



Калужский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА

"МК"
МК10 "Высшая математика и физика"

ОТЧЕТ

ПО ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ вариант № 3

ДИСЦИПЛИНА: "Физика",

Выполнил студент Суриков Н. С. группы ИУК4-21Б

Проверил преподаватель Силаева Н. А

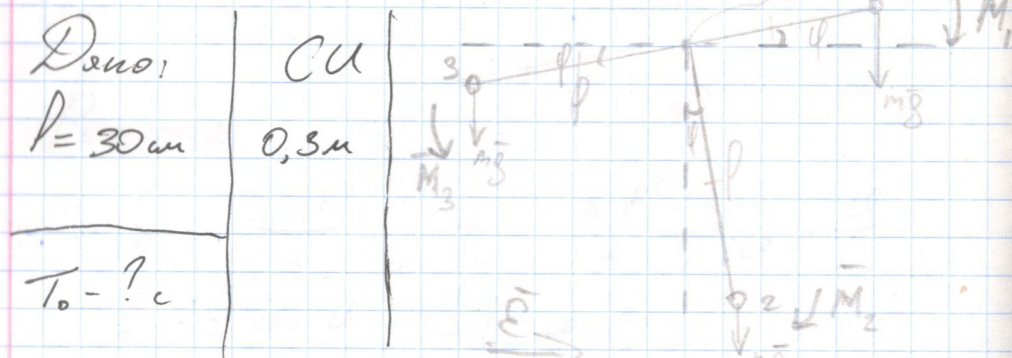
Наименование работы	Рейтин говые баллы	Дата защит ы	№ задачи	Подпис ь
Модуль 1 «Физические основы механики.» (min -7 max -10)				
Домашнее задание №1 «Физические основы механики.»	7	03 05	№1	
			№2	
			№3	
			№4	
Модуль 2 «Колебания и волны. Основы теории относительности.» (min -6 max -10)				
Домашнее задание №2 «Колебания и волны. Основы теории относительности.»	10	17 05	№1	
			№2	
			№3	
			№4	
Модуль 3 «Физические основы термодинамики. Молекулярная физика» (min -6 max -10)				
Домашнее задание №3 «Молекулярная физика. Физические основы термодинамики света. Дифракция и поляризация света.»	10	31 05	№1	
			№2	
			№3	
			№4	

Калуга 2024 год

Домашняя работа № 2

„Колебания и волны. Основы теории относительности“

Задача 1. Система из 3-х грузов
соединённых стержнями длиной
 $l = 30$ см, колеблется относительно
горизонтальной оси, проходящей
через точку O перпендикулярно
плоскости чертежа. Найти период
 T_0 колебаний системы. Массами
стержней пренебречь, грузы рассматривать
как мат. точки.



По закону сохр. моментов суда:

$$\begin{aligned} I \epsilon &= \sum M & M_1 &= m g l \cos \varphi \\ I \epsilon &= M_3 - M_2 - M_1 & M_2 &= m g l \sin \varphi \\ I &= 3 m l^2 \text{ т. центр.} & M_3 &= m g l \cos \varphi \\ \epsilon &= \ddot{\varphi} \end{aligned}$$

Получаем:

$$\begin{aligned} 3 m l^2 \ddot{\varphi} &= m g l \cos \varphi - m g l \sin \varphi - m g l \cos \varphi \\ 3 l^2 \ddot{\varphi} &= -g l \sin \varphi \quad ; \quad \sin \varphi \approx \varphi \quad (\text{при малом } \varphi) \\ 3 l \ddot{\varphi} + g \varphi &= 0 \quad | : 3 l \\ \ddot{\varphi} + \frac{g \varphi}{3 l} &= 0 \quad ; \quad \omega_0^2 = \frac{g}{3 l} \\ &\Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{3 l}} \end{aligned}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{3 l}{g}} \quad \checkmark$$

$$T_0 = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 0,3 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 1,9 \text{ с}$$

Ответ: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{3 l}{g}}$, $T_0 \approx 1,9 \text{ с}$.

Задача 2 Определить логарифмический декремент затухания λ колебательной системы, для которой резонанс наблюдается при частоте, меньше собственной частоты $\nu_0 = 10 \text{ кГц}$ на $\Delta \nu = 2 \text{ Гц}$.

Дано:

$$\nu_0 = 10 \text{ кГц} = 10^4 \text{ Гц}$$

$$\Delta \nu = 2 \text{ Гц}$$

Найти:

$$\lambda - ?$$

Решение:

$$\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}$$

$$\omega = 2\pi \nu \quad T_0 = \frac{1}{\nu_0}$$

$$\lambda = \delta T \Rightarrow \delta = \frac{1}{T_0} \Rightarrow \delta = \lambda \nu_0$$

$$2\pi \nu_{\text{рез}} = \sqrt{4\pi^2 \nu_0^2 - 2\lambda^2 \nu_0^2}$$

$$\nu_{\text{рез}} = \nu_0 - \Delta \nu \Rightarrow$$

$$4\pi^2 (\nu_0 - \Delta \nu)^2 = 4\pi^2 \nu_0^2 - 2\lambda^2 \nu_0^2$$

$$\lambda^2 \nu_0^2 = 2\pi^2 (\nu_0^2 - (\nu_0 - \Delta \nu)^2)$$

$$\lambda = \frac{\pi \sqrt{2}}{\nu_0} \sqrt{\nu_0^2 - (\nu_0 - \Delta \nu)^2} \approx 2\pi \sqrt{\frac{\Delta \nu}{\nu_0}}$$

$$\lambda = \frac{3.14 \sqrt{2}}{10^4} \sqrt{10^4 - (10^4 - 2)^2}$$

$$\lambda = 2 \cdot 3.14 \sqrt{\frac{2}{10^4}} \approx 0.088 \approx 0.09$$

Ответ: $\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta \nu}{\nu_0}}$, $\lambda = 0.09$.

Задача 3. Две точки находятся на расстоянии $\Delta x = 50 \text{ см}$ друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью $\nu = 50 \text{ м/с}$. Период T колебаний равен 0.05 с . Найти разность фаз $\Delta \varphi$ колебаний в этих точках.

Дано:

$$\Delta x = 50 \text{ см} = 0.5 \text{ м}$$

$$\nu = 50 \text{ м/с}$$

$$T = 0.05 \text{ с}$$



$$\Delta \varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda}$$

$$\lambda = \nu T \quad \Delta \varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\nu T} = \frac{2\pi}{5} \approx 1.25 \text{ рад}$$

Ответ: $\Delta \varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\nu T}$, $\Delta \varphi \approx 1.25 \text{ рад}$.

Задача 4. Кинетическая энергия
 релятивистской частицы оказалась
 равной её энергии покоя.
 Определить скорость этой частицы.

Дано:

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	$T_k = E - E_0$
$T_k = E_0$	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, E = mc^2$
$v = ?$	$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, E_0 = m_0 c^2 - \text{покой.}$

$T_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$

$$m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \quad | : m_0 c^2$$

$$1 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \quad ; \quad \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \quad ; \quad \frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4}$$

$$v = c \sqrt{\frac{3}{4}} \approx 0,866c$$

Ответ: $v = c \sqrt{\frac{3}{4}}, v = 0,866c$.

Дано:	$\omega = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4}$ $\delta = 0,628$
$T_0 = 4$ $\delta = 0,628$	

$$T = \frac{2\pi}{\omega_{\text{ср}}} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \beta^2}}$$

$$\delta = \beta$$

$$\beta = \frac{\omega}{\omega_0}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \frac{4\pi^2}{T_0^2}}}, \quad \beta = \frac{2}{T_0}$$

$$1) \quad T = \frac{2\pi}{\omega_{\text{ср}}}$$

$$\omega_{\text{ср}} = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}; \quad \beta = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \frac{4\pi^2}{T_0^2}}}$$