a^2 \quad (9)$$

Рассчитать погрешность изменения. $\delta = \frac{|I_{теор} - I|}{I_{теор}} \cdot 100\%$

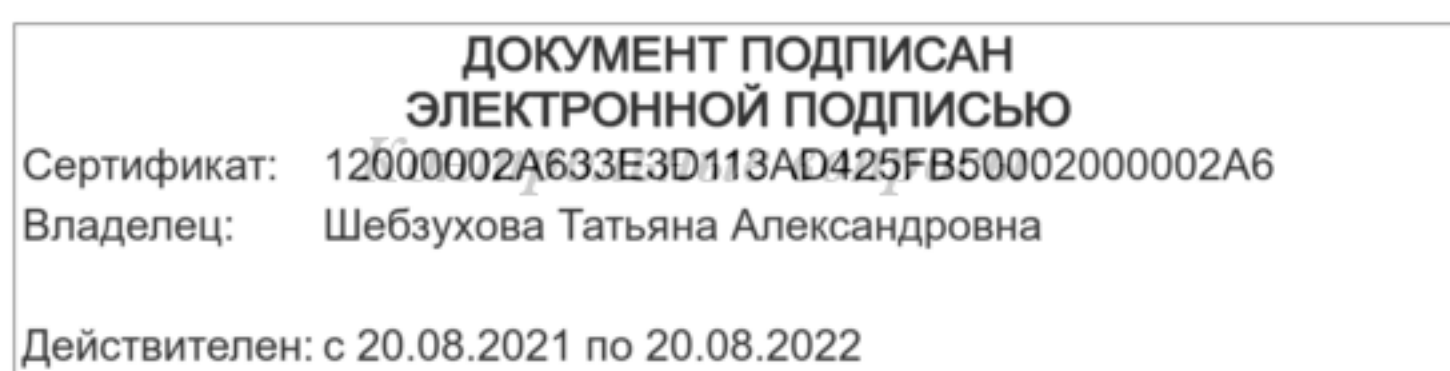
2. Определение скорости полета пули.

Масса каждой пули определяем взвешиванием. Это можно сделать потому, что логарифмический декремент затухания этих колебаний весьма мал и их амплитуда довольно долго остается почти постоянной (попытайтесь экспериментально оценить величину декремента!). 1) Измерить взвешиванием массу пули. Оценить погрешность определения массы. 2) Произвести выстрел. Отметить максимальный угол α отклонения указателя по транспортиру. Измерение угла отклонения α надежнее производить не только по амплитуде отклонения маятника при первом качании, но и по размаху его колебаний, длящихся некоторое время после удара (при этом полезно применять и усреднение отдельных отсчетов). Выстрел производить только по неподвижному цилиндру. Повторить опыт 5 раз. Найти среднее значение угла отклонения и погрешность измерения угла. 3) Вычислить значение скорости полета пули по формуле (6). Вычислить погрешность определения скорости полета пули. 4) Записать окончательный результат. Сделать вывод.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.



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).

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Дмитриева Е.И. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.И. Дмитриева. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 143 с. — 978-5-4486-0445-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79822.html>
2. Никеров, В.А. Физика: современный курс: учебник / В.А. Никеров. - 2-е изд. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 452 с. : ил. - ISBN 978-5-394-02349-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453287>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Романова, В.В. Физика: примеры решения задач : учебное пособие / В.В. Романова. - Минск : РИПО, 2017. - 348 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-737-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487974>
2. Никеров, В.А. Физика для вузов: механика и молекулярная физика : учебник / В.А. Никеров. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 136 с. : табл., граф., схем. - ISBN 978-5-394-00691-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450772>
3. Летута С.Н. Физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Летута, А.А. Чакак. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 307 с. — 978-5-7410-1575-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78852.html>

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика».
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»	
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 Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

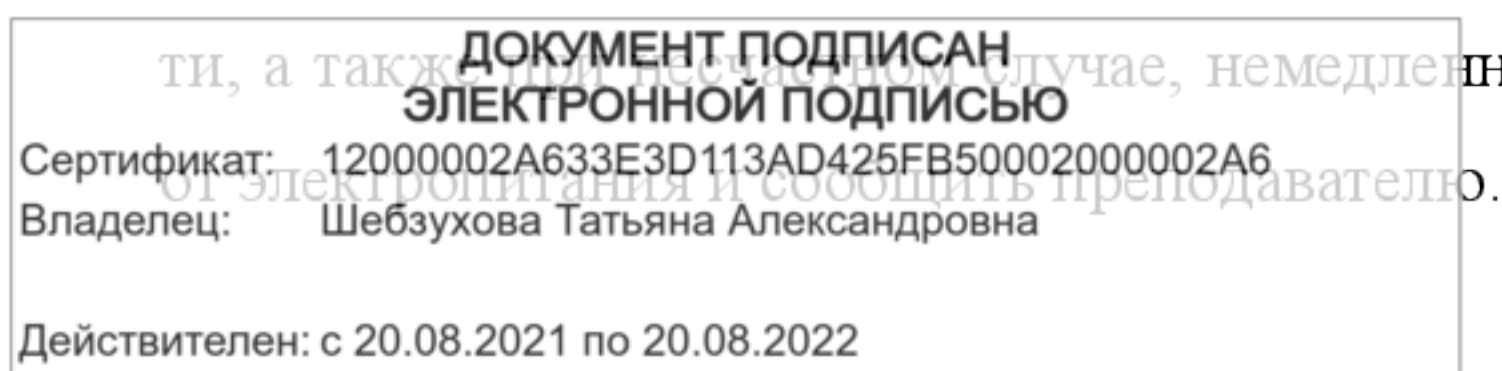
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Приложение А

Указание 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. При выполнении лабораторных работ студентам запрещается:
 - включать схемы под напряжением без проверки преподавателя;
 - прикасаться к незащищённым изоляцией частям схемы, находящихся под напряжением;
 - определять наличие напряжения на элементах цепи при помощи пальцев; проверка наличия напряжения производится только с помощью вольтметра и в присутствии преподавателя;
 - при работе на лабораторной установке прикасаться одновременно стен, радиаторов системы отопления и других металлических предметов;
 - включать рубильники, нажимать кнопки, прикасаться к электрическому оборудованию, не относящемуся к данной лабораторной работе без ведома преподавателя;
 - производить по ходу выполнения работы переключения в схеме, не обесточив её;
 - бросать соединительные провода на пол и на исследуемую установку;
 - заменять сгоревшие предохранители на рабочих щитах при включённых рубильниках;
 - класть на рабочий стол посторонние предметы;
 - входить в лабораторию в верхней одежде;
 - курение и зажигание огня.
4. Перед включением схемы обязательно предупредить членов бригады: «Осторожно! Включаю!».
5. При работе на установках, в которых может наблюдаться резонанс, соблюдать особую осторожность.
6. При наличии в схеме конденсаторных батарей, необходимо после отключения питания их разрядить под наблюдением преподавателя.
7. При обнаружении каких – либо неисправностей, исчезновения напряжения в се-



8. Помнить, что при отключении цепей постоянного тока с индуктивностью возможно кратковременное резкое повышение напряжения.

9. Студенты, нарушившие правила техники безопасности, не допускаются к дальнейшей работе в лаборатории и привлекаются к ответственности.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «ФИЗИКА»

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
Направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2022

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

Содержание

- Введение
- 1 Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Физика»
 - 2 План-график выполнения самостоятельной работы
 - 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
 - 4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала
 - 5 Методические указания по подготовке к экзамену
 - 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

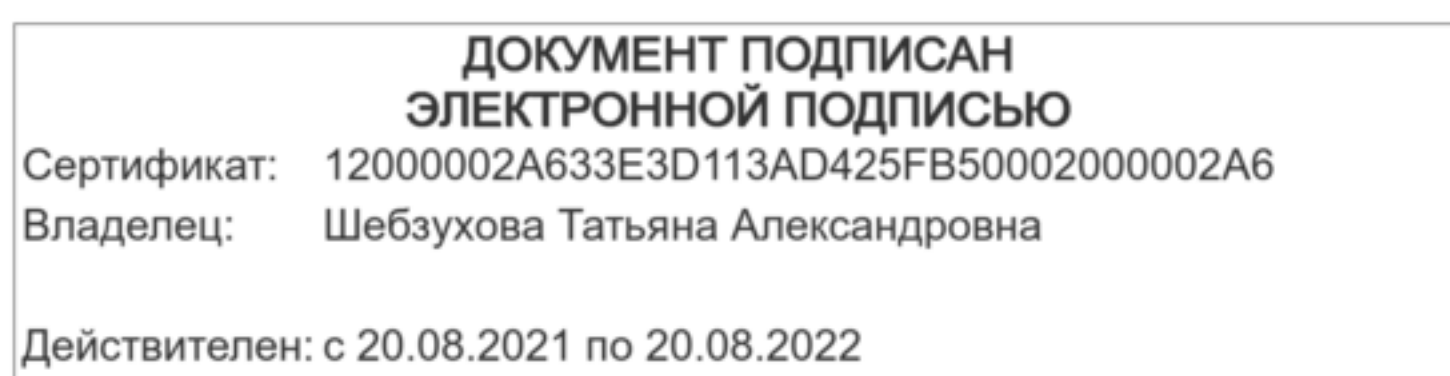
Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.



Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Физика»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

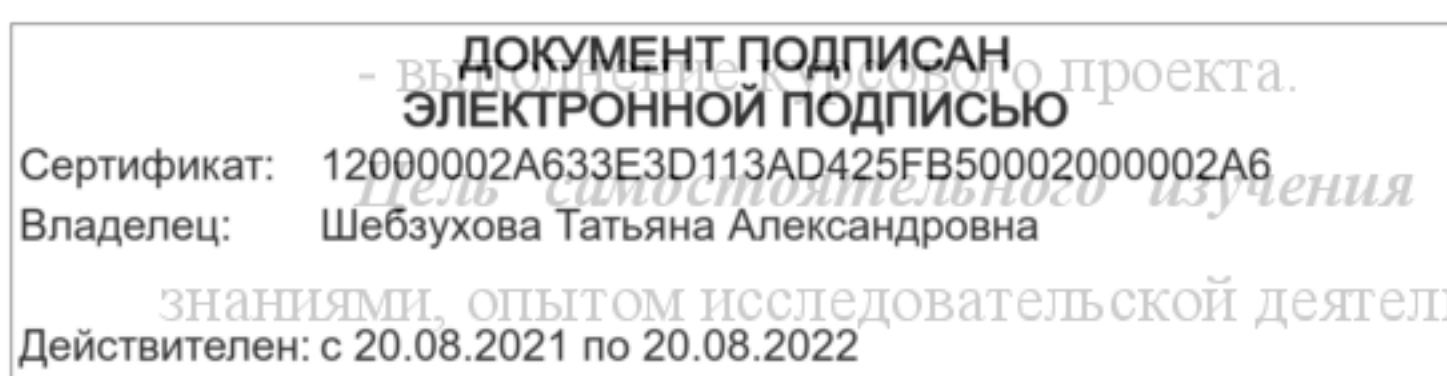
Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;



литературы – самостоятельное овладение

Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

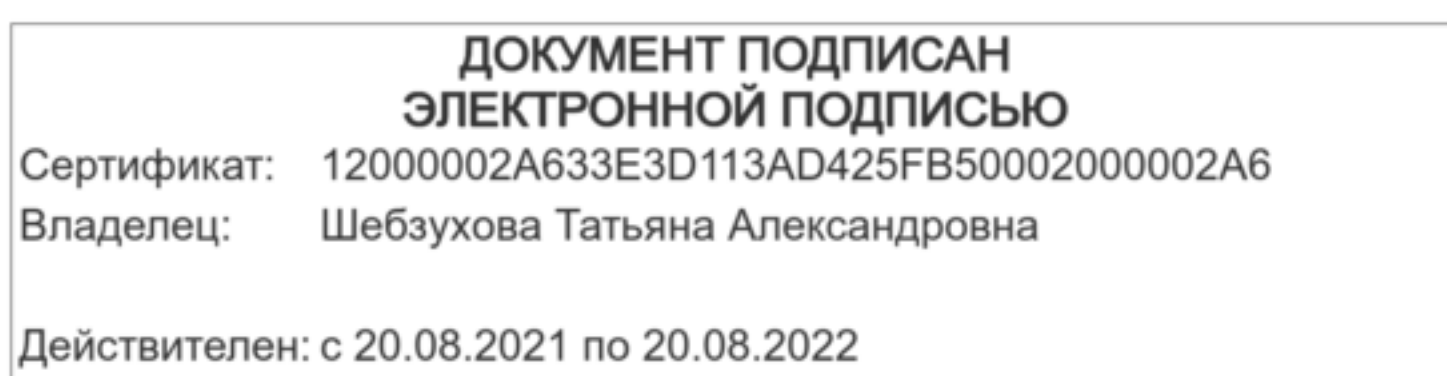
Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.



В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-2} Использует навыки самостоятельной работы со специальной литературой для совершенствования знаний в области естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	Знает основные методы решения практических задач исследования и моделирования физических и химических явлений и процессов в своей предметной области. Умеет решать практические задачи исследования и моделирования физических и химических явлений и процессов в своей предметной области; пользоваться методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах. Владеет методикой решения практических задач исследования и моделирования математических, физических и химических задач в своей предметной области, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
3 семестр					
ОПК-2 ИД-2 _{ОПК-2}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-9	Собеседование	81,675	9,075	90,75
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,27	0,03	0,3
	Подготовка к лабораторным занятиям	Собеседование	1,08	0,12	1,2
Итого за 3 семестр:			83,025	9,225	92,25
Итого:			83,025	9,225	92,25

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

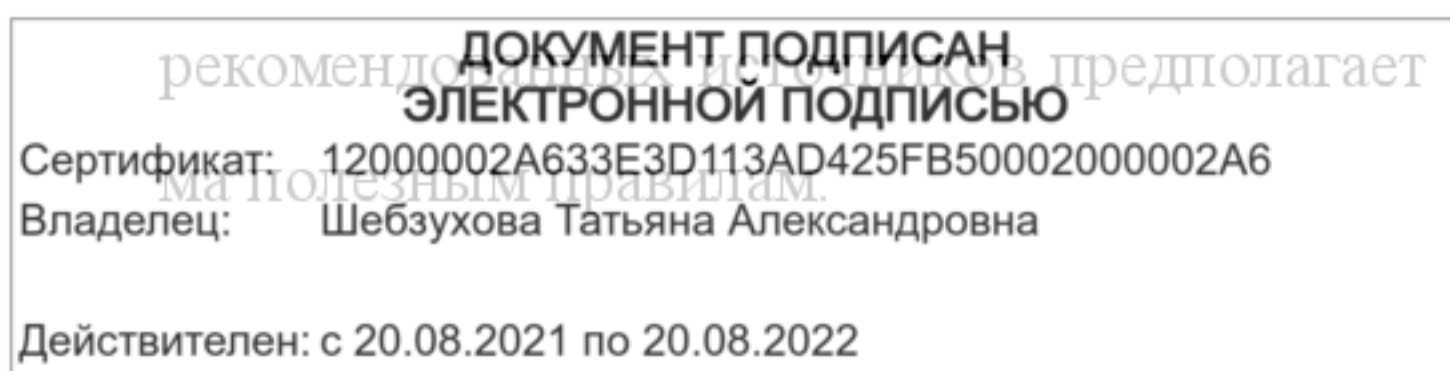
Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

следует проводить несколькими несложными, но весьма



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

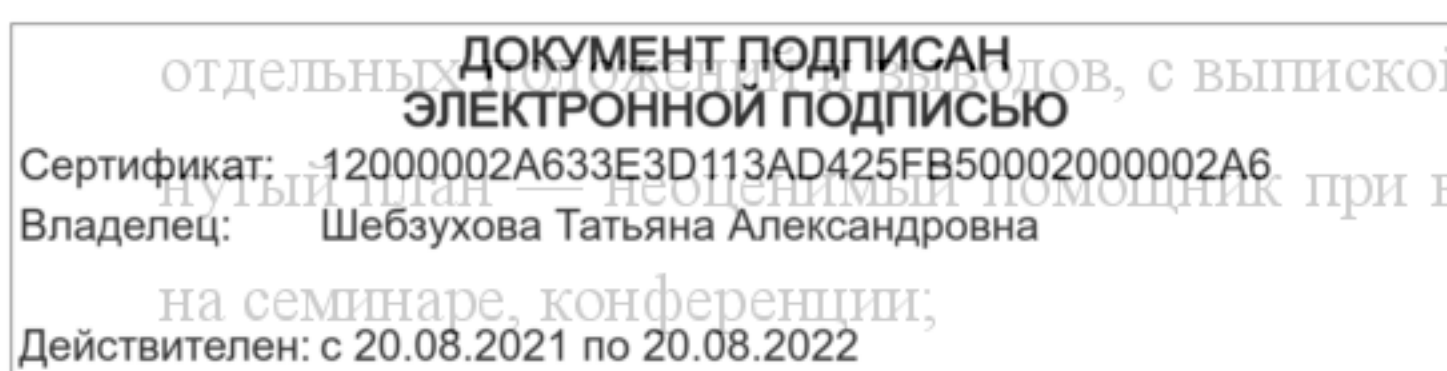
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией

отдельных положений, выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Развернутый план — незаменимый помощник при выступлении с докладом на конкретную тему



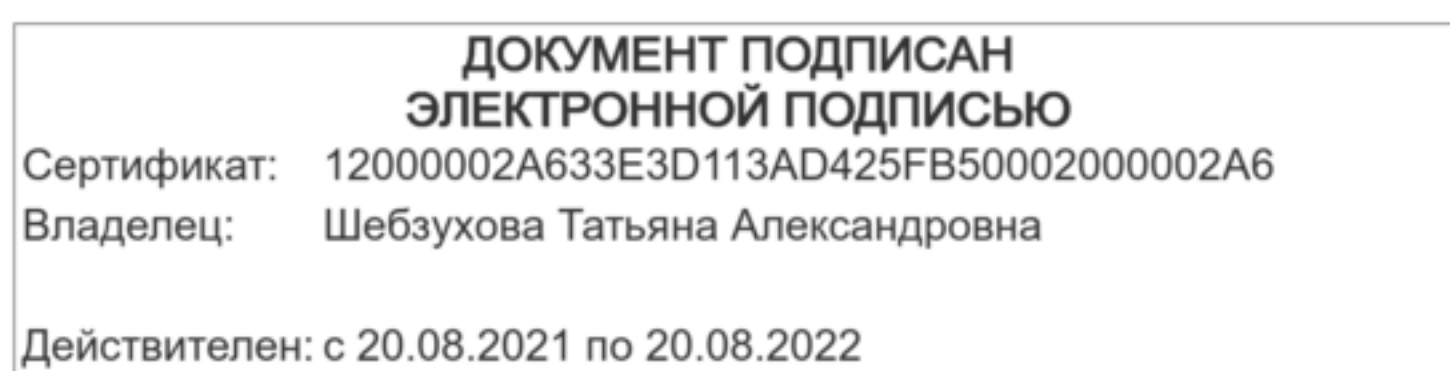
— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.



Методические указания по подготовке к экзамену

Изучение дисциплины «Физика» завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

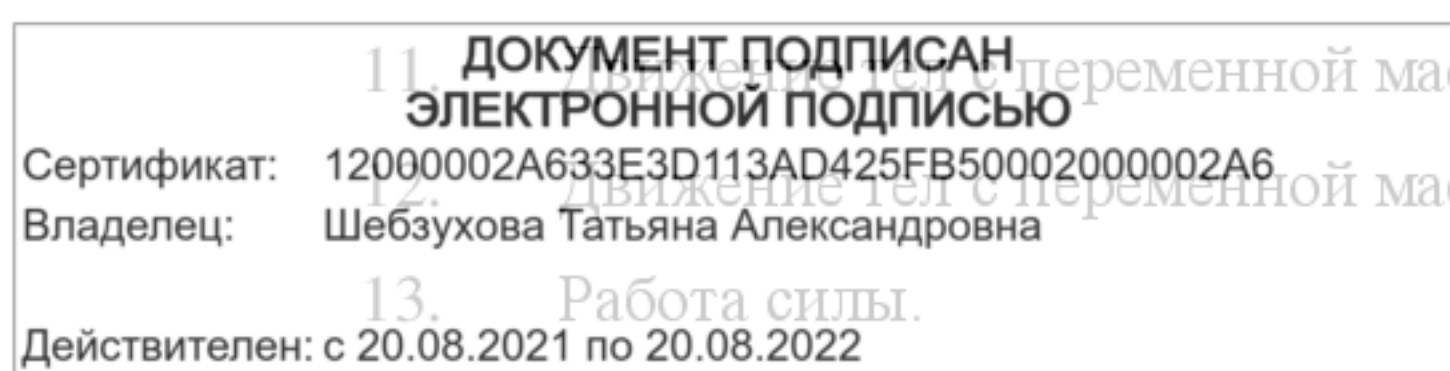
При подготовке к экзамену необходимо использовать конспекты лекций по дисциплине, учебники и учебные пособия (из списка основной и дополнительной литературы) или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Вопросы к экзамену

1. Пространство и время в механике Ньютона.
2. Система координат и тело отсчета. Система отсчета.
3. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.
4. Кинематика точки и системы материальных точек. Способы описания движения.
5. Уравнение кинематической связи. Закон движения.
6. Законы динамики. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.
7. Первый, второй и третий законы Ньютона. Уравнение движения и его решение.
8. Роль начальных условий.
9. Тело как система материальных точек. Число степеней свободы системы.
10. Изолированная и замкнутая системы материальных точек.



14. Кинетическая энергия.
15. Теорема об изменении кинетической энергии.
16. Консервативные силы.
17. Потенциальная энергия.
18. Консервативные силы и консервативные системы.
19. Связь консервативных сил с потенциальной энергией.
20. Закон сохранения механической энергии.
21. Неинерциальные системы отсчета.
22. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета.
23. Силы инерции.
24. Переносная и кориолисова силы инерции.
25. Центробежная сила инерции.
26. Кинематика твердого тела.
27. Поступательное и вращательное движение твердого тела.
28. Плоское движение.
29. Мгновенная ось вращения.
30. Динамика твердого тела.
31. Уравнение движения центра масс и уравнение моментов.
32. Динамика плоского движения твердого тела.
33. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.
34. Момент импульса твердого тела.
35. Тензор инерции.
36. Осевые и центробежные моменты инерции.
37. Главные и центральные оси вращения.
38. Силы, действующие на вращающееся тело.
39. Свободные оси вращения.
40. Движение твердого тела с закрепленной точкой.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

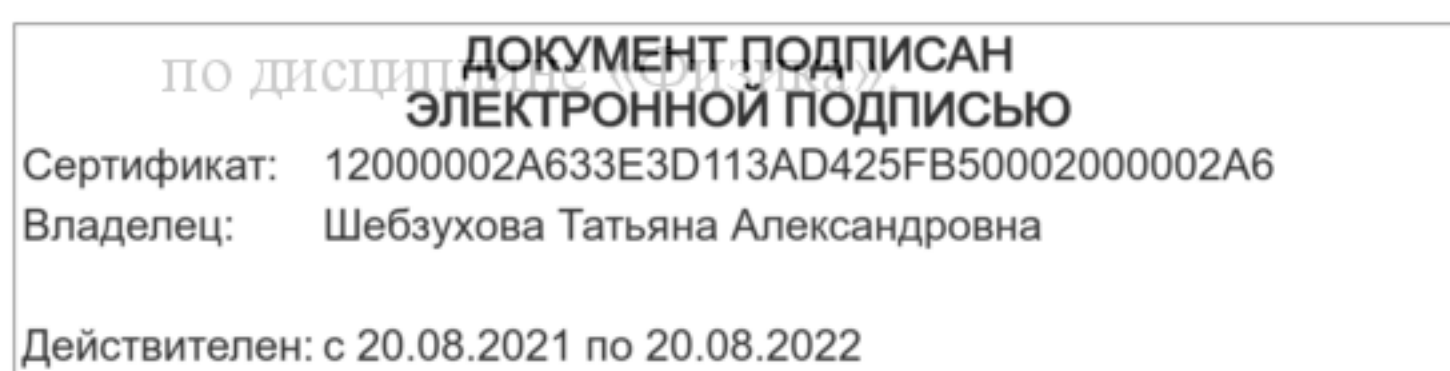
1. Дмитриева Е.И. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.И. Дмитриева. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 143 с. — 978-5-4486-0445-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79822.html>
2. Никеров, В.А. Физика: современный курс: учебник / В.А. Никеров. - 2-е изд. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 452 с. : ил. - ISBN 978-5-394-02349-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453287>

Перечень дополнительной литературы:

1. Романова, В.В. Физика: примеры решения задач : учебное пособие / В.В. Романова. - Минск : РИПО, 2017. - 348 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-737-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487974>
2. Никеров, В.А. Физика для вузов: механика и молекулярная физика : учебник / В.А. Никеров. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 136 с. : табл., граф., схем. - ISBN 978-5-394-00691-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450772>
3. Летута С.Н. Физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Летута, А.А. Чакак. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 307 с. — 978-5-7410-1575-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78852.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика».
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов



***Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет,
необходимых для освоения дисциплины***

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022