

I. Ответы на контрольные вопросы:

- 1) Колебание – процесс, обладающий той или иной степенью повторяемости во времени. Свободными колебаниями называют колебания, которые совершает система, представленная самой себе после какого-либо внешнего воздействия. Вынужденными называются колебания, происходящие под действием внешней периодически изменяющейся силы.
- 2) Гармонические колебания – колебания при которых обобщённые координаты системы изменяются по закону синуса и косинуса.

$$(-m\omega_0^2 + k)A\cos(\omega_0 t + \varphi_0) = 0$$

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

Амплитуда — максимальное значение смещения или изменения переменной величины от среднего значения при колебательном или волновом движении. Частота колебаний показывает, сколько колебаний совершается за 1 с. Единица частоты – герц (Гц). Аргумент синуса $(\omega_0 t + \varphi_0)$ называют фазой гармонических колебаний. Фаза гармонических колебаний определяет смещение в момент времени t .

3)

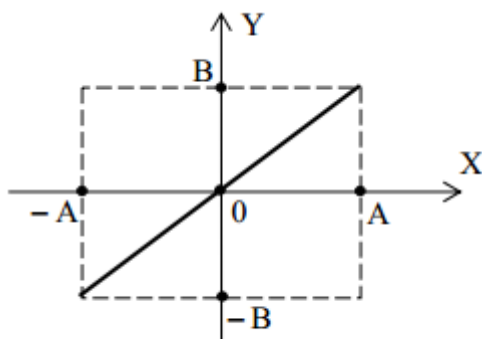


Рис. 6.1

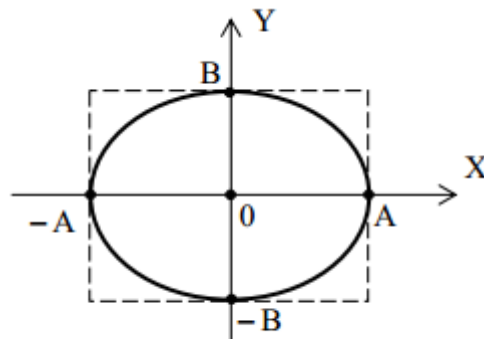


Рис. 6.2

- 4) Движение поменяет свое направление.
- 5) Физическим маятником называют твердое тело, совершающее колебания вокруг своей оси, проходящее через любую его точку, не совпадающую с центром инерции (тяжести) тела.

$$I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = -mgl \sin \theta$$

или

$$I\ddot{\theta} + mgl \sin \theta = 0$$

Если ограничиться случаем малых колебаний т.е. углов отклонения, удовлетворяющих в радианной мере приближенному равенству $\sin\theta \approx \theta$, то уравнение перепишется так:

$$I\ddot{\theta} + mgl\theta = 0$$

Общее решение этого уравнения имеет вид:

$$\theta = \theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

где:

- θ_m -угол наибольшего отклонения маятника от положения равновесия.
- θ — угол отклонения маятника от равновесия;
- m — масса маятника;
- $\omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{I}}$

- 6) Приведённая длина — это условная характеристика физического маятника. Она численно равна длине математического маятника, период которого равен периоду данного физического маятника. Приведённая длина вычисляется следующим образом:

$$l = \frac{I}{ma}$$

где I — момент инерции относительно точки подвеса, m — масса, a — расстояние от точки подвеса до центра масс.

Центр качания — точка, в которой надо сосредоточить всю массу физического маятника, чтобы его период колебаний не изменился.

- 7) Свойством взаимности: если точку подвеса O и центр качания поменять местами, то период малых колебаний физического маятника не изменится. Действительно, новый период колебаний будет равен:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{I'}{mg(L_0 - l)}}, \quad (6.17)$$

где I' - момент инерции маятника относительно оси, проходящей через точку O' , $(L_0 - l)$ - расстояние от O' до центра масс C . Но согласно теореме Штейнера

$$I' = I_c + m(L_0 - l)^2. \quad (6.18)$$

Вычитая из (6.18) (6.16), получаем

$$I' - I = m(L_0 - l)^2 - ml^2 = mL_0(L_0 - 2l),$$

откуда с учетом (14)

$$I' = I + mL_0(L_0 - 2l) = \frac{I}{l}(L_0 - l). \quad (6.19)$$

Подставляя (6.19) в (6.17) находим

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{I(L_0 - l)}{mgl(L_0 - l)}} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}} = T.$$