

# *Механические колебания*



# колебаний



# *колебательного движения*

---

- Наличие устойчивого положения равновесия
- Через определённый промежуток времени движение тела повторяется



**периодичность**

— это периодически повторяющиеся движения тел, когда оно проходит положение равновесия



любые периодически повторяющиеся

движения называются

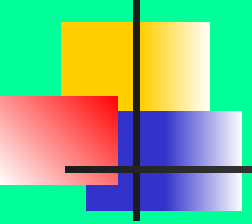
**колебаниям колебаниями.**



Колебания,  
возникающие  
под действием  
внутренних  
сил,  
называются  
**свободными**

Колебания,  
совершаемые  
телами под  
действием внешних  
периодических  
изменяющихся  
сил, называются  
**вынужденными**

# Свободные (собственные) колебания -

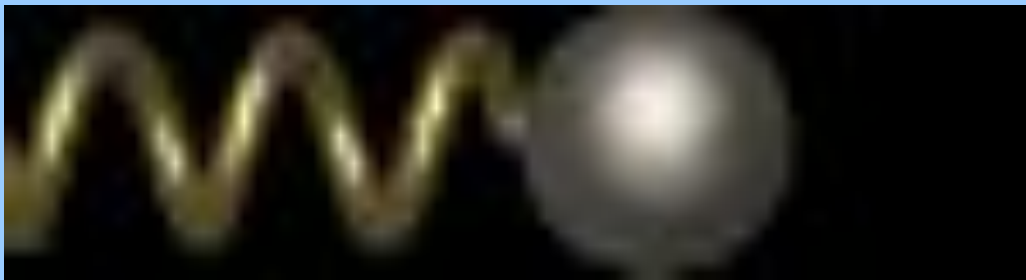


---

колебания, происходящие под действием внутренних сил в системе, выведенной из положения равновесия и предоставленной самой себе.

# Колебательная система

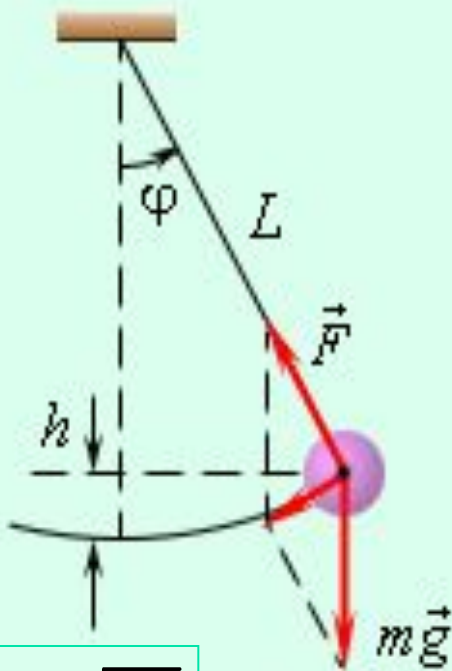
Система тел, которая способна совершать свободные колебания, называется колебательной системой



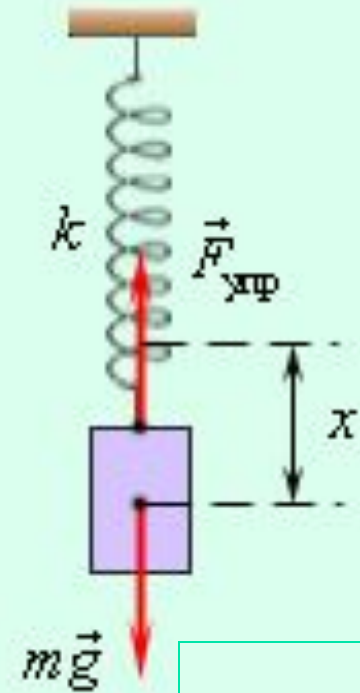
# Маятник

Нитяной

Пружинный



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



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





# Период колебаний -

---

- интервал времени, в течение которого происходит одно полное колебание.
- Обозначается буквой  $T$
- В системе СИ измеряется в секундах (с)

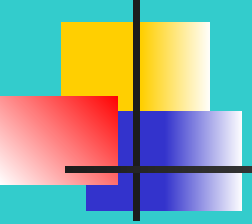
- $$T = \frac{t}{n}$$

# Частота колебаний -

величина, равная числу полных колебаний, совершаемых в единицу времени.

- Обозначается буквой  **$\nu$**
- В системе СИ измеряется в (**Гц**)

$$\nu = \frac{N}{t}, \text{ ( Гц )}$$



# Циклическая (круговая) частота -

---

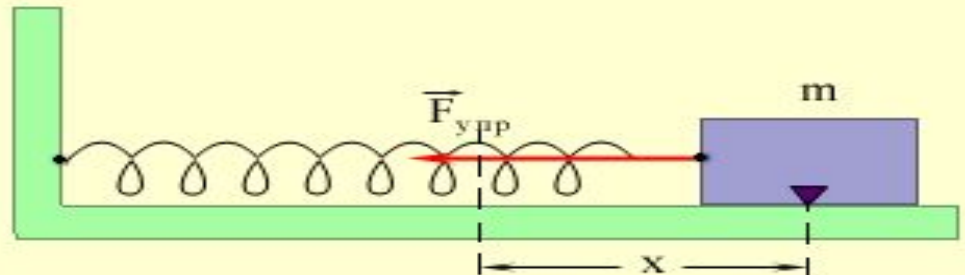
число колебаний за  $2\pi$   
секунд.

$$\omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$$



# Гармонические колебания

Свободные колебания, которые происходят под действием силы, пропорциональной смещению и направленной противоположно ему, называют гармоническими колебаниями.



# Гармонические колебания

Колебания, совершающиеся по закону **sin** или **cos**

$$x = x_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

фаза колебаний  
 $\varphi = \omega t + \varphi_0$

смещение тела от положения равновесия в момент времени **t**

циклическая (круговая) частота колебаний

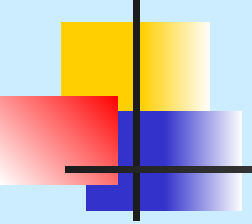
начальная фаза колебаний (при  $t=0$ )  
время

амплитуда колебаний (max смещение тела от положения равновесия)

Рассмотрение гармонических колебаний важно т.к.:

1. колебания, встречающиеся в природе и технике, часто имеют характер, близкий к гармоническому
2. различные периодические процессы можно представить как наложение гармонических колебаний

# Амплитуда колебаний -



**максимальное отклонение  
колеблющейся величины от  
положения равновесия.**

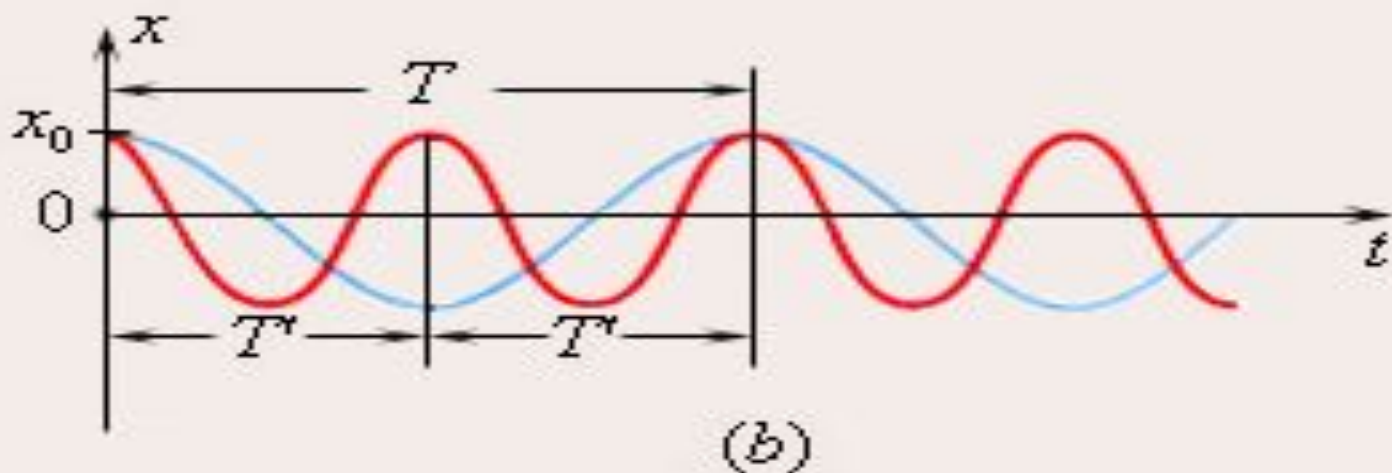
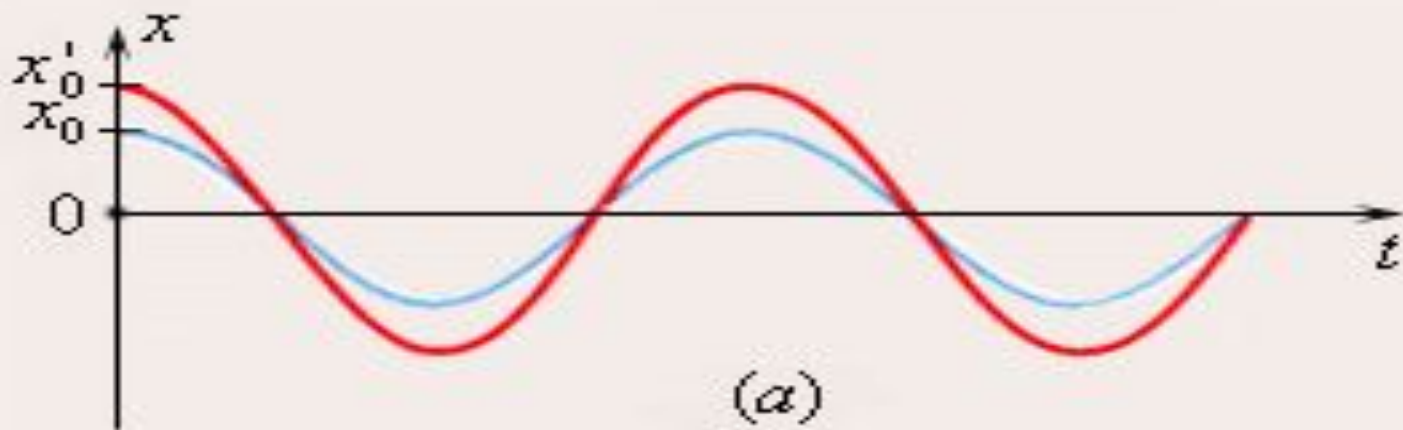
---

**Уравнение гармонических  
колебаний:**

$$X = A \cos \omega_0 t$$

$$X = A \sin \omega_0 t$$

# График гармонических колебаний



# График гармонического колебательного движения:

$$X = A \sin (2\pi/T) t$$

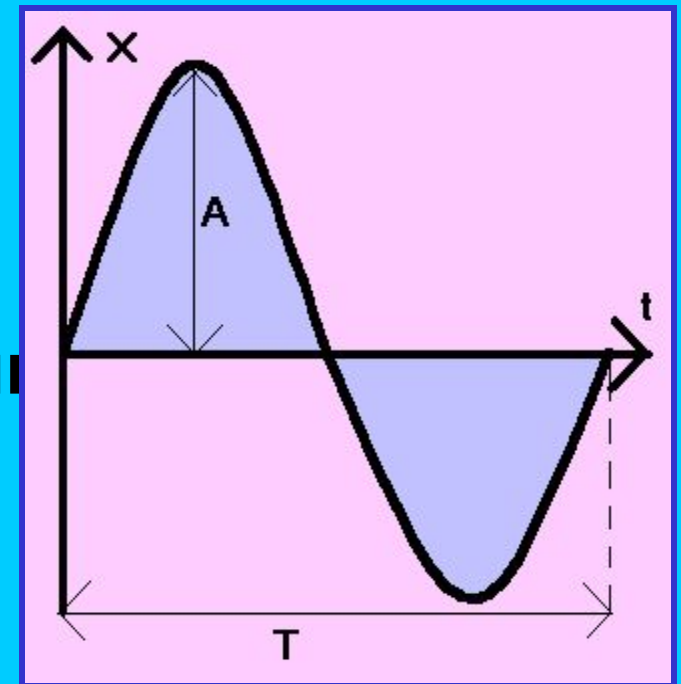
**A-амплитуда колебания**

**(максимальное отклонение от положения равновесия)**

**T-период колебания**

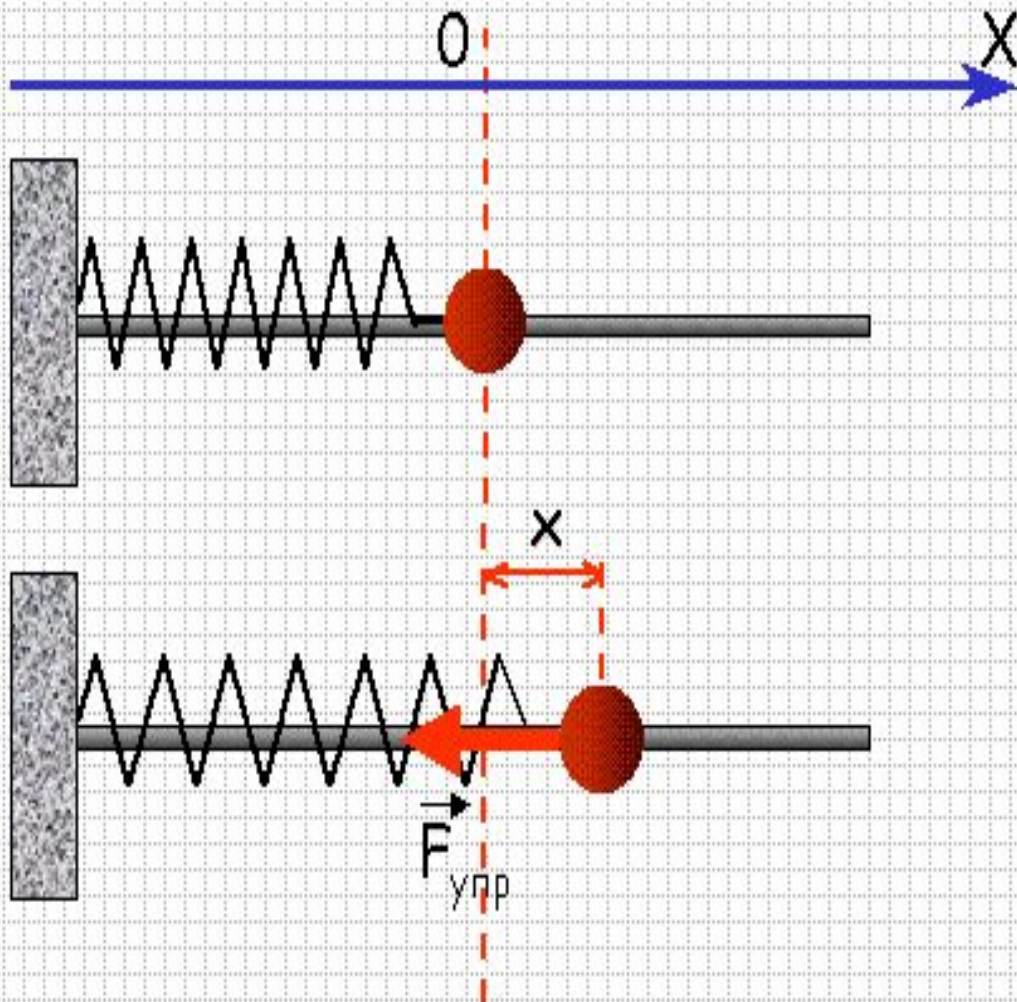
**(время одного полного колебания)**

**t- текущее время**





# Период и частота колебания пружинного маятника:



$$\left. \begin{aligned} F_x &= ma_x \\ F_x &= -kx \end{aligned} \right\}$$

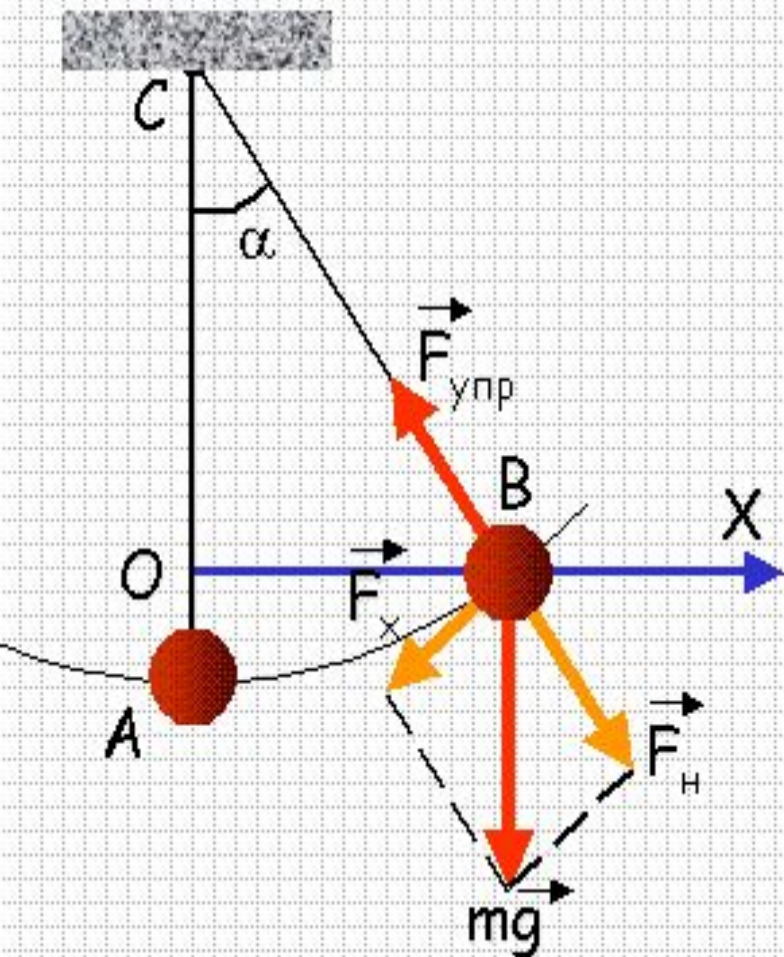
$$ma_x = -kx$$

$$a_x = -\frac{k}{m}x$$

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

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

# Период и частота колебаний математического маятника



$$\left. \begin{aligned} F_x &= mgsin\alpha \\ sin\alpha &= \frac{x}{l} \end{aligned} \right\} F_x = -\frac{mg}{l}x$$

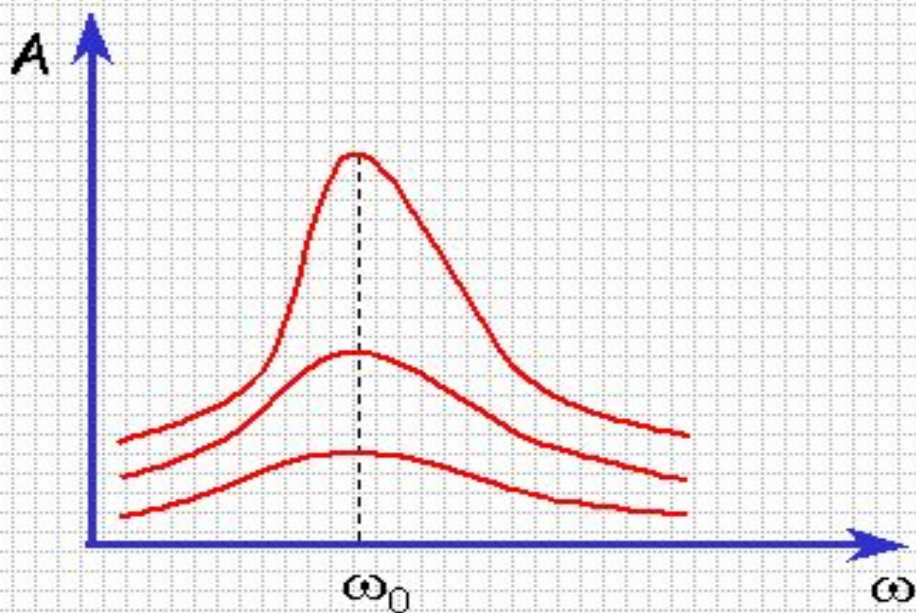
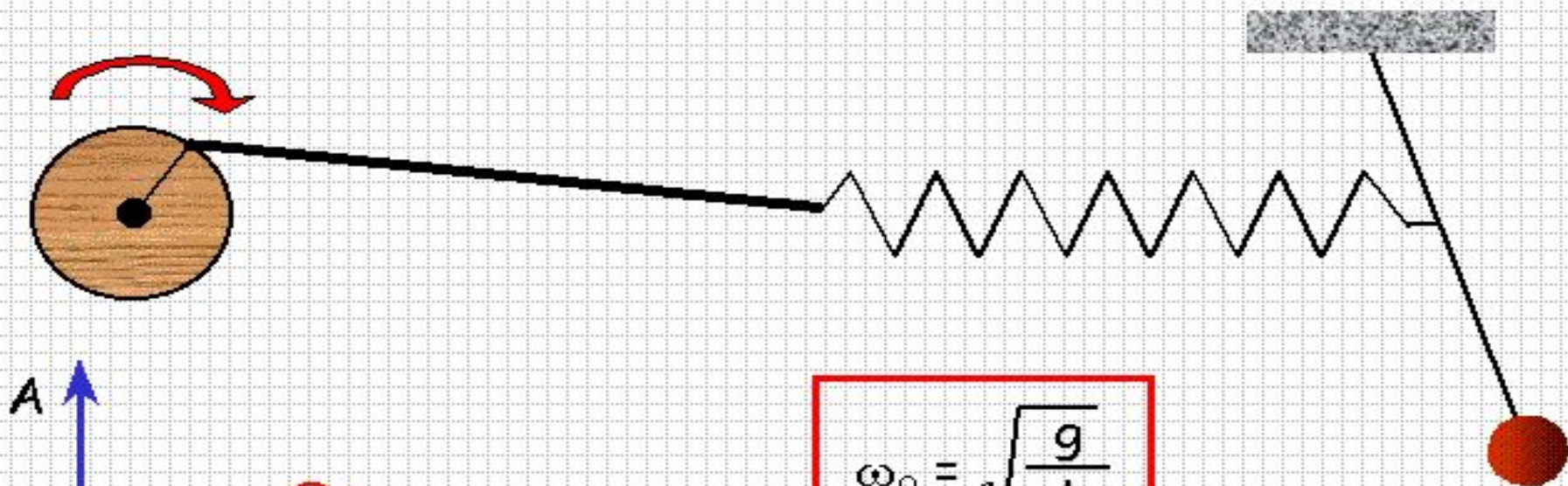
$$ma_x = -\frac{mg}{l}x \qquad a_x = -\frac{g}{l}x$$

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

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

# Резонанс

(резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при равенстве частот вынужденных и собственных колебаний)



$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

при  $\omega = \omega_0$  - резонанс

# Сравните различные виды движения.

Вид движения	Скорость	Ускорение
Равномерное прямолинейное	$v = S/t$ $v = \text{const}$	$a = 0$
Равноускоренное прямолинейное	$v = v_0 + at,$ $v \neq \text{const}$	$a = (v - v_0) / t$ $a = \text{const}$
Равномерное по окружности	$v = \text{const}$	$a = \text{const}$ $a = v^2 / R$
<u>Колебательное</u>	$v \neq \text{const}$	$a \neq \text{const}$