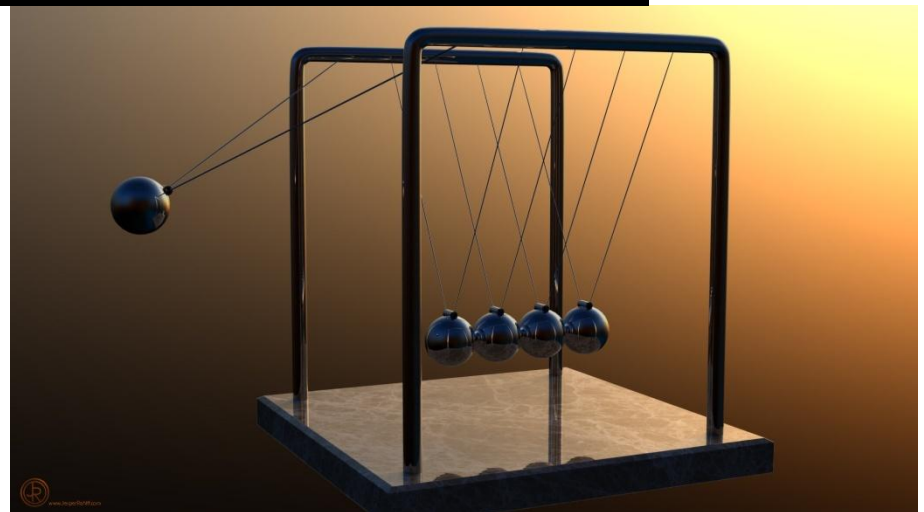
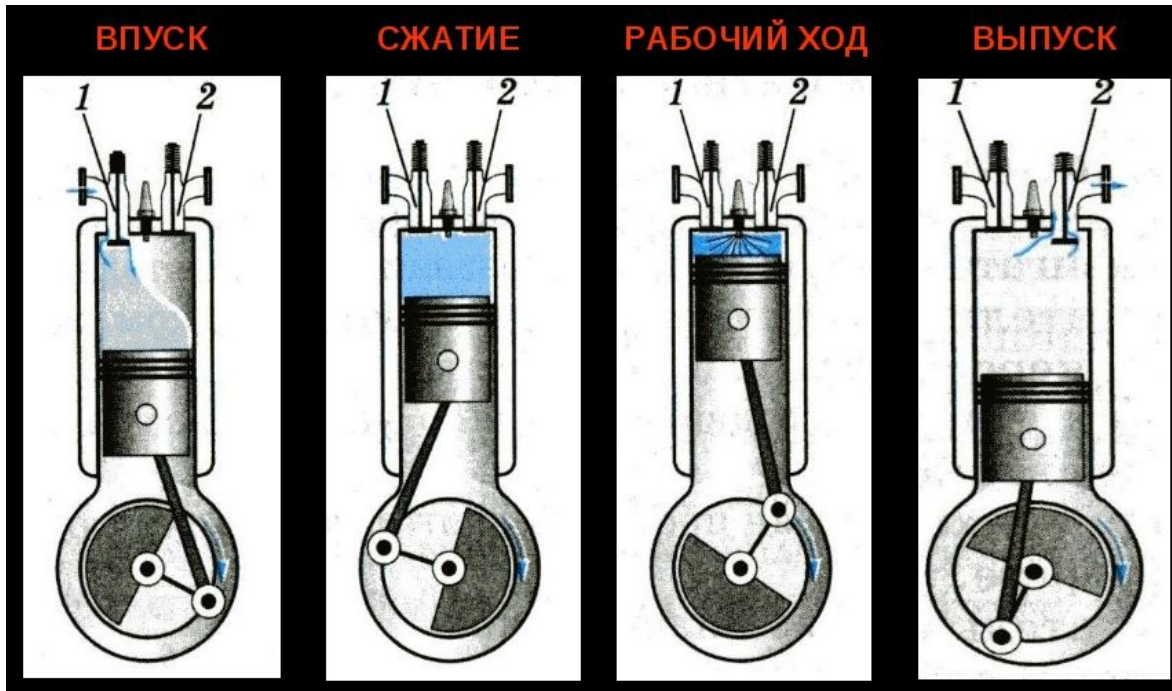


# Механические колебания

это периодически повторяющееся  
движение

# СИСТЕМ



## Физические величины, характеризующие колебания

- $x$  - смещение - отклонение тела от положения равновесия, измеряется в метрах
- $x_{\max}$  - амплитуда — максимальное отклонение тела от положения равновесия, измеряется в метрах
- $T$  - период — время одного колебания, измеряется в секундах
- $\nu$  — собственная частота — число колебаний за единицу времени, измеряется в Герцах
- $\omega$  - циклическая частота — число колебаний за  $2\pi$  секунды, измеряется в рад/с

## Основные формулы :

$$T = \frac{t}{N} \quad \text{- определение периода колебаний}$$

$$\nu = \frac{N}{t} \quad \text{- определение частоты колебаний}$$

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad \text{- связь периода, частоты и циклической частоты колебаний}$$

**Гармоническими называются** колебания, происходящие по закону синуса или косинуса

$$x = A \cos(\omega_0 t)$$

$$x' = -A \omega_0 \sin(\omega_0 t)$$

$$x'' = (x')' = -\omega_0^2 A \cos(\omega_0 t)$$

$$x' = v$$

$$v = -v_{\max} \sin(\omega_0 t)$$

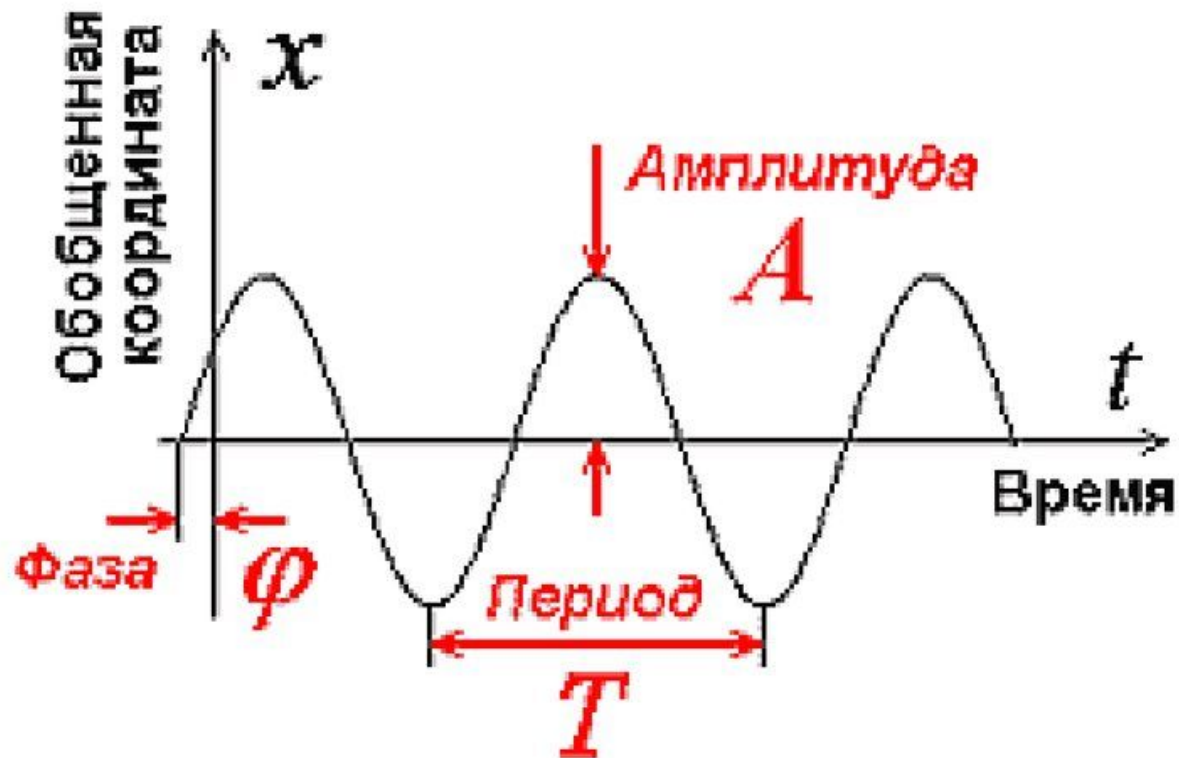
$$v_{\max} = A \omega_0$$

$$x'' = (x')' = v' = a$$

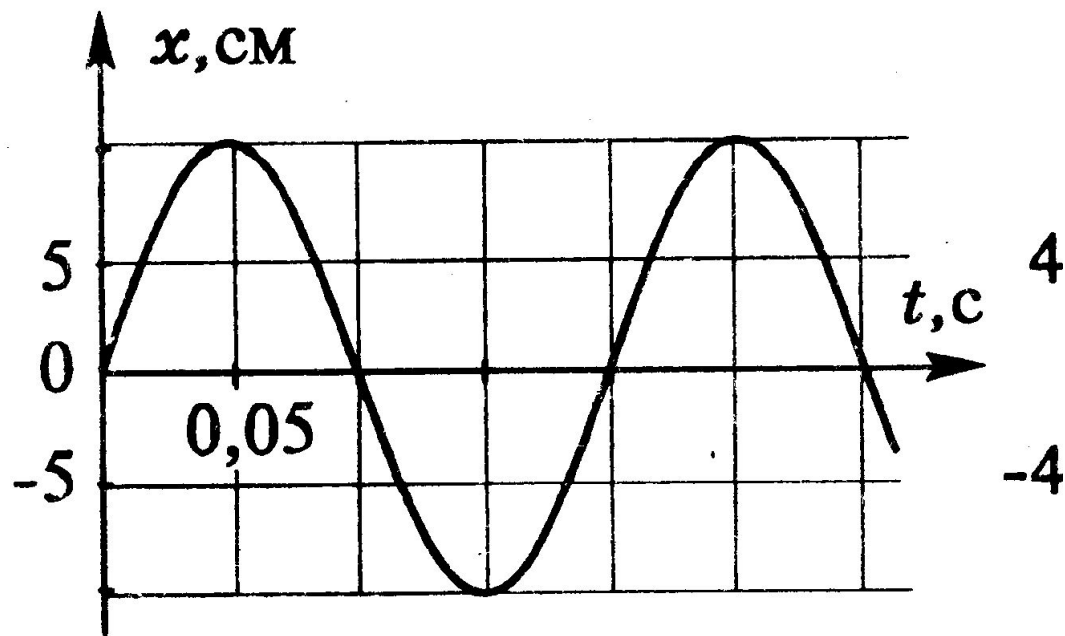
$$a = -a_{\max} \cos(\omega_0 t)$$

$$a_{\max} = A \omega_0^2 = v_{\max} \omega_0$$

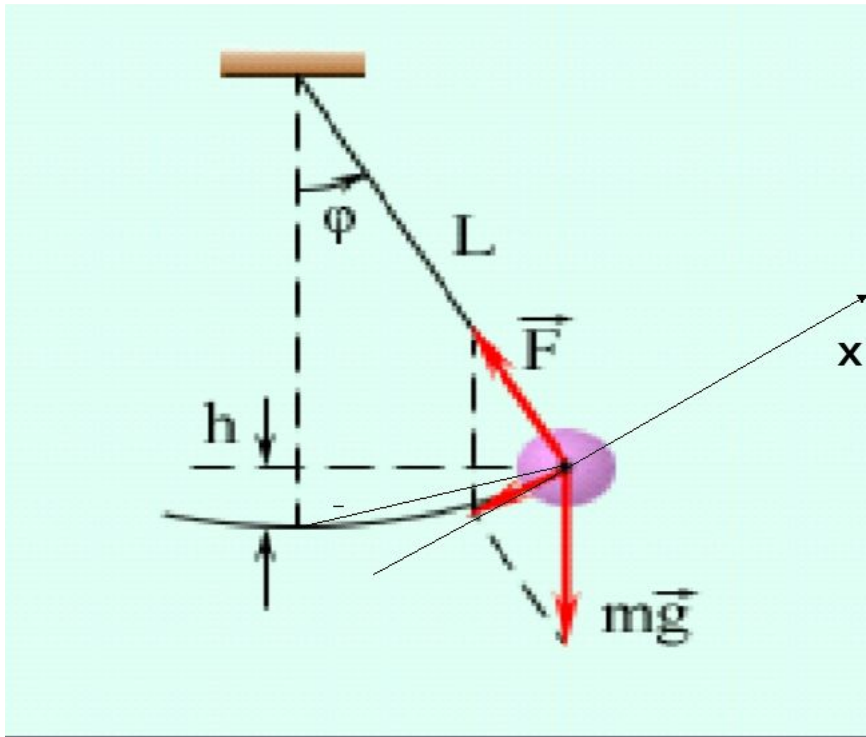
# График колебаний



**Задание:** Колебательное движение тела описывается графиком, представленным на рисунке. Определите амплитуду, период, собственную частоту и циклическую частоту колебаний.



# Математический маятник



$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = -mg \sin \alpha$$

$$a = -\frac{mg \sin \alpha}{m}$$

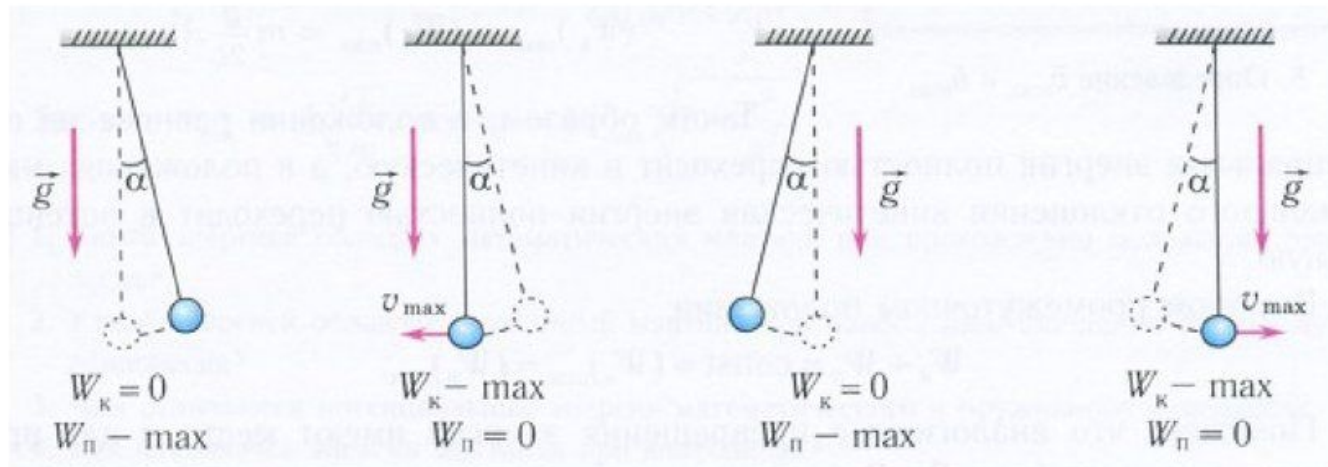
$$a = -g \sin \alpha$$

$$a = -g \frac{x}{l} = -\frac{g}{l} x$$

Проекция ускорения  $\mathbf{a}_x$  тела прямо пропорциональна его координате  $X$  со знаком «минус»



# Превращения энергии при колебании математического маятника



$$E_n = mgh$$

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

# Закон сохранения энергии

$$mgH_{\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Позволяет определить амплитуду колебаний  $H_{\max}$  или максимальное значение скорости

**Задание:** Выразите из формулы закона сохранения энергии амплитуду колебаний  $H_{\max}$ , а затем максимальную скорость.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Период

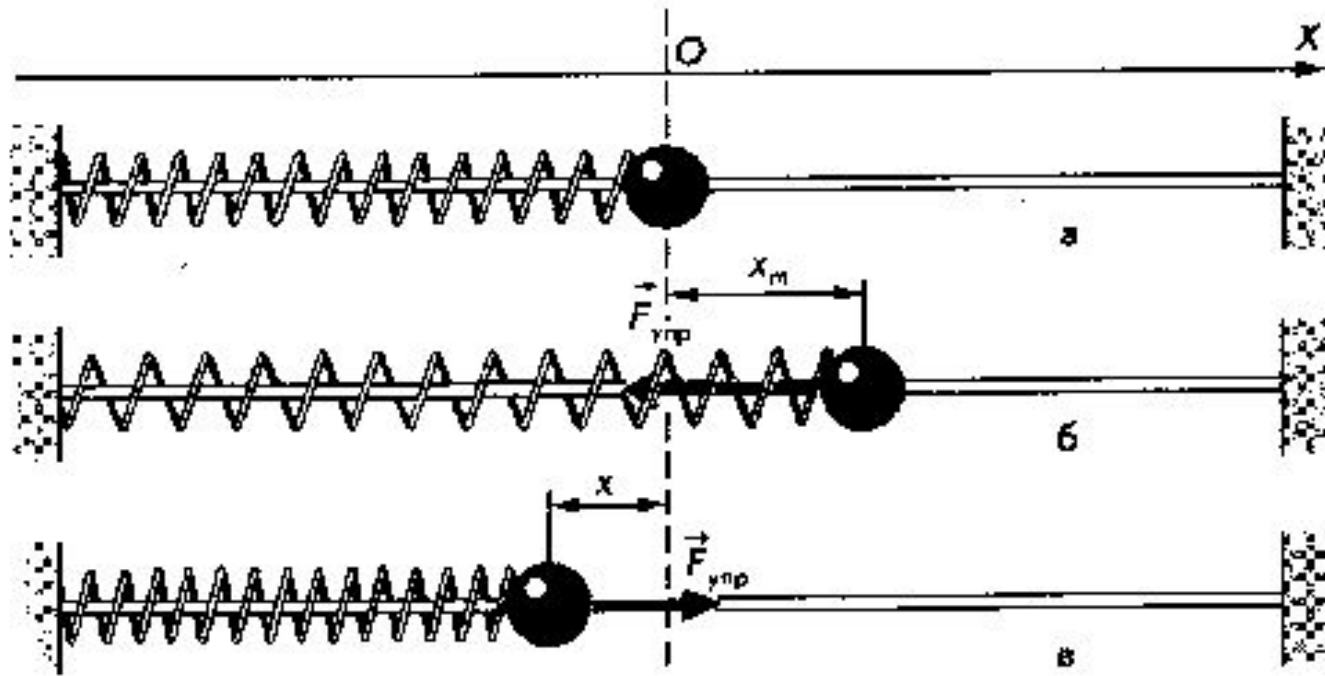
$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Собственная частота

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Циклическая частота

# Пружинный маятник



Колебания совершаются под действием силы упругости

**$F_{упр} = kx$**  — закон Гука

$k$  — жесткость пружины

$x$  — деформация (удлинение, сжатие)

# Уравнение движения тела под действием силы упругости

Используем второй закон Ньютона и закон Гука:

$$\left. \begin{aligned} F_x &= ma_x \\ F_x &= -kx \end{aligned} \right\} \begin{aligned} ma_x &= -kx \\ a_x &= -\frac{k}{m}x \end{aligned}$$

Проекция ускорения  $a_x$  тела прямо пропорциональна его координате  $X$  со знаком «минус»

## Превращения энергии при колебании пружинного маятника

Потенциальная энергия максимальна при  
прохождении маятником крайних точек при  
 $X=X_{\max}$ , где  $X_{\max}$  – амплитуда

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Кинетическая энергия максимальна при прохождении  
маятником положения равновесия  $X=0$

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

# Закон сохранения энергии

$$\frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Позволяет определить амплитуду колебаний  $X_{\max}$  или максимальное значение скорости

**Задание:** Выразите из формулы закона сохранения энергии амплитуду колебаний  $X_{\max}$ , а затем максимальную скорость.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Период

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Собственная частота

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Циклическая частота