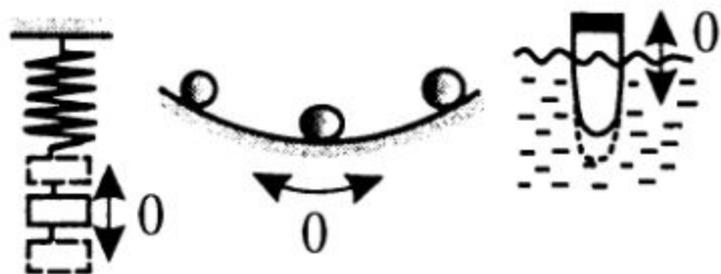


МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

- **Свободные колебания**
- **Гармонические колебания**
- **Скорость и ускорение при колебательном движении**
- **Колебание груза на пружине**
- **Математический маятник**
- **Превращение энергии при колебаниях**
- **Вынужденные колебания**

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

① Свободные колебания



- все к.с. имеют П.У.Р.
- при вывед. из П.У.Р. $\Rightarrow F_{\text{рез}}$ к П.У.Р.
- П.У.Р. вследствие инертности
- $F_{\text{тр}} \rightarrow 0$

~ физ. величины:

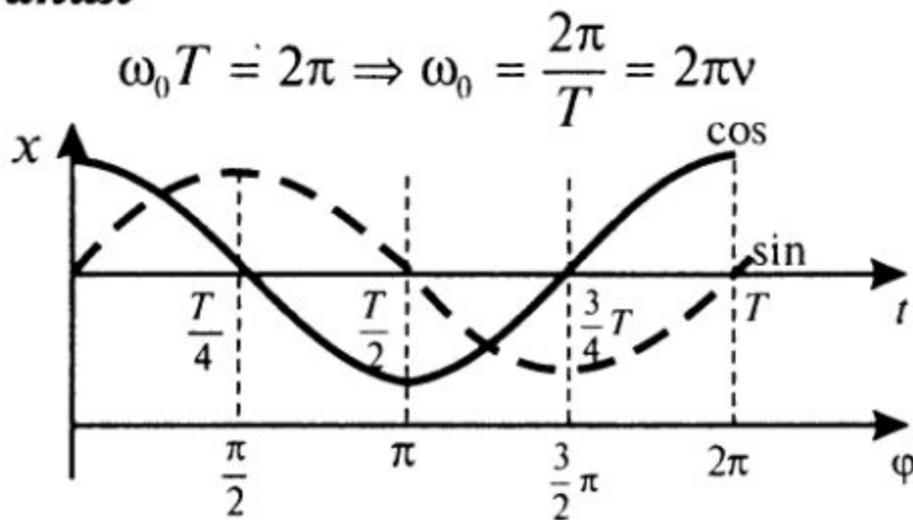
x	постоянные величины:	T — период	} f (колеб. системы) $f(E_0)$
F		ν — частота	
a		X_m — амплитуда	
ν		ω_0 — циклическая частота	

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

② Гармонические колебания

$$x'' \sim -x \text{ (по опред.)}$$

$$x = X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$



$(\omega_0 t + \varphi_0)$ — фаза — величина, стоящая под знаком \cos или \sin уравнения гармонич. колебания, и показывающая, какая доля периода прошла от начала колебания

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

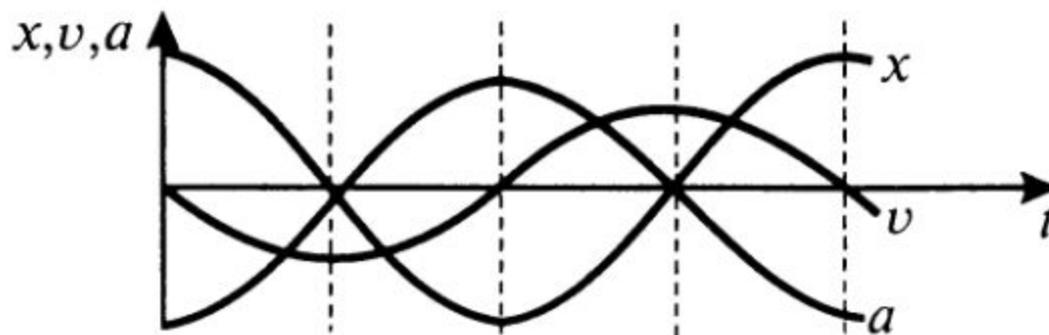
③ *Скорость и ускорение при колебательном движении*

$$x = X_m \cdot \cos \omega_0 t$$

$$v = x' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \sin \omega_0 t = \omega_0 \cdot X_m \cdot \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right)$$

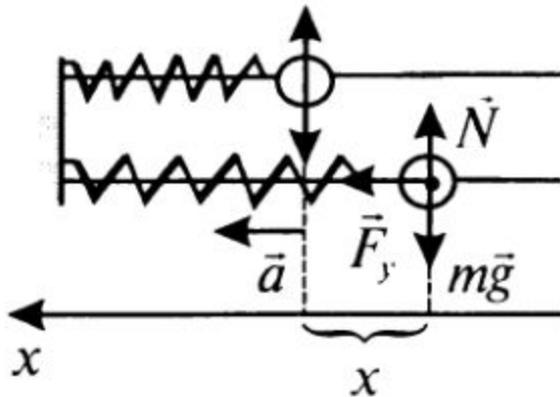
$$a = v' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \omega_0 \cdot \cos \omega_0 t = \omega_0^2 \cdot X_m \cdot \cos (\omega_0 t + \pi)$$

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} x = X_m \cdot \cos \omega_0 t \\ v = x' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \sin \omega_0 t = \omega_0 \cdot X_m \cdot \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right) \\ a = v' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \omega_0 \cdot \cos \omega_0 t = \omega_0^2 \cdot X_m \cdot \cos (\omega_0 t + \pi) \end{matrix}} \right\} a = -\omega_0^2 x$$



МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

④ Груз на пружине



$$m\vec{a} = \vec{F}_y + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$x : ma = F_y$$

$$a = \frac{F_y}{m} = \frac{-kx}{m} = -\frac{k}{m}x$$

(закон Гука)

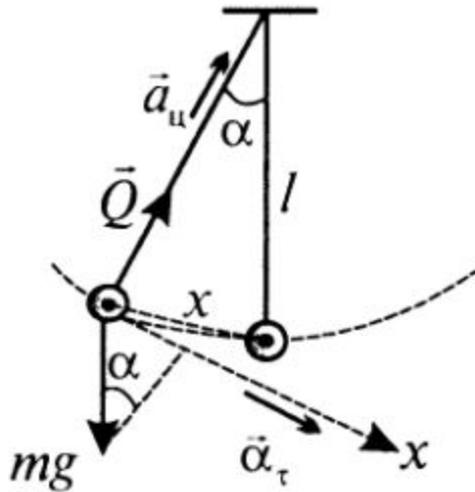
$$a \sim -x$$

$$\frac{k}{m} = \omega_0^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow$$

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

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

⑤ Математический маятник



$$m(\bar{a}_\tau + \bar{a}_u) = m\bar{g} + \bar{Q}$$

$$x: \mathcal{M}a_\tau = \mathcal{M}g \sin \alpha$$

$$a_\tau = g \frac{|x|}{l} = -\frac{g}{l} x$$

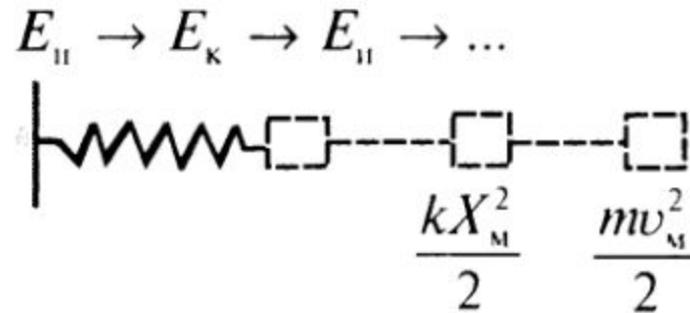
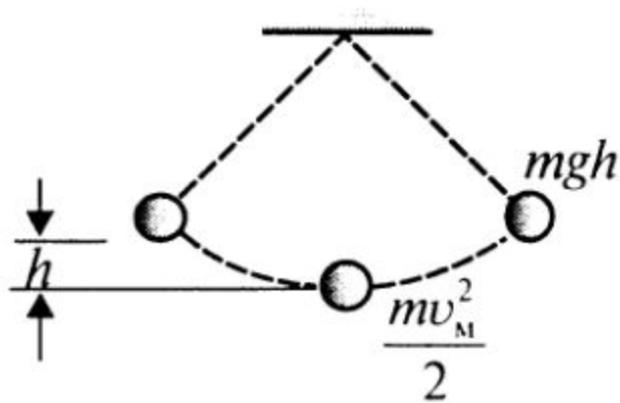
$$(\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow x \perp l) \quad (\bar{a} \uparrow \downarrow \bar{x})$$

$a \sim -x$

$$\frac{g}{l} = \omega_0^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

⑥ Превращения энергии при колебаниях

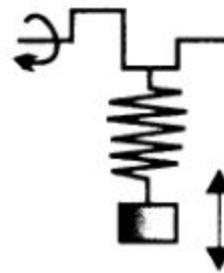
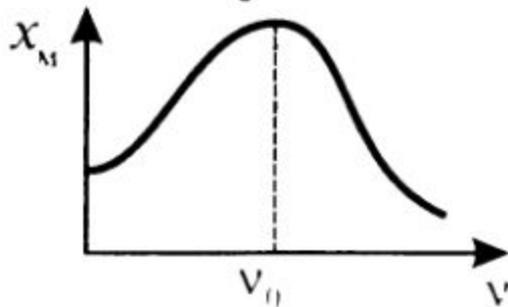


МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

7) Вынужденные колебания

$$X_M = f \left\{ \begin{array}{l} E_{\text{внешн}} \\ \text{параметров к. с.} \\ \text{близости } \nu_0 \text{ и } \nu_{\text{внешн}} \rightarrow \text{при } \nu_{\text{внешн}} = \nu_0 \text{ — резонанс} \end{array} \right.$$

$T = T_{\text{внешн. силы}} \qquad \nu = \nu_{\text{внешн. силы}}$



- разрушение мостов
- вибрация фундаментов, станков, самолет. крыльев
- частотомер (+)