

Министерство образования Российской Федерации

ГОУ ВПО УГТУ-УПИ

Кафедра физики

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Тема: КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

АВТОРЫ: ПЛЕТНЕВА Е.Д.
БАТОЛИНА Н.Д.

ЕКАТЕРИНБУРГ
2004

УДК 373.53

Рецензенты: к.ф.-м.н., доцент Волков А.Г.

Автор: Е.Д.Плетнева, Н.Д.Ватолина

Физика: Колебания и волны: Методические указания: Задания индивидуальной домашней работы/ Е.Д.Плетнева, Н.Д.Ватолина. Екатеринбург: ООО "Изд-во УМЦ УПИ", 2004, 14с.

Методические указания включают в себя варианты индивидуального домашнего задания по теме «Колебания и волны» курса общей физики. В них содержатся правила оформления индивидуального домашнего задания и список необходимой литературы при выполнении этого вида учебной работы студента.

Методические указания соответствуют программе курса «Общая физика» и отвечают всем требованиям, принятым на кафедре физики УГТУ-УПИ.

Для студентов УГТУ-УПИ всех специальностей всех форм обучения.

Подготовлено кафедрой физики
ГОУ ВПО УГТУ-УПИ

© ООО "Издательство УМЦ УПИ", 2004

Индивидуальное домашнее задание необходимо оформить на листах формата А-4.
Титульный лист должен иметь все атрибуты указанные ниже

Министерство образования Российской Федерации

ГОУ ВПО УГТУ-УПИ

Кафедра физики

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Тема: Колебания и волны

Выполнил: Студент группы –
Ф.И.О.
Дата

Проверил: Доцент кафедры физики
Ф.И.О.
Дата

Екатеринбург
2004 г

Внутренние страницы должны иметь поля: сверху и снизу 2,5 см. Слева 3,0 см. Справа 2,0 см.

Текст и графики (диаграммы) должны быть написаны без помарок и исправлений. Допускается оформление на компьютере.

Ответы оформляются в порядке постановки, от первого последовательно к последнему заданию.

Колебания и волны

Вариант 1

1. Колебания материальной точки совершаются по закону $x = 0,03 \cdot \sin \pi (t + 0,5)$. Амплитуда и период колебаний заданы в СИ. Определить наибольшие значения скорости и ускорения. Чему равна фаза колебаний спустя 5с от начала движения?

2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,02 \sin(5\pi t + \pi/2)$ м и $x_2 = 0,03 \sin(5\pi t + \pi/4)$ м.

3. Уравнение незатухающих колебаний дано в виде $x = A \sin \omega t$, где $A = 1,0$ см, $\omega = 2,5\pi$ (рад/с). Найти смещение от положения равновесия x , скорость v и ускорение a точки, находящейся на расстоянии $l = 20$ м от источника колебаний, для момента $t = 1,0$ с после начала колебаний. Скорость распространения колебаний равна $U = 100$ м/с.

4. Уравнение изменения силы тока в колебательном контуре со временем дается в виде $I = I_0 \sin \omega t$, где $I_0 = 0,020$ А, $\omega = 400$ с⁻¹. Индуктивность контура 1 Гн. Найти: 1) период колебаний T ; 2) емкость контура C ; 3) максимальную разность потенциалов на обкладках конденсатора U_{max} ; 4) максимальную энергию магнитного поля $W_{m \max}$; 5) максимальную энергию электрического поля $W_{эл \max}$.

5. Колебательный контур состоит из конденсатора емкости $C = 2,0$ мкФ, катушки индуктивности $L = 2,5$ мГн с пренебрежимо малым сопротивлением и ключа. При разомкнутом ключе конденсатор зарядили до напряжения $U = 180$ В и затем в момент времени $t = 0$ замкнули ключ. Найти: 1) ток в контуре как функцию времени $I(t)$; 2) э.д.с. самоиндукция в катушке в моменты, когда электрическая энергия конденсатора оказывается равной энергии тока в катушке.

6. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5$ мин уменьшилось в два раза. За какое время t_2 , считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

Колебания и волны

Вариант 2

1. Смещение гармонического осциллятора в зависимости от времени дается выражением $x = 2,4 \cos((2\pi t/4) + (\pi/6))$, где x измерена в метрах, а t – в секундах. Найти: а) период и частоту колебаний; б) смещение и скорость в момент времени $t = 0$; в) скорость и ускорение в момент времени $t = 10$ с.

2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 4 \sin \pi t$ см и $x_2 = 3 \sin(\pi t + \pi/2)$ см. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.

3. Звуковые колебания, имеющие частоту $\nu = 500$ Гц и амплитуду $A = 0,25$ мм, распространяются в воздухе. Длина волны $\lambda = 70$ см. Найти: 1) скорость распространения колебания U ; 2) максимальную скорость частиц воздуха $V_{\max}$.

4. Катушка с индуктивностью $L = 30$ мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин $S = 0,01$ м² и расстоянием между ними $d = 0,10$ мм. Найти диэлектрическую проницаемость ε среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны $\lambda = 750$ м.

5. Смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии $l = 4$ см, в момент времени $t = T/6$ равно половине амплитуды. Найти длину λ бегущей волны.

6. За время $t = 8$ мин амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в три раза. Определить коэффициент затухания δ .

Колебания и волны

Вариант 3

1. Две частицы A и B совершают гармонические колебания с одинаковой амплитудой (10 см) по одной и той же прямой. Частоты их движений составляют $\omega_A = 20 \text{ с}^{-1}$; $\omega_B = 21 \text{ с}^{-1}$ соответственно. В момент времени $t = 0$ обе частицы проходят точку $x = 0$ в положительном направлении. а) На каком расстоянии они будут находиться друг от друга в момент $t = 0,350 \text{ с}$? б) Какова скорость частицы B относительно A в этот момент времени?

2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с одинаковыми начальными фазами. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3 \text{ см}$ и $A_2 = 4 \text{ см}$. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются: а) в одном направлении; б) в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

3. Уравнение незатухающих колебаний дано в виде $x = \sin \omega t$, где $A = 4,0 \text{ см}$, $\omega = 600 \pi \text{ (рад/с)}$. Найти смещение от положения равновесия точки, находящейся на расстоянии $l = 75 \text{ см}$ от источника колебаний, через $t = 0,01 \text{ с}$ после начала колебаний. Скорость распространения колебаний $U = 300 \text{ м/с}$.

4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 25 \text{ нФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 1,015 \text{ Гн}$. Обкладки конденсатора имеют заряд $q = 2,5 \text{ мкКл}$. Написать уравнение (с числовыми коэффициентами) изменения разности потенциалов U на обкладках конденсатора и тока I в цепи. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора и ток в цепи в моменты времени $T/8$, $T/4$ и $T/2$. Построить графики этих зависимостей в пределах одного периода.

5. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний двух точек, отстоящих от источника колебаний на расстояниях $l_1 = 10 \text{ м}$ и $l_2 = 16 \text{ м}$. Период колебаний $T = 0,04 \text{ с}$; скорость распространения $c = 300 \text{ м/с}$.

6. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 1 \text{ м}$ за время $t = 10 \text{ мин}$ уменьшилось в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .

Колебания и волны

Вариант 4

1. Написать уравнение гармонического колебательного движения, если максимальное ускорение точки $a_{max} = 49,3 \text{ см/с}^2$, период колебаний $T = 2 \text{ с}$ и смещение точки от положения равновесия в начальный момент времени $x_0 = 25 \text{ мм}$.

2. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = 2 \sin (\pi t + \pi/2)$. Найти траекторию результирующего движения точки.

3. Какую разность фаз $\Delta \varphi$ будут иметь колебания двух точек, находящихся на расстоянии соответственно $l_1 = 10$ и $l_2 = 16 \text{ м}$ от источника колебаний? Период колебаний $T = 0,040 \text{ с}$ и скорость распространения колебаний $U = 300 \text{ м/с}$.

4. Для колебательного контура ($C = 25 \text{ нФ}$, $L = 1,015 \text{ Гн}$, $q_m = 2,5 \text{ мкКл}$) написать уравнение (с числовыми коэффициентами) изменения со временем t энергии электрического поля $W_{эл}$, энергии магнитного поля W_m и полной энергии поля W . Найти энергию электрического поля $W_{эл}$, энергию магнитного поля W_m и полную энергию W поля в моменты времени $T/8$, $T/4$ и $T/2$. Построить графики этих зависимостей в пределах одного периода.

5. Уравнение незатухающих колебаний имеет вид $x = \sin (\pi/2)t \text{ см}$. Найти уравнение волны, если скорость распространения колебаний $c = 300 \text{ м/с}$. Написать и изобразить графически уравнение колебания для точки, отстоящей на расстоянии $l = 600 \text{ м}$ от источника колебаний. Написать и изобразить графически уравнение колебания для точек волны в момент времени $t = 4 \text{ с}$ после начала колебаний.

6. Логарифмический декремент затуханий θ маятника равен $0,003$. Определить число N полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в два раза.

Колебания и волны

Вариант 5

1. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 2$ см, полная энергия колебания $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 22,5$ мкН?
2. Период затухающих колебаний $T = 4$ с; логарифмический декремент затухания $\chi = 1,6$; начальная фаза $\varphi = 0$. При $t = T/4$ смещение точки $x = 4,5$ см. Написать уравнение движения этого колебания. Построить график этого колебания в пределах двух периодов.
3. Найти разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих на расстоянии $\Delta l = 2,0$ м друг от друга. Если длина волны равна $\lambda = 1,0$ м.
4. Найти отношение энергии $W_{\text{м}}/W_{\text{эл}}$ магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля для момента времени $T/8$.
5. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с одинаковыми начальными фазами. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3$ см и $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются: а) в одном направлении; б) в двух взаимно перпендикулярных направлениях.
6. Гиря массой $m = 600$ г подвешена к спиральной пружине жесткостью $k = 20$ Н/м и совершает упругие колебания в некоторой среде. Логарифмический декремент колебаний $\theta = 0,004$. Определить число N полных колебаний, которые должна совершить гиря, чтобы амплитуда колебаний уменьшилась в $n = 2$ раза. За какое время t произойдет это уменьшение?

Колебания и волны

Вариант 6

1. На гладком столе лежит шар массой M , прикрепленный к пружине с жесткостью k . В шар попадает пуля массой m , имеющая в момент удара скорость V , направленную вдоль оси пружины. Считая удар пули абсолютно неупругим и пренебрегая массой пружины и сопротивлением воздуха, определить амплитуду A и период T колебаний шара с пулей.

2. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \cos \pi t$ и $y = \cos (\pi/2)t$. Найти траекторию результирующего движения точки.

3. Источник незатухающих гармонических колебаний движется по закону $x = A \sin \omega t$, где $A = 8,0$ см, $\omega = 3140$ (рад/с). Определить смещение от положения равновесия, скорость и ускорение a точки через $t = 1$ с, находящейся на расстоянии $l = 340$ м от источника, если скорость распространения волн $U = 340$ м/с после начала колебания.

4. Колебательный контур радиоприемника состоит из катушки с индуктивностью $L = 1,00$ мГн и переменного конденсатора, емкость которого может меняться в пределах от 9,7 до 92 пФ. В каком диапазоне длин волн может принимать радиостанции этот приемник?

5. Написать уравнение движения, получающегося в результате сложения двух одинаково направленных гармонических колебательных движений с одинаковым периодом $T = 8$ с и одинаковой амплитудой $A = 0,02$ м. Разность фаз между этими колебаниями $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi/4$. Начальная фаза одного из этих колебаний равна нулю.

6. Тело массой $m = 5$ г совершает затухающие колебания. В течение времени $t = 50$ с тело потеряло 60% своей энергии. Определить коэффициент сопротивления r .

Колебания и волны

Вариант 7

1. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой $x_m = 5,0$ см, если за время $\tau = 1,0$ мин совершается $N = 150$ колебаний и начальная фаза равна $\varphi_0 = 45^\circ$. Начертить график этого движения. Здесь и в других задачах уравнение гармонического колебания записывать через косинус фазы.

2. Математический маятник длиной $l = 24,7$ см совершает затухающие колебания. Через какое время t энергия колебаний маятника уменьшится в 9,4 раза? Задачу решить при значении логарифмического декремента затухания: а) $\chi = 0,01$; б) $\chi = 1$.

3. Уравнение плоской бегущей звуковой волны $\varphi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$, где $A = 6,0 \cdot 10^{-2}$ мм, $\omega = 1800$ (рад/с) и $K = 5,3$ (рад/м). Найти: 1) отношение амплитуды смещения частиц среды к длине волны A/λ ; 2) амплитуду колебаний скорости частиц среды $\varphi(x, t)$ и ее отношение к скорости распространения волны $\varphi(x, t)/U$.

4. В колебательном контуре заряд конденсатора изменяется по закону $q = q_0 \cos \omega t$, где $q_0 = 4$ мКл, $\omega = 10^5$ рад/с. Чему равна (в СИ) энергия $W_{эл}$ электрического поля конденсатора в момент времени $t = T/8$? T - период колебаний в контуре. Индуктивность контура $L = 1$ мГн. Сопротивлением контура пренебречь.

5. Написать уравнение результирующего колебания, получающегося в результате сложения двух взаимно перпендикулярных колебаний с одинаковой частотой $\nu_1 = \nu_2 = 5$ Гц и с одинаковой начальной фазой $\varphi_1 = \varphi_2 = \pi/3$. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 0,10$ м и $A_2 = 0,05$ м.

6. Определить период T затухающих колебаний, если период T_0 собственных колебаний системы равен 1 с и логарифмический декремент колебаний $\theta = 0,628$.

Колебания и волны

Вариант 8

1. Масса груза пружинного маятника $m = 1,0$ кг, жесткость пружины маятника $k = 25$ Н/м. В момент, когда пружина недеформирована, грузу толчком сообщают начальную скорость $v_0 = 50$ см/с в положительном направлении оси OX . Пренебрегая трением, найдите: 1) полную механическую энергию W маятника; 2) максимальную силу упругости F_m , действующую на груз маятника.

2. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время $t = 1$ мин уменьшилась вдвое. Во сколько раз уменьшится амплитуда за время $t = 3$ мин?

3. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре имеет вид $U = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 50$, $\omega = 10^4$ π с⁻¹. Емкость конденсатора $C = 0,1$ мкФ. Найти период T колебаний, индуктивность L контура, закон изменения со временем t тока I в цепи и длину волны λ , соответствующую этому контуру.

4. В колебательном контуре, состоящем из плоского конденсатора и катушки индуктивности с пренебрежимо малым активным сопротивлением, происходят колебания с энергией $W = 2,0 \cdot 10^{-4}$ Дж. Пластины конденсатора раздвинули так, что частота собственных колебаний увеличилась в три раза. Какую работу совершили при этом?

5. К пружине подвешен груз массой $m = 10$ кг. Зная, что пружина под влиянием силы $F = 9,8$ Н растягивается на $l = 1,5$ см, найти период T вертикальных колебаний груза.

6. Определить число N полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в $n = 2$ раза. Логарифмический декремент колебаний $\theta = 0,01$.

Колебания и волны

Вариант 9

1. Тело массой $m = 1$ кг находится в вязкой среде с коэффициентом сопротивления $r = 0,05$ кг/с. С помощью двух одинаковых пружин жесткостью $k = 50$ Н/м каждое тело удерживается в положении равновесия, пружины при этом не деформированы (рис.1). Тело сместили от положения равновесия и опустили. Определить: 1). коэффициент затухания δ ; 2). частоту ν колебаний; 3). логарифмический декремент колебаний θ ; 4). число N колебаний, по прошествии которых амплитуда колебаний уменьшится в e раз.

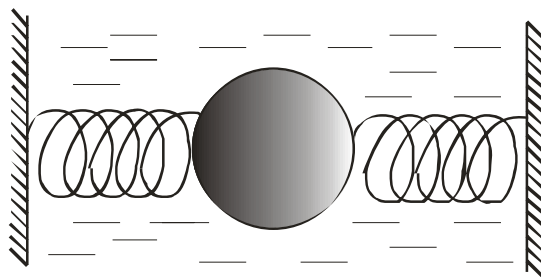


рис.1.

2. Точка совершает колебания по закону $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$; где $A = 2$ см. если $x(0) = -\sqrt{3}$ см и $x'(0) < 0$. Построить векторную диаграмму для момента $t = 0$.

3. Складываются два колебания одинакового направления, выражаемых уравнениями $x_1 = A_1 \cos \omega(t + \tau_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(t + \tau_2)$, где $A_1 = 1$ см; $A_2 = 2$ см; $\tau_1 = 1/6$ с; $\tau_2 = 1/2$ с; $\omega = \pi$ с⁻¹. Определить начальные фазы φ_1 и φ_2 составляющих колебаний; найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания. Написать уравнение результирующего колебания.

4. Плоская звуковая волна возбуждается источником колебаний частоты $\nu = 200$ Гц. Амплитуда A колебаний источника равна 4 мм. 1). Написать уравнение колебаний источника $\xi(0, t)$, если в начальный момент смещение точек источника максимально. 2). Найти смещение $\xi(x, t)$ точек среды, находящихся на расстоянии $x = 100$ см от источника, в момент времени $t = 0,1$ с. Скорость звуковой волны принять равной 300 м/с. Затуханием пренебречь.

5. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами площадью $S = 100$ см² каждая и катушки индуктивностью $L = 2,5$ мкГн, резонирует на волну длиной $\lambda = 10$ м. Определить расстояние d между пластинами конденсатора.

6. Колебательный контур имеет емкость $C = 1,1$ нФ и индуктивность $L = 5$ мГн. Логарифмический декремент затуханий $\alpha = 0,005$. За какое время вследствие затухания потеряется 99% энергии контура?

Колебания и волны

Вариант 10

1. Найти число N полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в $n = 2$ раза. Логарифмический декремент колебаний $\theta = 0,01$.

2. Материальная точка массой $m = 5$ г совершает гармонические колебания с частотой $\nu = 0,5$ Гц. Амплитуда колебаний $A = 3$ см. Определить: 1). скорость точки в момент времени, когда смещение $x = 1,5$ см; 2). максимальную силу F_{max} , действующую на точку; 3). полную энергию E колеблющейся точки.

3. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \cos \omega t$ (1) и $y = A_2 \cos (\omega t/2)$ (2), где $A_1 = 1$ см; $A_2 = 2$ см; $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$. Найти уравнение траектории точки. Построить траекторию с соблюдением масштаба и указать направление движения точки.

4. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний $A = 10$ см. Как велико смещение точки, удалённой от источника на $x = \frac{3}{4} \lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9T$?

5. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 1,2$ мГн и конденсатора переменной ёмкостью от $C_1 = 12$ пФ до $C_2 = 80$ пФ. Определить диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

6. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,2$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 5,07$ мГн. При каком логарифмическом декременте затуханий α разность потенциалов на обкладках конденсатора за время $t = 1$ мс уменьшится в три раза? Каково при этом сопротивление контура?

ЛИТЕРАТУРА

1. **Савельев И.В.** Курс общей физики. Книги 1, 2, 3, 4, 5. - М.: Наука Физматлит, 1998. Кн. 1 336 с.; Кн. 2 336 с.; Кн. 3 208 с.; Кн. 4 256 с.; Кн. 5 368 с.
2. **Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б.** Курс физики. Т. 1, 2, 3. - М.: Высшая школа, 1973–1979. Т. 1, 384 с.; Т. 2, 375 с.; Т. 3, 511 с.
3. **Детлаф А.А., Яворский Б.М.** Курс физики. - М.: Высшая школа, 1989. - 608 с., 1999. - 718 с.
4. **Трофимова Т.И.** Курс физики. - М.: Высшая школа, , 1985. - 352 с., 1996. - 432 с., 1997. - 512 с., 1998. - 542 с.
5. **Зисман Г.А., Тодес О.М.** Курс общей физики Т.1, 2,3. – Киев: Дніпро, 1994. Т.1, 350с.; Т. 2, 383с.; Т.3. 512 с.
6. **Сивухин Л.В.** Общий курс физики. - М.: Наука, 1979-1989.-Т.I-V.