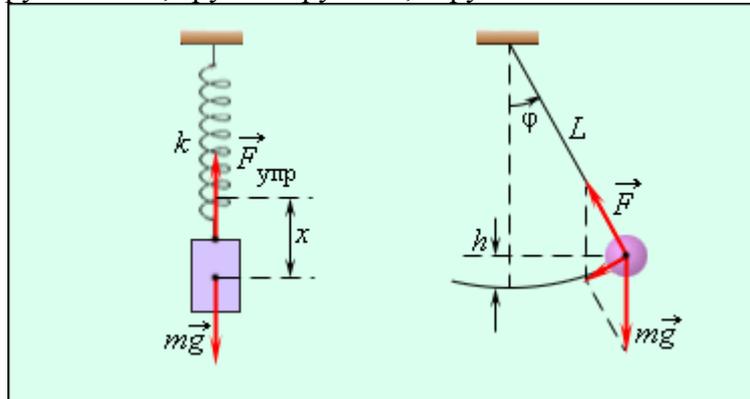


Колебания

- повторяются во времени
- периодические колебания – значения величин повторяются через равные промежутки времени

1. Условия возникновения

- есть положение равновесия
- при выводе из состояния равновесия должна возникать возвращающая сила
- сила должна зависеть от смещения
- силы трения малы
- примеры: груз на нити, груз на пружине, струна



2. Классификация колебаний

- свободные – действуют только внутренние силы
- вынужденные – под действием внешней периодической силы
- гармонические – изменение величин по закону синуса или косинуса
- затухающие – амплитуда уменьшается со временем

3. Характеристики

- смещение x – текущее отклонение от положения равновесия
- амплитуда x_m – максимальное отклонение от положения равновесия
- период T – время полного колебания (в секундах)
- частота ν – число колебаний в секунду (в герцах $[Гц] = 1/[с]$)

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

- циклическая частота ω – число колебаний за 2π секунд (1/с)

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

- фаза φ – доля периода с начала колебаний (в радианах)

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

φ_0 – начальная фаза (в нулевой момент времени)

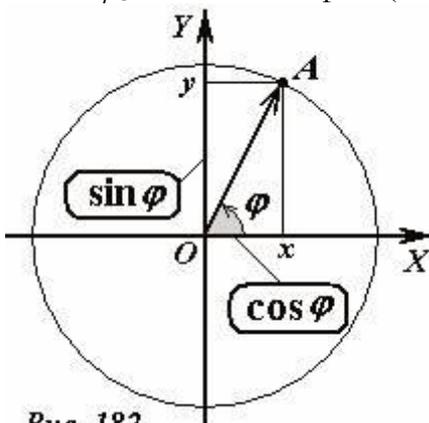


Рис. 182

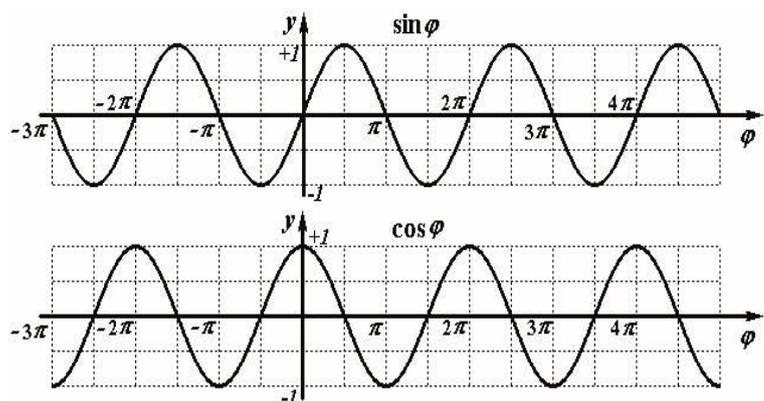


Рис. 183

4. Гармонические колебания

- амплитуда зависит только от начального отклонения

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

- скорость

$$v = v_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_m = \omega x_m$$

опережает смещение по фазе на $\pi/2$

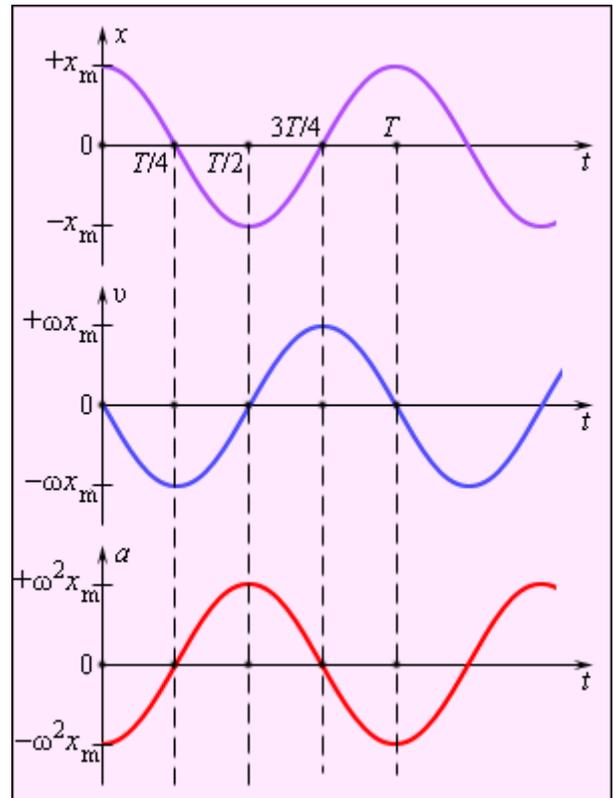
- ускорение

$$a = -a_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$a_m = \omega v_m = \omega^2 x_m$$

опережает скорость по фазе на $\pi/2$, а смещение на π (в противофазе)

- при прохождении телом положения равновесия (смещение ноль):
скорость максимальна
ускорению равно нулю
- при максимальном отклонении:
скорость равна нулю
ускорение максимально



5. Превращение энергии

- кинетическая энергия тела

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0) = E_m \cos^2(\omega t + \varphi_0)$$

- потенциальная энергия

$$E_p = E_m - E_k = E_m(1 - \cos^2(\omega t + \varphi_0)) = E_m \sin^2(\omega t + \varphi_0)$$

- колебания кинетической и потенциальной энергии в противофазе

6. Колебания маятников

- математический маятник – грузик на нерастяжимой нити длиной l

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

период колебаний не зависит от массы (g – ускорение свободного падения)

- пружинный маятник – грузик массой m на пружине с жесткостью k

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

- ω – собственная частота колебаний

7. Резонанс

- если частота внешней силы совпадает с собственной частотой
- резкое возрастание амплитуды колебаний

Запомнить

- ✓ классификацию колебаний
- ✓ смещение, амплитуда, фаза колебаний
- ✓ формулы смещения, скорости и ускорения гармонических колебаний
- ✓ периоды колебаний математического и пружинного маятников