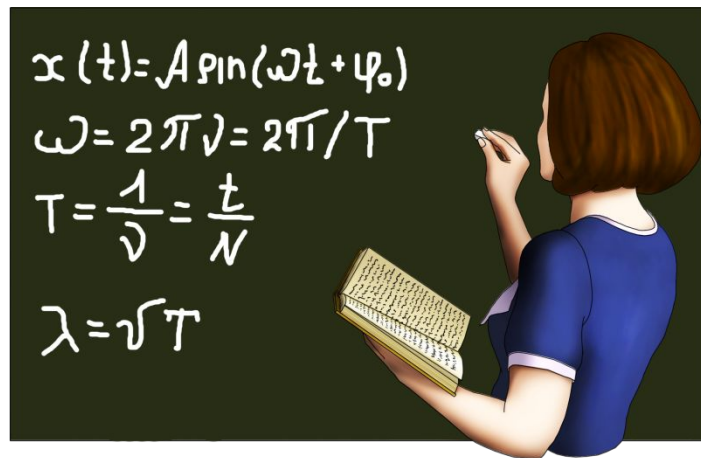
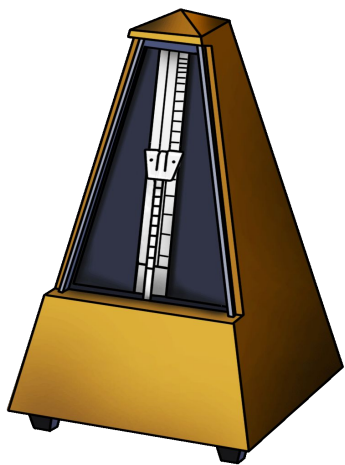


Решение задач по теме «Механические колебания и волны»



Умение решать задачи — практическое искусство, подобное плаванию или катанию на лыжах, или игре на фортепиано: научиться этому можно, лишь подражая избранным образцам и постоянно тренируясь.

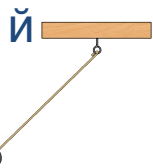
Дьёрдь Пойа



Маятник



Нитяной



Пружинный



Движение, при котором состояния тела с течением времени повторяют-ся, причем тело проходит через по-ложение устойчивого равновесия по-очередно в противоположных нап-равлениях, называют **механическим колебательным движением**. Маятник — твердое тело, совершаю-щее под действием приложенных сил колебания около неподвижной точки или вокруг оси.

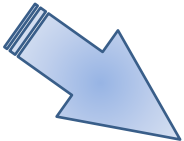
Гармонические

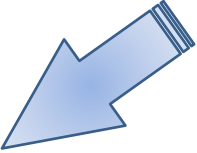
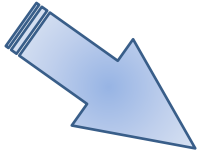
колебания, при которых смещение колеблющейся точки от положения равновесия изменяется с течением времени по закону синуса или

косинуса

Уравнения гармонических
колебаний


$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$


$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$



Кинематический закон гармонического
движения

Циклическая частота

Начальная фаза

Амплитуда

Смещение

Фаза колебаний

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

The diagram shows the equation $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$ in a green box. Arrows point from labels to parts of the equation: 'Амплитуда' to A , 'Смещение' to x , 'Циклическая частота' to ω , 'Начальная фаза' to φ_0 , and 'Фаза колебаний' to the entire argument $(\omega t + \varphi_0)$ which is bracketed.

Амплитуда колебаний (A) — максимальное смещение тела от положения равновесия.

Период колебаний (T) — промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание.

$$T = \frac{t}{N}$$

$$[T] = [c]$$

Частота (ν) — это число полных колебаний, совершаемых за 1 секунду.

$$\nu = \frac{N}{t}$$

$$[\nu] = [Гц]$$

Амплитуда
а

Циклическая
частота

Начальная
фаза

Смещение
е

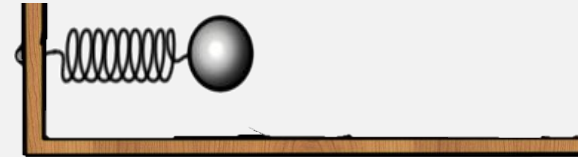
Фаза
колебаний

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Фаза колебаний ($\omega t + \varphi_0$) — аргумент, который определяет состояние колебательной системы в любой момент времени.

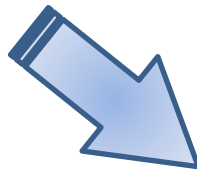
При колебаниях периодически происходит **переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.**

$$E = E_k + E_{\text{п}}$$



$$x = A \cos \omega t$$

$$v = -\omega A \sin \omega t$$



Кинетическая

энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_k = \frac{m\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{4} (1 - \cos 2\omega t)$$

Потенциальная

энергия

$$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$$

$$E_{\text{п}} = \frac{kA^2 \cos^2 \omega t}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{4} (1 + \cos 2\omega t)$$



$$E = \frac{m\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t}{2} + \frac{m\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$$

Характеристики

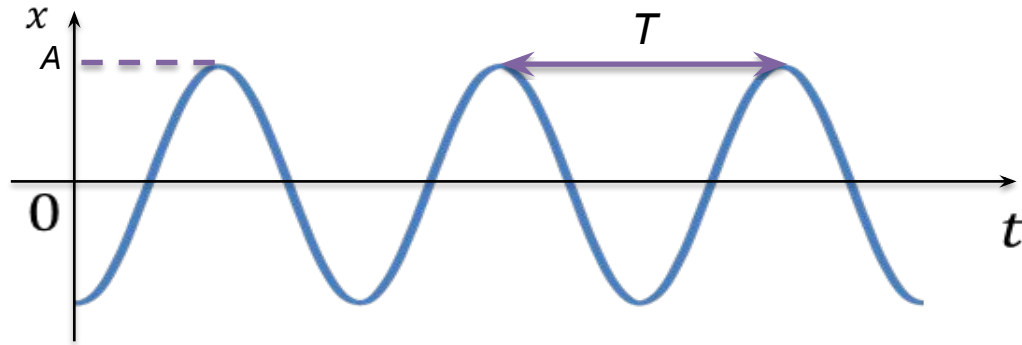
Волн

Амплитуд

a

Частота

Период



Волна — изменение состояния среды, распространяющееся в пространстве и времени.

Характеристики волн

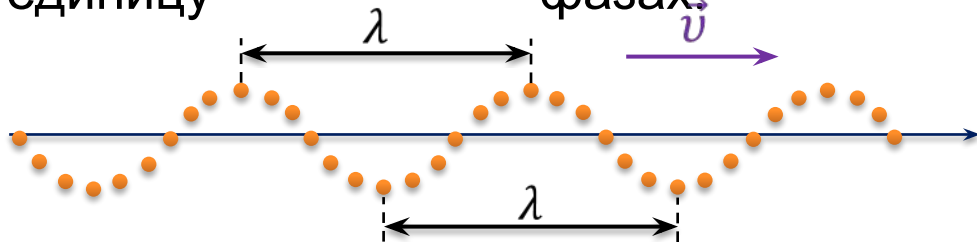


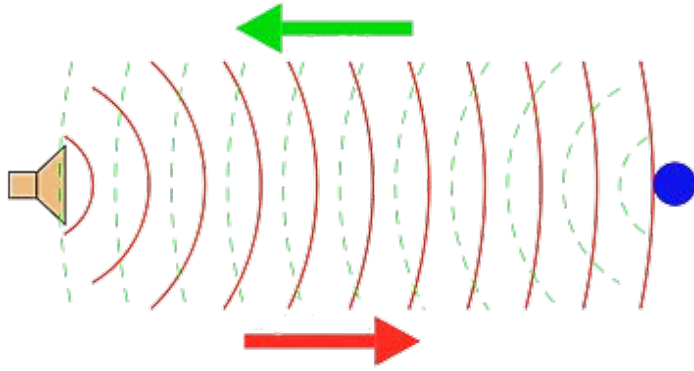
Скорость

распространения,
физическая величина,
определяемая расстоянием,
которое проходит любая точка
фронта волны за единицу
времени.

Длина

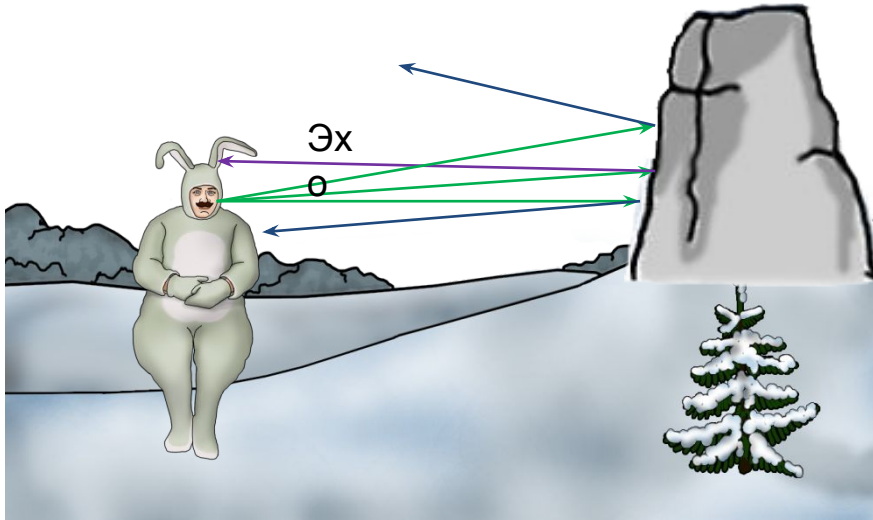
волны,
Расстояние между
ближайшими точками,
колеблющимися в одинаковых
фазах.





Эхо — это явление отражения звуко-вых волн от плотных объектов.

Отражение — это изменение направ-ления волнового фронта на границе двух сред с разными свойствами, в котором волновой фронт возвра-ется в среду, из которой он пришёл.



Задача 1. По представленному графику определите амплитуду и период колебаний нитяного маятника.

Решени

е:

1. Отмечаем точку

равновесия.

2. Находим амплитуду колебаний, т.е. максимальное смещение тела от положения равновесия.

$$A = 1$$

см

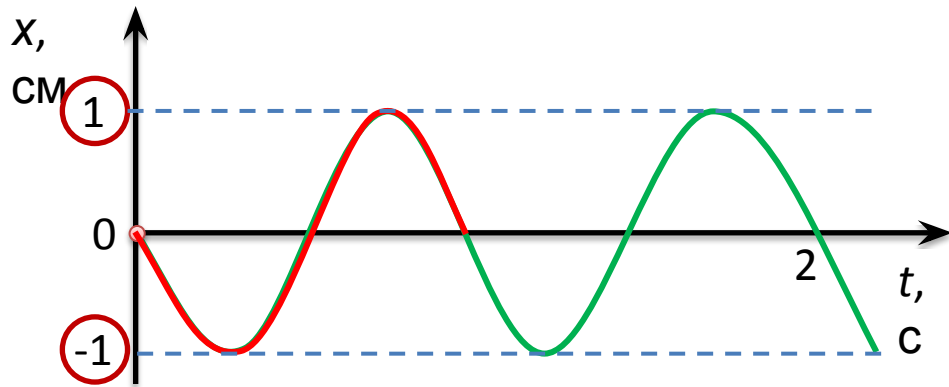
3. Определяем период колебаний — время одного полного колебания.

$$N = 2, t = 2 \text{ с.}$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{2 \text{ с}}{2} = 1 \text{ с.}$$

Отве $A = 1 \text{ см}, T = 1$

т: с.



Задача 2. Пружинный маятник совершил за 4 секунды 16 полных колебаний. Определите период и частоту колебаний этого маятника.

Дано:

?

Решение:

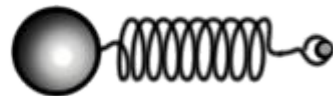
е:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{4 \text{ с}}{16} = 0,25 \text{ с.}$$

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{или} \quad \nu = \frac{N}{t}$$
$$= \frac{16}{4 \text{ с}} = 4 \text{ Гц.}$$

$$T \cdot \nu = 0,25 \cdot 4 = 1$$

Характерная
особенность
механических
колебаний



Ответ: $T = 0,25 \text{ с}$; $\nu = 4 \text{ Гц}$.

Задача 3. Длина океанической волны составляет 270 метров, период колебаний 13,5 секунды. Определите скорость распространения волн.

Дано:

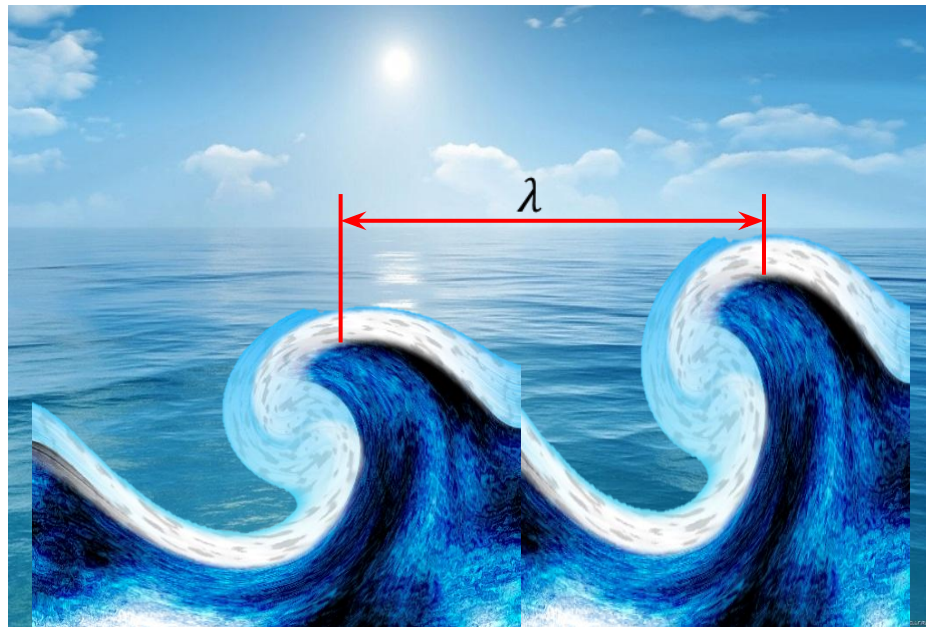
Решени

е:

$$\left. \begin{aligned} v &= \lambda \nu \\ \nu &= \frac{1}{T} \end{aligned} \right\} v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \frac{270 \text{ м}}{13,5 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Задача 4. Определите, во сколько раз будет отличаться длина звуковой волны при переходе из воздуха в воду. Считать, что скорость распространения звука в воздухе $c_1 = 340 \text{ м/с}$, в воде $c_2 = 1450 \text{ м/с}$.

Дано:

Решение:

$$v_1 = v_2$$

При переходе волны из одной среды в другую частота колебаний сохраняется.

$$T_1 = T_2$$

$$\lambda_1 = v_1 T \quad \lambda_2 = v_2 T$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2 T}{v_1 T} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1450 \text{ м/с}}{340 \text{ м/с}} \approx 4,3$$

Ответ: $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 4,3$.



Задача 5. В результате выстрела было услышано эхо через 20 секунд после произведенного выстрела. Определите расстояние до преграды, если скорость звука составляла 340 м/с.

Дано:

Решение

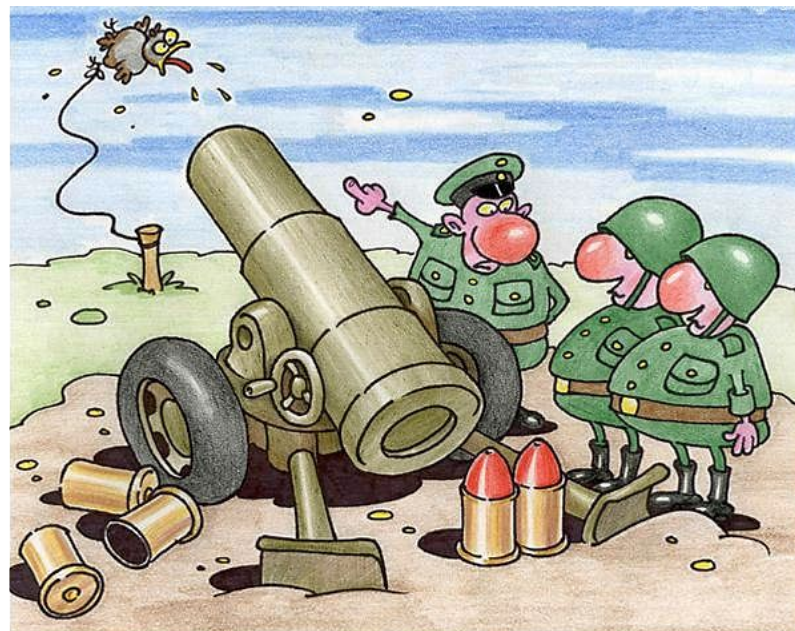
Эхо – это отраженная волна.

$$s_1 = vt$$

$$s_1 = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} = 6800 \text{ м.}$$

$$s = \frac{s_1}{2} = \frac{6800 \text{ м}}{2} = 3400 \text{ м.}$$

Ответ: $s = 3400$
м.



Задача 6. Маятник совершает колебания между точками 1 и 3, как показано на рисунке. Определите, в каких точках кинетическая энергия маятника является минимальной.

1. В точках 1 и 2.
2. В точках 1 и 3.
3. В точках 2 и 3.
4. Во всех точках одинаково.

Решение

Кинетическая энергия – это энергия движения.

$$E_{k1} = E_{k3} = 0.$$

$$E_{k2} = \text{max}.$$

Ответ: В точках 1 и 3.

