

Федеральное агентство по образованию РФ

Ухтинский государственный технический университет

Физика

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

индивидуальные задания для студентов
МОН, МЛК, ЛИ дневной формы обучения
(2 семестр)

Ухта

2009

УДК 53 075
С 28
ББК 22.3. Я7

Северова, Н.А. Физика. Механические колебания и волны. [Текст]: метод. указания/ Н.А. Северова. – Ухта: УГТУ, 2009 г. – 38 с.

Методические указания предназначены для выполнения индивидуальной работы по теме «Механические колебания и волны» для студентов 1 курса специальностей МОН, МЛК, ЛИ во 2 семестре.

Содержание методических указаний соответствует учебной рабочей программе.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой физики от 17.03.09г. пр. № 6 и предложены для издания.

Рецензент: Пономарев Н.С., к.ф.-м.н., доцент кафедры физики
Ухтинского государственного технического университета.

Редактор: Шамбулина В.Н., доцент кафедры физики
Ухтинского государственного технического университета.

В методических указаниях учтены предложения рецензента и редактора.

План 2009 г., позиция
Подписано в печать . . . г.
Компьютерный набор: Северова Н.А.

Объем 38 с. Тираж 50 экз. Заказ № .

© Ухтинский государственный технический университет, 2009
169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.

Отдел оперативной полиграфии УГТУ.
169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к индивидуальным заданиям по механике для студентов 1 курса по
разделу «Механические колебания и волны»

Индивидуальные задания составлены в 32 вариантах по 8 задач в каждом. Предложенные задачи охватывают все основные виды механических колебаний и волн.

В конце методических указаний по рассматриваемой теме предлагается краткая справка и рекомендуемая литература.

Задачи распределены следующим образом:

- 1 задача – Гармонические колебания и их характеристики .
- 2 задача – Сложение колебаний одного направления .
- 3 задача – Сложение взаимно перпендикулярных колебаний .
- 4 задача – Энергия гармонических колебаний .
- 5 задача – Пружинный и математический маятники .
- 6 задача – Физический маятник .
- 7 задача – Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс.
- 8 задача – Упругие волны. Интерференция волн.

Индивидуальные задания могут быть использованы для аудиторной работы, а также в качестве домашней контрольной работы по механике студентами дневной формы обучения.

Индивидуальные задания рекомендуются для студентов 1 курса дневного отделения специальностей МОН, МЛК, ЛИ.

Вариант № 1

1. Точка совершает гармоническое колебание. Период колебаний $T = 4$ с, амплитуда $A = 50$ мм, начальная фаза $\varphi = 0$. Найти скорость v точки в момент времени, когда смещение точки от положения равновесия $x = 25$ мм.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 90° . Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3$ см и $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin \omega t$ и $y = 2 \cos \omega t$. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. Шарик массой 100 г колеблется с периодом 12 с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 40$ см и он обладает энергией $E = 200$ Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.
5. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4 раза а массу увеличить в 4 раза?
6. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный за один из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 1 с?
7. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 100$ Гц. Определить частоту ν_0 собственных колебаний, если резонансная частота $\nu_{\text{рез}} = 99,8$ Гц.
8. Определить частоту излучения звукового генератора, если посылаемый им импульс, содержащий 600 волн, продолжается 0,06 с.

Вариант № 2

1. Начальная фаза гармонического колебания $\varphi = 90^\circ$. При смещении точки от положения равновесия $x_1 = 2,4$ см скорость точки $v_1 = 3$ см/с, а при смещении $x_2 = 2,8$ см ее скорость $v_2 = 2$ см/с. Найти амплитуду A и период T этого колебания.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 60° . Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3$ см и $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin 2\omega t$ м и $y = 2 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой 100 г имеет вид $x = 15 \sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{2}\right)$ см. Определить полную энергию колеблющейся точки в момент времени $t = 1,5$ с.
5. Медный шарик, подвешенный на пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине вместо медного подвесить алюминиевый шарик такого же размера?
6. Тело массой $m = 4$ кг, закрепленное на горизонтальной оси, совершало колебания с периодом $T_1 = 0,8$ с. Когда на эту же ось был дополнительно насажен диск так, что его образующая совпала с осью колебаний тела, период колебаний стал равным 1,2 с. Радиус R диска равен 20 см, масса его равна массе тела. Найти момент инерции J тела относительно оси колебаний.
7. Период собственных колебаний, пружинного маятника равен 0,55 с. В вязкой среде период T того же маятника стал равным 0,56 с. Определить резонансную частоту $\nu_{\text{рез}}$ колебаний.
8. Две волны распространяются по поверхности воды навстречу друг другу. Что наблюдается в точках встречи волн, если разность их хода 1,4 м, а длина волны 70 см?

Вариант № 3

1. Дано уравнение колебательного движения $x = 0,4 \sin 5\pi t$ м. Определить амплитуду A , период T , смещение x , скорость $\dot{x}$ и ускорение $\ddot{x}$ при $t = 0,4$ с.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 120° . Амплитуды колебаний равны $A_1 = 4$ см и $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = \cos \pi t/2$. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой 100 г имеет вид $0,05 \sin\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$ и величину силы в момент времени $t = 5$ с.
5. К пружине подвешена чашка весов с гирями. При этом период вертикальных колебаний составляет 0,5 с. После того, как на чашку весов положили дополнительный груз, период изменился до 0,6 с. На сколько удлинилась пружина?
6. Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной $l = 120$ см колеблется около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на расстояние 40 см от центра масс стержня. Чему равен период колебаний данного маятника относительно данной оси?
7. Определить, на сколько резонансная частота отличается от частоты $\nu_0 = 1$ кГц собственных колебаний системы, характеризуемой коэффициентом затухания $\delta = 400 \text{ с}^{-1}$.
8. Ультразвуковой сигнал, посланный с корабля вертикально вниз, отразившись от дна моря, возвратился через 0,6 с. Определить глубину моря, если скорость ультразвука в воде равна 1300 м/с.

Вариант № 4

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos \omega t$. В некоторый момент времени скорость точки оказалось равным 5 см/с. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, скорость стала равной 8 см/с. Найти амплитуду колебаний если частота составляет $0,1 \text{ с}^{-1}$.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 90° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 6 \text{ см}$ и $A_2 = 8 \text{ см}$. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 4 \text{ см}$, $\omega_1 = 4 \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Колебания материальной точки массой $m = 100 \text{ г}$ происходят согласно уравнению $x = A \cos \omega t$, где $A = 10 \text{ см}$ и $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Определить максимальные значения возвращающей силы $F_{\max}$ и кинетической энергии $T_{\max}$.
5. Математический маятник длиной $l = 0,5 \text{ м}$ установлен в лифте. Лифт опускается вниз равнозамедленно с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. Определить период T колебаний маятника.
6. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный за один из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 12 с?
7. Логарифмический декремент затухания математического маятника $\chi = 0,4$. Во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний за три полных колебания маятника?
8. Какой путь пройдет фаза волнового движения за 0,04 с, если частота колебаний равна 20 МГц, а длина волны 250 м?

Вариант № 5

1. Амплитуда гармонического колебания $A = 15$ см, период $T = 8$ с. Найти максимальную скорость $v_{\max}$ колеблющейся точки и ее максимальное ускорение $a_{\max}$.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \cos(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 4 \sin 2\omega t$ и $y = 2 \cos \omega t$. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 2$ см, полная энергия колебаний $W = 22$ мДж. Какая сила действует на колеблющуюся точку при ее смещении от положения равновесия на расстояние $x = 1$ см?
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой $0,4$ кг совершает 40 колебаний в минуту. Чему равен коэффициент жесткости пружины?
6. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный на оси, проходящей на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины от одного из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 1 с?
7. Уравнение затухающих колебаний дано в виде $x = 5 e^{-t/4} \sin \pi t/2$ м. Найти скорость v колеблющейся точки в момент времени $4T$.
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воды в воздух, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Вариант № 6

1. Амплитуда гармонического колебания $A = 5$ см, период $T = 4$ с. Найти максимальную скорость $v_{\max}$ колеблющейся точки и ее максимальное ускорение $a_{\max}$.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 10$ см, $\omega_1 = 8 \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = 4 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 2$ см, полная энергия колебаний $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 22,5$ мкН?
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 5 кг совершает 45 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.
6. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный на оси, проходящей на расстоянии $1/3$ длины от одного из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 1 с?
7. Уравнение затухающих колебаний дано в виде $x = 5 e^{-0,25t} \sin \pi t/2$ м. Найти скорость v колеблющейся точки в момент времени $4T$.
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Вариант № 7

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \sin \omega t$. В некоторый момент времени смещение x_1 точки оказалось равным 5 см. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение x_2 стало равным 8 см. Найти амплитуду колебаний.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 120° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 6$ см и $A_2 = 8$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 8$ см, $A_2 = 4$ см, $\omega_1 = \omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Колебания материальной точки массой $m = 0,1$ г происходят согласно уравнению $x = A \cos \omega t$, где $A = 5$ см и $\omega = 20 \text{ с}^{-1}$. Определить максимальные значения возвращающей силы $F_{\max}$ и кинетической энергии $T_{\max}$.
5. Математический маятник длиной $l = 1$ м установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. Определить период T колебаний маятника.
6. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный на оси, проходящей на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины от одного из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 12 с?
7. Логарифмический декремент затухания математического маятника $\chi = 0,2$. Во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний за три полных колебания маятника?
8. Какой путь пройдет фаза волнового движения за 0,02 с, если частота колебаний равна 2 МГц, а длина волны 150 м?

Вариант № 8

1. Точка колеблется синусоидально с амплитудой 4 см. Какова координата точки, соответствующая фазе $0,2\pi$, если начальная фаза равна $\pi/2$?
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 60° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 6$ см и $A_2 = 6$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями $x = 0,02 \cos \omega t$ и $y = 0,01 \sin 2\omega t$. Найти уравнение траектории точки и построить ее с указанием направления движения.
4. Период колебаний равен 12 с, начальная фаза $\varphi = \pi/6$. Написать уравнение движения этого тела, если полная энергия его равна $W = 3$ мкДж, при максимальной силе, действующей на тело $F_{\max} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ Н.
5. Как изменится период вертикальных колебаний груза, висящего на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному?
6. Физический маятник представляет собой плоский диск, закрепленный на конце тонкого стержня, длина которого в 2 раза больше диаметра диска. Массы предметов одинаковы. Определите период колебаний маятника, если радиус диска 4 см.
7. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время $t = 1$ мин уменьшилась вдвое. Во сколько раз уменьшится амплитуда за время $t = 3$ мин?
8. Найти длину волны λ колебаний, если расстояние между первой и четвертой пучностями стоячей волны $l = 24$ см.

Вариант № 9

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos \omega t$, где $A = 5$ см, $\omega = 2$ с⁻¹. Определить $|\ddot{x}|$ ускорение точки в момент времени, когда ее скорость $\dot{x} = 8$ см/с.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с одинаковыми начальными фазами. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3$ см, $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 8$ см; $A_2 = 4$ см, $\omega_1 = 4$ с⁻¹, $\omega_2 = 2$ с⁻¹. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Под действием груза массой 200 г пружина растягивается на 1,86 см. Грузу сообщили кинетическую энергию 0,02 Дж и он стал совершать гармонические колебания. Определить частоту и амплитуду колебаний.
5. Период колебаний математического маятника 10 с. Длина этого маятника равна сумме длин двух других математических маятников, один из которых имеет частоту 1/6 Гц. Определите период колебаний второго из этих маятников.
6. На стержне длиной $l = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один – в середине стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период колебаний T такой системы. Массой стержня пренебречь.
7. Под действием силы тяжести электродвигателя консольная балка, на которой он установлен, прогнулась на $h = 1$ мм. При какой частоте вращения n якоря электродвигателя может возникнуть опасность резонанса?
8. Звуковые колебания, имеющие частоту $\nu = 0,5$ кГц и амплитуду $A = 0,25$ мм, распространяются в упругой среде. Длина волны $\lambda = 70$ см. Найти скорость v распространения волн.

Вариант № 10

1. Определить максимальные значения скорости $\dot{x}_{\max}$ и ускорения $\ddot{x}_{\max}$ точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A = 3$ см и циклической частотой $\omega = \pi/2$ с⁻¹.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 180° . Амплитуды колебаний $A_1 = 6$ см и $A_2 = 8$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = 2 \sin(\pi t + \pi/2)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Уравнение колебания материальной точки массой 16 г имеет вид $x = 0,1 \sin(\pi t/8 + \pi/4)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$, действующую на точку.
5. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x = 9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
6. Математический маятник длиной $l_1 = 40$ см и физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной $l_2 = 60$ см синхронно колеблются около одной и той же горизонтальной оси. Определить расстояние a центра масс стержня от оси колебаний.
7. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время $t = 1$ мин уменьшилась вдвое. Во сколько раз уменьшится амплитуда за время $t = 3$ мин?
8. Волна с периодом $T = 1,2$ с и амплитудой колебаний $A = 2$ см распространяется со скоростью $v = 15$ м/с. Чему равно смещение $\xi(x, t)$ точки, находящейся на расстоянии $x = 45$ м от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время $t = 4$ с?

Вариант № 11

1. Точка совершает гармоническое колебание. Период колебаний $T = 2$ с, амплитуда $A = 50$ мм, начальная фаза $\varphi = 0$. Найти скорость v точки в момент времени, когда смещение точки от положения равновесия $x = 25$ мм.
2. 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 в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 6$ см, $\omega_1 = \omega_2 = 2$ с⁻¹. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Шарик массой 50 г колеблется с периодом 2 с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 4$ см и он обладает энергией $E = 0,02$ Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.
5. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?
6. Физический маятник представляет собой плоский диск, закрепленный на конце тонкого стержня, длина которого в 8 раз больше радиуса диска. Массы предметов одинаковы. Определите период колебаний маятника, если радиус диска 5 см.
7. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 1000$ Гц. Определить частоту ν_0 собственных колебаний, если резонансная частота $\nu_{\text{рез}} = 998$ Гц.
8. Определить частоту излучения ультразвукового генератора, если посылаемый им импульс, содержащий 300 волн, продолжается 0,003 с.

Вариант № 12

1. Начальная фаза гармонического колебания $\varphi = 0$. При смещении точки от положения равновесия $x_1 = 2,4$ см скорость точки $v_1 = 3$ см/с, а при смещении $x_2 = 2,8$ см ее скорость $v_2 = 2$ см/с. Найти амплитуду A и период T этого колебания.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 270° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 6$ см и $A_2 = 8$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin \omega t$ м и $y = 2 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить ее с нанесением масштаба.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой 10 г имеет вид $x = 5 \sin\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ см. Определить полную энергию колеблющейся точки в момент времени $t = 5$ с.
5. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x = 16$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
6. Тело массой $m = 4$ кг, закрепленное на горизонтальной оси, совершало колебания с периодом $T_1 = 0,8$ с. Когда на эту ось был насажен диск так, что его ось совпала с осью колебаний тела, период колебаний стал равным 1,2 с. радиус R диска равен 20 см, масса его равна массе тела. Найти момент инерции J тела относительно оси колебаний.
7. Период собственных колебаний, пружинного маятника равен 0,55 с. В вязкой среде период T того же маятника стал равным 0,56 с. Определить резонансную частоту $\nu_{\text{рез}}$ колебаний.
8. Две волны распространяются по поверхности воды навстречу друг другу. Что наблюдается в точках встречи волн, если разность их хода 8,4 м, а длина волны 70 см?

Вариант № 13

1. Дано уравнение колебательного движения $x = 0,4 \sin 5\pi t$ м. Определить амплитуду A , период T , смещение x , скорость $\dot{x}$ и ускорение $\ddot{x}$ при $t = 0,1$ с.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 90° . Амплитуды колебаний соответственно $A_1 = 18$ см и $A_2 = 24$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \cos \pi t$ и $y = \cos \pi t/2$. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой $0,01$ кг имеет вид $0,05 \sin\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$ и величину силы в момент времени $t = 5$ с.
5. Сравните периоды колебаний двух математических маятников длиной $1,6$ м и $2,5$ м каждый.
6. Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной $l = 120$ см колеблется около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на расстояние 40 см от центра масс стержня. Чему равен период колебаний относительно данной оси?
7. Определить, на сколько резонансная частота отличается от частоты $\nu_0 = 1$ кГц собственных колебаний системы, характеризуемой коэффициентом затухания $\delta = 400 \text{ с}^{-1}$.
8. Ультразвуковой сигнал, посланный с корабля вертикально вниз, отразившись от дна моря, возвратился через $0,6$ с. Определить глубину моря, если скорость ультразвука в воде равна $1,3$ км/с.

Вариант № 14

1. Составить уравнение гармонического колебания математического маятника, длина которого 2,45 м, амплитуда колебаний 0,1 м.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 45° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 10$ см и $A_2 = 14$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = 4 \sin(\pi t + \tau)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 20$ см, полная энергия колебаний $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 25,5$ мкН?
5. Период колебаний математического маятника изменяется в 4 раза, во сколько раз при этом меняется длина маятника?
6. Физический маятник в виде массивного шара радиусом 20 см висит на нити длиной 20 см и совершает колебания относительно горизонтальной оси, проходящей через другой конец нити. Определить период колебаний маятника.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 0,5 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = 3/4\lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$?

Вариант № 15

1. Точка совершает колебания по косинусоидальному закону, где $A = 15$ см, $\omega = 2$ с⁻¹. Определить $|\ddot{x}|$ ускорение точки в момент времени, когда ее скорость равна $\dot{x} = 8$ см/с.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с одинаковыми начальными фазами. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 6$ см, $A_2 = 8$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 4$ см, $\omega_1 = \omega_2 = 4$ с⁻¹. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x = 2$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
5. Уравнение колебания материальной точки массой 160 г имеет вид $x = 0,1 \sin(\pi t/4 + \pi/4)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$, действующую на точку.
6. На стержне длиной $l = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один – на расстоянии равном четверти длины стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период колебаний T такой системы. Массой стержня пренебречь.
7. Под действием силы тяжести электродвигателя консольная балка, на которой он установлен, прогнулась на $h = 2$ мм. При какой частоте вращения n якоря электродвигателя может возникнуть опасность резонанса?
8. Звуковые колебания, имеющие частоту $\nu = 0,5$ кГц и амплитуду $A = 0,25$ мм, распространяются в упругой среде. Длина волны $\lambda = 70$ см. Найти скорость u распространения волн.

Вариант № 16

1. Определить максимальные значения скорости $\dot{x}_{\max}$ и ускорения $\ddot{x}_{\max}$ точки, совершающей гармонические синусоидальные колебания с амплитудой $A = 6$ см и циклической частотой $\omega = \pi/4$ с⁻¹.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с начальными фазами отличающимися на 120° . Амплитуды колебаний соответственно составляют $A_1 = 8$ см и $A_2 = 8$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin 2\pi t$ и $y = 2 \sin(\pi t + \pi/2)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Уравнение колебания материальной точки массой 160 г имеет вид $x = 0,1 \sin(\pi t/4 + \pi/8)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$, действующую на точку.
5. Период колебаний пружинного маятника увеличился в два раза, во сколько раз при этом изменили массу маятника?
6. Математический маятник длиной $l_1 = 1$ м и физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной $l_2 = 160$ см синхронно колеблются около одной и той же горизонтальной оси. Определить расстояние a центра масс стержня от оси колебаний.
7. Уравнение затухающих колебаний дано в виде $x = 5 e^{-0,5t} \sin \pi t$ м. Найти скорость v колеблющейся точки в момент времени $4T$.
8. Волна с периодом $T = 12$ с и амплитудой колебаний $A = 20$ см распространяется со скоростью $v = 1,5$ см/с. Чему равно смещение $\xi(x, t)$ точки, находящейся на расстоянии $x = 45$ м от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время $t = 4$ с?

Вариант № 17

1. Амплитуда гармонического колебания $A = 5$ см, период $T = 4$ с. Найти максимальную скорость $v_{\max}$ колеблющейся точки и ее максимальное ускорение $a_{\max}$.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу ϕ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin \omega t$ м и $y = 2 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить ее с нанесением масштаба.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 2$ см, полная энергия колебаний $W = 22$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 2$ мкН?
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой $0,5$ кг совершает 90 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.
6. Физический маятник представляет собой плоский диск, закрепленный на конце тонкого стержня, длина которого равна диаметру диска. Массы предметов одинаковы. Определите период колебаний маятника, если радиус диска 40 см.
7. Уравнение затухающих колебаний дано в виде $x = 5 e^{-0,5t} \sin 2\pi t$ м. Найти скорость v колеблющейся точки в момент времени $4T$.
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Вариант № 18

1. Точка колеблется косинусоидально с амплитудой 4 см. Какова координата точки, соответствующая фазе $0,2\pi$, если начальная фаза равна $\pi/2$?
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \sin(\pi t + \pi/3)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями $x = 0,02 \cos \omega t$ и $y = 0,01 \sin \omega t$. Найти уравнение траектории точки и построить ее с указанием направления движения.
4. Период колебаний равен 2 с, начальная фаза $\varphi = \pi/6$. Написать уравнение движения этого тела, если полная энергия его равна $W = 30$ мкДж, при максимальной силе, действующей на тело $F_{\max} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ Н.
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 0,4 кг совершает 120 колебаний в минуту. Определите коэффициент жесткости пружины.
6. Однородный стержень длиной 2 м и массой 1,4 кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. На нижнем конце закреплен груз такой же массы. Определить период колебаний системы.
7. Найти число N полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в $n = 2$ раза. Логарифмический декремент затухания колебаний $\theta = 0,01$.
8. Найти длину волны λ колебаний, если расстояние между первой и четвертой пучностями стоячей волны $l = 15$ см.

Вариант № 19

1. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой 12 см и периодом 0,25 с. Найти максимальные значения скорости и ускорения. Начертить графики скорости и ускорения и определить сдвиг фаз между ними.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,03 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,04 \sin(\pi t + \pi)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Движение точки задано уравнениями $x = 0,1 \sin \omega t$ и $y = 0,05 \sin(\omega t + \omega \tau)$, где $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$; $\tau = \pi/4 \text{ с}$. Найти уравнение траектории и скорости точки в момент времени $t = 0,5 \text{ с}$.
4. К пружине подвешен груз. Максимальная кинетическая энергия колебаний груза $W_{\text{кmax}} = 1 \text{ Дж}$. Амплитуда колебаний $A = 5 \text{ см}$. Найти жесткость k пружины.
5. Математический маятник установлен в лифте. Лифт опускается с ускорением $a = 2,81 \text{ м/с}^2$. Определить период колебаний маятника. $l = 1 \text{ м}$.
6. Однородный стержень длиной 1,6 м и массой 2 кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. На нижнем конце закреплен груз такой же массы. Определить период колебаний системы.
7. За время $t = 8 \text{ мин}$ амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в три раза. Определить коэффициент затухания.
8. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой 500 Гц. Скорость распространения волн равна 340 м/с. Каков результат интерференции волн в точке, расположенной от первого источника на расстоянии 30 м, а от второго – на 65,7 м?

Вариант № 20

1. Составить уравнение гармонического колебания математического маятника, длина которого 2 м, амплитуда колебаний 10 см.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin(\pi t + \pi/2)$ и $x_2 = 0,03 \sin(\pi t)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin 2\pi t$ и $y = 4 \sin(\pi t + \pi)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 10$ см, полная энергия колебаний $W = 20$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 5$ мкН?
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 2 кг совершает 9 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.
6. Физический маятник в виде массивного шара диаметром 20 см висит на нити длиной 40 см и совершает колебания относительно горизонтальной оси, проходящей через другой конец нити. Определить период колебаний маятника.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 2 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 20 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = 3/4\lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,8 T$?

Вариант № 21

1. Составить уравнение гармонического колебания математического маятника, длина которого 2,45 м, амплитуда колебаний 0,1 м.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 8 \sin \pi t$ и $x_2 = 10 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = 4 \sin(\pi t + \tau)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 20$ см, полная энергия колебаний $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 25,5$ мкН?
5. Длину нити математического маятника укорачивают в два раза, как и во сколько раз изменяется частота колебаний маятника?
6. Физический маятник в виде массивного шара радиусом 20 см висит на нити длиной 20 см и совершает колебания относительно горизонтальной оси, проходящей через другой конец нити. Определить период колебаний маятника.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 0,5 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = 3/4\lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$?

Вариант № 22

1. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой 20 см и периодом 12,5 с. Найти максимальные значения скорости и ускорения.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 6 \sin \pi t$ и $x_2 = 6 \sin(\pi t + 2\pi/3)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Движение точки задано уравнениями $x = 0,1 \sin \omega t$ и $y = 0,05 \sin(\omega t + \omega t)$, где $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$; $\tau = \pi/4 \text{ с}$. Найти уравнение траектории и скорости точки в момент времени $t = 0,5 \text{ с}$.
4. К пружине подвешен груз. Максимальная кинетическая энергия колебаний груза $W_{\text{Кmax}} = 100 \text{ Дж}$. Амплитуда колебаний $A = 10 \text{ см}$. Найти жесткость k пружины.
5. Математический маятник установлен в лифте. Лифт поднимается вверх равнозамедленно с ускорением $a = 2,81 \text{ м/с}^2$. Определить период колебаний маятника. $l = 1 \text{ м}$.
6. Однородный стержень длиной 1,2 м и массой 1 кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. На середине стержня закреплен груз такой же массы. Определить период колебаний системы.
7. За время $t = 8 \text{ мин}$ амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в 4 раза. Определить коэффициент затухания.
8. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой 0,5 кГц. Скорость распространения волн равна 340 м/с. Каков результат интерференции волн в точке, расположенной от первого источника на расстоянии 14,4 м, а от второго – на 64,8 м?

Вариант № 23

1. Тело совершает гармоническое колебание по закону $x = 20 \sin \pi t$ м. Масса тела 10 г. Определить скорость тела и полную энергию в момент времени $t = 4$ с.
2. Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления $x_1 = 0,01 \cos(\omega t + \pi/3)$ и $x_2 = 0,02 \cos(\omega t + 5\pi/6)$. Начертить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$. Определить амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 4$ см, $\omega_1 = 4 \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Точка совершает гармонические колебания и в данный момент ее смещение от положения равновесия $x = A/2$. Найти отношение кинетической энергии T точки к ее потенциальной энергии P .
5. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 0,5 кг совершает 30 колебаний в минуту. Найти коэффициент жесткости пружины.
6. Тело массой 2 кг, закрепленное на горизонтальной оси, совершало колебания с периодом $T_1 = 0,8$ с. Когда на эту же ось был насажен диск, так что его ось совпадала с осью колебаний тела, период колебаний стал равным 1,2 с. Радиус R диска равен 20 см, масса его равна массе тела. Найти момент инерции J тела относительно оси колебаний.
7. 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.
8. Частота собственных колебаний доски, положенной через ручей, равна 0,5 Гц. Наступит ли явление механического резонанса, если по доске будет проходить человек, делающий 6 шагов за каждые 3 с?

Вариант № 24

1. Точка колеблется синусоидально с амплитудой 4 см. Какова координата точки, соответствующая фазе $0,2\pi$, если начальная фаза равна $\pi/2$?
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 4 \sin \pi t$ и $x_2 = 3 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = 2 \sin(\pi t + \pi/2)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Шарик массой 100 г колеблется с периодом 12 с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 40$ см и он обладает энергией $E = 200$ Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.
5. Длину нити математического маятника выбрали такой, что его период колебаний совпал с периодом колебаний груза массой 40 кг на пружине жесткостью 200 Н/м. Чему равна длина нити?
6. Физический маятник в виде массивного шара радиусом 20 см висит на нити длиной 20 см и совершает колебания относительно горизонтальной оси, проходящей через другой конец нити. Определить период колебаний маятника.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 2 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Вариант № 25

1. Дано уравнение колебательного движения $x = 0,4 \sin 5\pi t$ м. Определить амплитуду A , период T , смещение x , скорость $\dot{x}$ и ускорение $\ddot{x}$ при $t = 0,1$ с.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin (\pi t + \pi/2)$ и $x_2 = 0,03 \sin \pi t$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями $x = 0,02 \cos \omega t$ и $y = 0,01 \sin \omega t$. Найти уравнение траектории точки и построить ее с указанием направления движения.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 20$ см, полная энергия колебаний $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 25,5$ мкН?
5. Математический маятник длиной $l = 1$ м установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением $a = 2,5$ м/с². Определить период T колебаний маятника.
6. Однородный стержень длиной 2,4 м и массой 1 кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Посередине стержня закреплен груз такой же массы. Определить период колебаний системы.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 2 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. Волна с периодом $T = 12$ с и амплитудой колебаний $A = 20$ см распространяется со скоростью $v = 1,5$ см/с. Чему равно смещение $\xi(x, t)$ точки, находящейся на расстоянии $x = 45$ м от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время $t = 4$ с?

Вариант № 26

1. Точка колеблется косинусоидально с амплитудой 4 см. Какова координата точки, соответствующая фазе $0,2\pi$, если начальная фаза равна $\pi/2$?
2. 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 в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 5$ см, $A_2 = 4$ см, $\omega_1 = 4$ с⁻¹, $\omega_2 = 2$ с⁻¹. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой 100 г имеет вид $0,05 \sin\left(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$ и величину силы в момент времени $t = 5$ с.
5. Математический маятник установлен в лифте. Лифт поднимается вверх равнозамедленно с ускорением $a = 2,81$ м/с². Определить период колебаний маятника. $l = 1$ м.
6. На стержне длиной $l = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один – на расстоянии равном четверти длины стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период колебаний T такой системы. Массой стержня пренебречь.
7. Во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний будет меньше резонансной амплитуды, если частота изменения вынуждающей силы будет больше резонансной частоты в два раза? Коэффициент затухания δ в этом случае равен $0,1\omega_0$ (где ω_0 – круговая частота собственных колебаний).
8. Две волны распространяются по поверхности воды навстречу друг другу. Что наблюдается в точках встречи волн, если разность их хода 1,4 м, а длина волны 70 см?

Вариант № 27

1. Тело совершает гармоническое колебание по закону $x = 20 \sin \pi t$ м. Масса тела 10 г. Определить скорость тела и полную энергию в момент времени $t = 4$ с.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin 2\pi t$ и $y = 4 \sin(\pi t + \pi)$. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить её с нанесением масштаба.
4. Уравнение колебаний материальной точки массой 100 г имеет вид $x = 15 \sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{2}\right)$ см. Определить полную энергию колеблющейся точки в момент времени $t = 1,5$ с.
5. Длину нити математического маятника выбрали такой, что его период колебаний в 4 раза больше периода колебаний груза массой 40 кг на пружине жесткостью 200 Н/м. Чему равна длина нити?
6. На стержне длиной $l = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один – в середине стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период колебаний T такой системы. Массой стержня пренебречь.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 0,5 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воды в воздух, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Вариант № 28

1. Составить уравнение гармонического колебания математического маятника, длина которого 2,45 м, амплитуда колебаний 0,1 м.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 4 \cos \pi t$ и $x_2 = 3 \sin(\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = \sin \pi t$ и $y = \cos \pi t/2$. Найти траекторию результирующего движения точки.
4. К пружине подвешен груз. Максимальная кинетическая энергия колебаний груза $W_{\text{кmax}} = 1$ Дж. Амплитуда колебаний $A = 5$ см. Найти жесткость k пружины.
5. Математический маятник длиной $l = 0,5$ м установлен в лифте. Лифт опускается вниз равнозамедленно с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. Определить период T колебаний маятника.
6. Однородный невесомый стержень длиной 2,4 м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Посередине стержня закреплен груз массой 2 кг, на свободном конце груз массой 4 кг. Определить период колебаний системы.
7. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 0,5$ м за время 10 с уменьшилась в 2 раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
8. Определить частоту излучения ультразвукового генератора, если посылаемый им импульс, содержащий 300 волн, продолжается 0,003 с.
- 8.

Вариант № 29

1. Амплитуда гармонического колебания $A = 15$ см, период $T = 8$ с. Найти максимальную скорость $v_{\max}$ колеблющейся точки и ее максимальное ускорение $a_{\max}$.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 0,04 \sin \pi t$ и $x_2 = 0,03 \cos (\pi t + \pi/2)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin \omega t$ м и $y = 2 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить ее с нанесением масштаба.
4. Колебания материальной точки массой $m = 100$ г происходят согласно уравнению $x = A \cos \omega t$, где $A = 10$ см и $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Определить максимальные значения возвращающей силы $F_{\max}$ и кинетической энергии $T_{\max}$.
5. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?
6. Однородный невесомый стержень длиной 2,4 м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Посередине стержня закреплен груз массой 1 кг, на свободном конце груз массой 3 кг. Определить период колебаний системы.
7. 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.
8. Найти длину волны λ колебаний, если расстояние между первой и четвертой пучностями стоячей волны $l = 24$ см.

Вариант № 30

1. Точка совершает колебания по косинусоидальному закону, где $A = 15$ см, $\omega = 2$ с⁻¹. Определить $|\ddot{x}|$ ускорение точки в момент времени, когда ее скорость равна $\dot{x} = 8$ см/с.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 8 \sin \pi t$ и $x_2 = 16 \sin(\pi t + \pi)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin 2\omega t$ м и $y = 2 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить ее с нанесением масштаба.
4. К пружине подвешен груз. Максимальная кинетическая энергия колебаний груза $W_{\text{Кmax}} = 100$ Дж. Амплитуда колебаний $A = 10$ см. Найти жесткость k пружины.
5. Длину нити математического маятника подобрали такой, что его период колебаний в 4 раза больше периода колебаний груза массой 40 кг на пружине жесткостью 200 Н/м. Чему равна длина нити?
6. Тело массой $m = 4$ кг, закрепленное на горизонтальной оси, совершало колебания с периодом $T_1 = 0,8$ с. Когда на эту ось был насажен диск так, что его ось совпала с осью колебаний тела, период колебаний стал равным 1,2 с. радиус R диска равен 20 см, масса его равна массе тела. Найти момент инерции J тела относительно оси колебаний.
7. Логарифмический декремент затухания математического маятника $\chi = 0,2$. Во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний за три полных колебания маятника?
8. Определить частоту излучения звукового генератора, если посылаемый им импульс, содержащий 600 волн, продолжается 0,06 с.

Вариант № 31

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \sin \omega t$. В некоторый момент времени смещение x_1 точки оказалось равным 5 см. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение x_2 стало равным 8 см. Найти амплитуду колебаний.
2. Найти амплитуду A и начальную фазу φ результирующего гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями $x_1 = 5 \sin \pi t$ и $x_2 = 15 \sin(\pi t + \pi)$. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = 2 \sin 2\omega t$ м и $y = 10 \cos \omega t$ м. Найти траекторию результирующего движения точки и начертить ее с нанесением масштаба.
4. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 20$ см, полная энергия колебаний $W = 0,3$ мкДж. При каком смещении x от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 25,5$ мкН?
5. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4 раза а массу увеличить в 4 раза?
6. Однородный невесомый стержень длиной 2,4 м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через точку, отстоящую на $\frac{1}{4}$ длины стержня от верхнего его конца. Посередине стержня закреплен груз массой 1 кг, на нижнем конце груз массой 3 кг. Определить период колебаний системы.
7. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время $t = 1$ мин уменьшилась вдвое. Во сколько раз уменьшится амплитуда за время $t = 3$ мин? От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = \frac{3}{4} \lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$?
8. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = \frac{3}{4} \lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$?

Вариант № 32

1. Амплитуда гармонического колебания $A = 5$ см, период $T = 4$ с. Найти максимальную скорость $v_{\max}$ колеблющейся точки и ее максимальное ускорение $a_{\max}$.
2. Точка участвует в двух колебаниях одинакового периода с одинаковыми начальными фазами. Амплитуды колебаний равны $A_1 = 3$ см, $A_2 = 4$ см. Найти амплитуду A результирующего колебания, если колебания совершаются в одном направлении. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
3. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin 2\omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = A_2 = 4$ см, $\omega_1 = 4 \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
4. Уравнение колебания материальной точки массой 160 г имеет вид $x = 0,1 \sin(\pi t/4 + \pi/8)$ м. Найти максимальную силу $F_{\max}$, действующую на точку.
5. Длину нити математического маятника выбрали такой, что его период колебаний в 4 раза больше периода колебаний груза массой 40 кг на пружине жесткостью 200 Н/м. Чему равна длина нити?
6. Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной $l = 120$ см колеблется около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на расстояние 40 см от центра масс стержня. Чему равен период колебаний относительно данной оси?
7. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 100$ Гц. Определить частоту ν_0 собственных колебаний, если резонансная частота $\nu_{\text{рез}} = 99,8$ Гц.
8. Как изменится длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду, если скорость распространения звука в воздухе равна 340 м/с, а в воде 1480 м/с?

Краткая справка

Кинематическое уравнение гармонических колебаний материальной точки

$$x = A \cos(\omega t + \varphi),$$

где x – смещение; A – амплитуда колебаний; ω – угловая или циклическая частота; φ – начальная фаза.

Скорость и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания: $V_x = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$; $a_x = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$.

Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты:

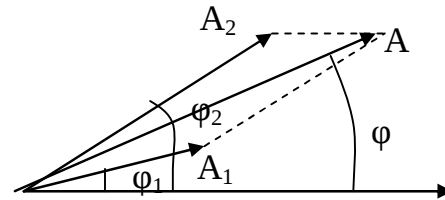
а) амплитуда результирующего колебания :

Векторная диаграмма

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} ;$$

б) начальная фаза результирующего колебания

$$\varphi = \arctg \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} .$$



Траектория точки, участвующей в двух взаимно перпендикулярных колебаниях $x = A \cos \omega t$; $y = B \cos(\omega t + \varphi)$:

а) $y = x \cdot B/A$, если разность фаз $\varphi = 0$;

б) $y = -x \cdot B/A$, если разность фаз $\varphi = \pm\pi$;

в) $x^2/A^2 + y^2/B^2 = 1$, если разность фаз $\varphi = \pm\pi/2$;

в общем случае: $x^2/A^2 - (2xy/AB \cos(\Delta\varphi) + y^2/B^2 = \sin^2(\Delta\varphi))$ – уравнение эллипса.

Затухающие колебания: $x = A_0 \exp(-\delta t) \cos(\omega t)$ – уравнение колебаний;

Логарифмический декремент затухания $\ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \delta T$

Периоды колебаний маятников:

а) математического $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, где L – длина маятника, g – ускорение свободного падения;

б) пружинного $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, где m – масса маятника, k – жесткость пружины.

в) физического $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mga}}$, где I – момент инерции маятника относительно

заданной оси, g – ускорение свободного падения, m – масса маятника, a – расстояние между осью и центром масс.

Потенциальная энергия упругодеформированной пружины: $\Pi = \frac{1}{2} kx^2$,
где k – жесткость пружины; x – абсолютная деформация;

Моменты инерции некоторых тел массой m относительно оси z , проходящей через центр масс:

а) стержня длиной l относительно оси, перпендикулярной стержню,

$$J_z = \frac{1}{12} ml^2;$$

б) обруча (тонкого цилиндра) относительно оси, перпендикулярной плоскости обруча (совпадающей с осью цилиндра),

$$J_z = mR^2,$$

где R – радиус обруча (цилиндра);

в) диска радиусом R относительно оси, перпендикулярной плоскости диска,

$$J_z = \frac{1}{2} mR^2.$$

Теорема Штейнера $J = J_z + ma^2$, где J – момент инерции тела относительно заданной оси; J_z – момент инерции тела относительно центра масс; a – расстояние между осями; m – масса тела.

Рекомендуемый список литературы

1. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. - 542с.: ил.
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики: Учебное пособие для студентов втузов. - М.: Высшая школа, 1991.-302с.
3. Трофимова Т.И. Физика. 400 основных законов и формул., М., Высшая школа, 1993. - 46с.
4. Чертов А.Г.. Воробьев А.А. Задачник по физике : учебное пособие для втузов., -М., Высшая школа, 2001. - 640с.
5. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие. -М.: Наука. 1985. - 351с.
6. Шамбулина В.Н. Физика. Механика: Учебное пособие. – 2-е изд. – Ухта: УГТУ, 2005. – 139 с.