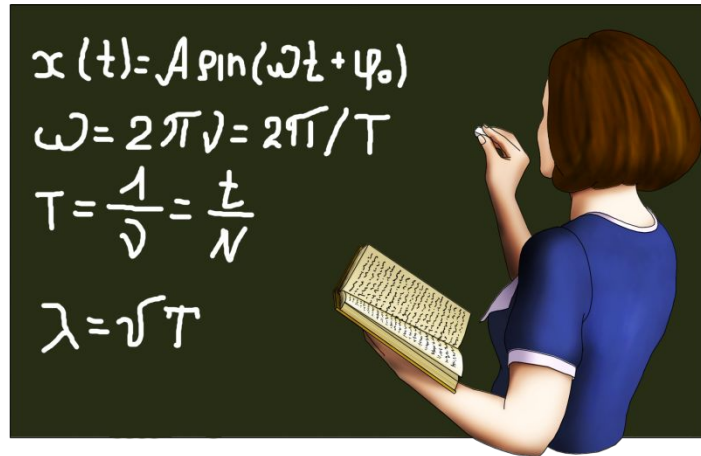
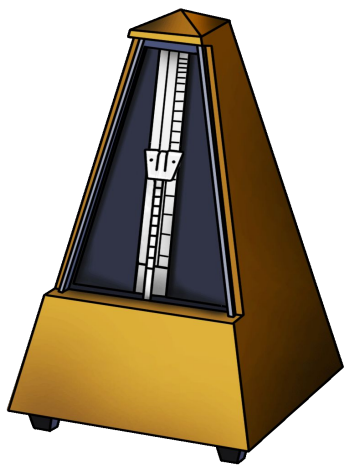


# Решение задач по теме «Механические колебания и волны»



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



Нитяно

й



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

Амплитуда

Начальная фаза

Смещение

Фаза колебаний

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

**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 ( $\nu$ )** — это число полных колебаний, совершаемых за 1 секунду.

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

$$[\nu] = [Гц]$$

Циклическая частота

Амплитуда  $a$

Начальная фаза

Смещение  $e$

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

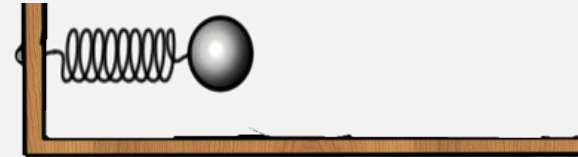
Фаза колебаний

The diagram shows the equation  $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$  enclosed in a light green box. Arrows point from the following labels to parts of the equation: 'Амплитуда  $a$ ' points to  $A$ ; 'Циклическая частота' points to  $\omega$ ; 'Начальная фаза' points to  $\varphi_0$ ; 'Смещение  $e$ ' points to the entire equation; and 'Фаза колебаний' points to the argument of the sine function,  $\omega t + \varphi_0$ .

**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

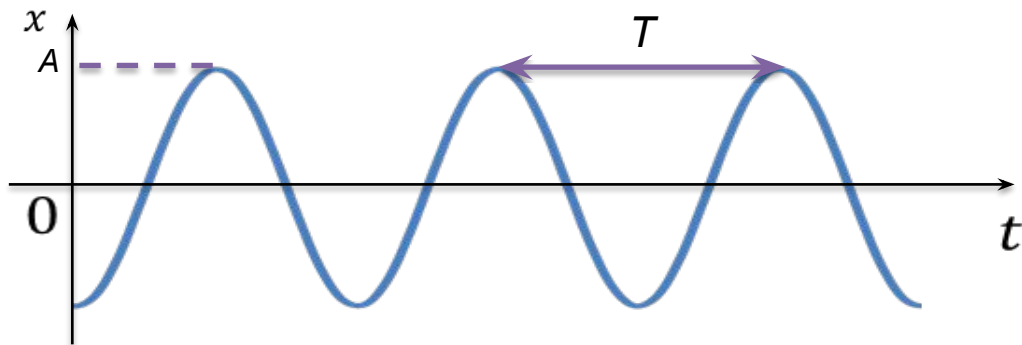
ВОЛН

Амплитуд

$a$

Частота

Период



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

# Характеристики

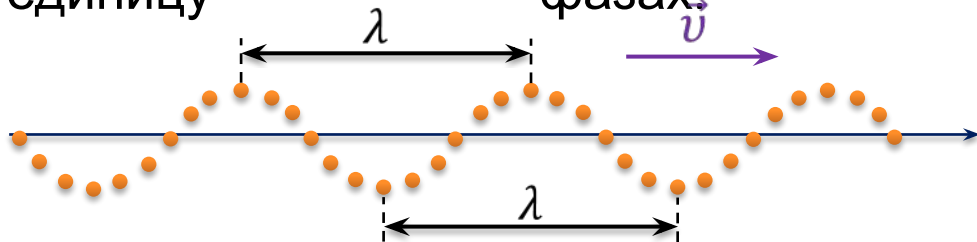
## ВОЛН

### Скорость

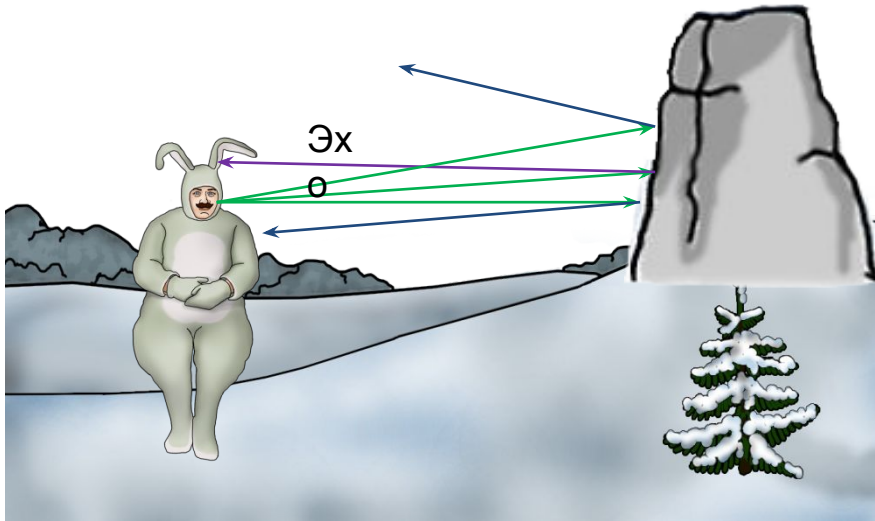
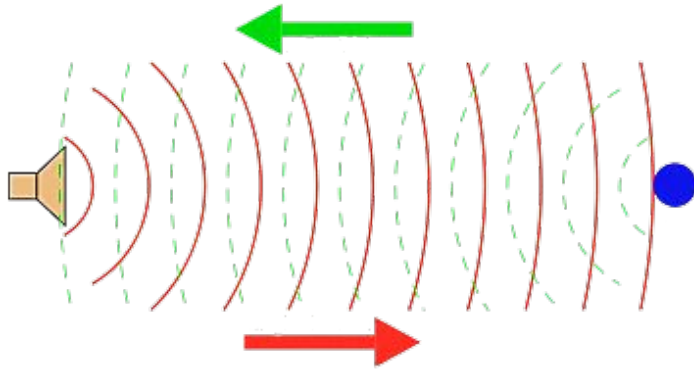
распространения,  
физическая величина,  
определяемая расстоянием,  
которое проходит любая точка  
фронта волны за единицу  
времени.

### Длина

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







**Эхо** — это явление отражения звуковых волн от плотных объектов.

**Отражение** — это изменение направления волнового фронта на границе двух сред с разными свойствами, в котором волновой фронт возвращается 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

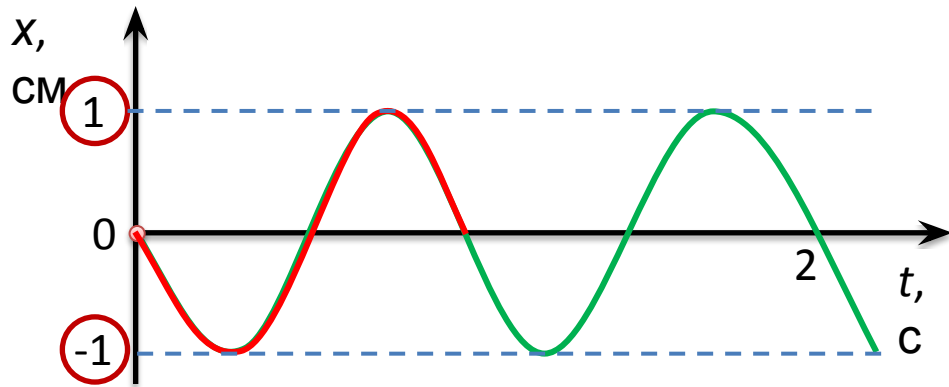
3. Определяем период колебаний — время одного полного колебания.

$$N = 2, t = 2 \text{ с.}$$

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

**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:

?

Решени

е:

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

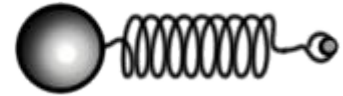
$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{ил} \quad \nu = \frac{N}{t}$$

и

$$= \frac{16}{4 \text{ с}} = 4 \text{ Гц.}$$

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

Характерная  
особенность  
механических  
колебаний



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

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

Дано:

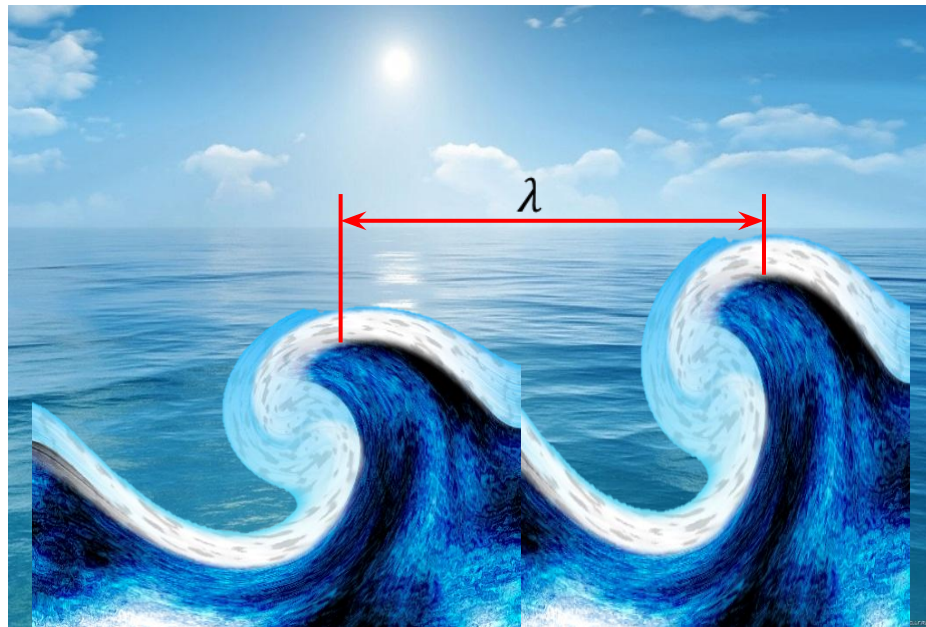
Решени

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  $v_1 = 340 \text{ м/с}$ , в воде  $v_2 = 1450 \text{ м/с}$ .

Дано:

Решени

е:

$$v_1 = v_2$$

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:

Решени

**Эхо** – это отраженная волна.

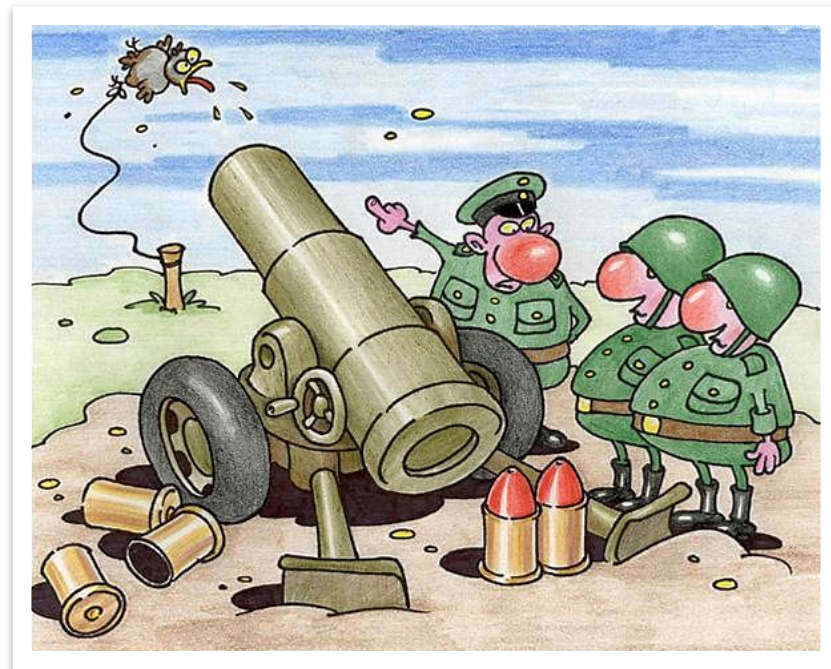
$$s_1 = vt$$

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

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

**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.

**Решени**

Кинетическая энергия – это энергия движения.

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

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

**Ответ:** В точках 1 и 3.

