



1. Какое движение называют периодическим? Колебательным?
2. Что называют амплитудой колебаний? Периодом? Частотой?
3. Каким соотношением связаны между собой частота колебаний ν и циклическая частота колебаний ω ?
4. Что такое кинематический закон движения? Запишите закон движения при гармонических колебаниях.
5. Какой путь проходит гармонически колеблющееся тело за два периода колебаний, если амплитуда колебаний равна A ?
6. Приведите примеры колебательных систем в природе и технике.

Примеры решения задач

1. Исходя из осциллограммы колебательного процесса, представленного на рисунке 10, определите амплитуду A , период T и частоту ν данных колебаний.

Решение

Максимальное отклонение колеблющейся точки (см. рис. 10) составляет

$$x_{\max} = A = 4,0 \text{ см.}$$

Период колебаний — это время, за которое тело совершает одно колебание, т. е. точка опять окажется в положении с координатой $x_{\max} = A = 4,0$ см. Следовательно, $T = 4,0$ с.

Частота колебаний

$$\nu = \frac{1}{T}, \quad \nu = \frac{1}{4,0 \text{ с}} = 0,25 \text{ с}^{-1} = 0,25 \text{ Гц.}$$

Ответ: $A = 4,0$ см, $T = 4,0$ с, $\nu = 0,25$ Гц.

2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону: $x(t) = 0,40 \cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (м). Определите амплитуду A , частоту ν , период T колебаний, координату x точки в момент времени $t_1 = 5,0$ с.

Дано:

$$x(t) = 0,40 \cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (м)}$$

$$t_1 = 5,0 \text{ с}$$

$$A - ? \quad T - ? \quad \nu - ?$$

Решение

Координата точки, совершающей гармонические колебания, определяется соотношением:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ (м).}$$

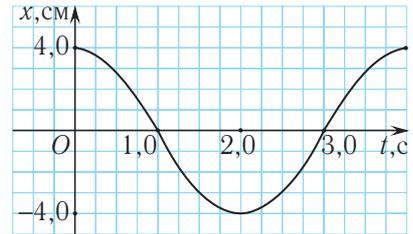


Рис. 10

Тогда из условия задачи находим, что амплитуда $A = 0,40$ м, частота

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi}, \quad \nu = \frac{8\pi \text{ рад}}{2\pi \text{ рад} \cdot \text{с}} = 4,0 \text{ Гц},$$

период

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad T = \frac{1}{4,0 \text{ с}^{-1}} = 0,25 \text{ с}.$$

Координата точки x при $t_1 = 5,0$ с равна

$$x(t) = 0,40 \cos\left(8\pi \cdot 5,0 - \frac{\pi}{3}\right) (\text{м}) = 0,20 \text{ м}.$$

Ответ: $A = 0,40$ м, $\nu = 4,0$ Гц, $T = 0,25$ с, $x = 0,20$ м.

Упражнение 1

- Исходя из осциллограммы колебательного процесса, представленного на рисунке 11, определите амплитуду A , период T и частоту ν данных колебаний.
- В чем заключаются отличия представленных на рисунке 12 трех колебательных процессов?
- Определите путь, пройденный материальной точкой, колеблющейся с частотой $\nu = 500$ Гц за промежуток времени $\Delta t = 1,5$ с, если амплитуда колебаний $A = 5,0$ мм.
- Материальная точка за промежуток времени $\Delta t = 1,0$ мин совершила $N = 180$ колебаний. Определите период T , частоту ν и циклическую частоту ω колебаний.
- Тело колеблется с амплитудой $A = 20$ см и периодом $T = 1,0$ с. Запишите кинематический закон его движения, если в начальный момент времени $t = 0$ с отклонение маятника максимально. Постройте график зависимости $x(t)$.

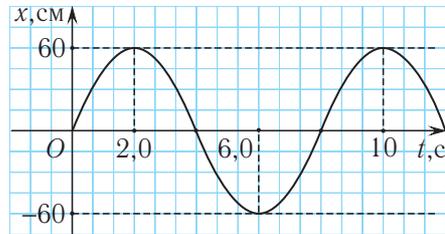


Рис. 11

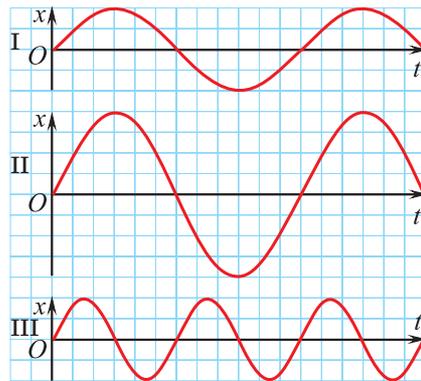


Рис. 12. Графики колебательных процессов

6. Измеряя пульс, определите частоту ν колебаний (биений) сердца у себя, а также у родных, например у папы, мамы, брата, сестры, дедушки, бабушки. Проверьте, соответствует ли это норме (см. табл. 2).

Таблица 2. Нормы пульса по возрастам

Возраст (годы)	Допустимые значения числа ударов в минуту
4—6	86—126
6—8	70—118
8—10	68—108
10—12	60—100
12—15	55—95
15—50	60—80
50—60	64—84
60—80	69—89



§1-1

§ 2. Пружинный и математический маятники

- Груз, подвешенный на нити, колеблющийся в поле тяжести Земли, а также груз, прикрепленный к пружине, — примеры наиболее простых механических колебательных систем. Рассмотрим физические процессы, происходящие в таких системах.



Совокупность нескольких тел образуют механическую систему. Тела, не входящие в систему, называются внешними.

Второй закон Ньютона (основной закон динамики): ускорение, приобретаемое телом под действием приложенных к нему сил, обратно пропорционально массе тела, направлено по результирующей этих сил и прямо пропорционально ее модулю:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N}{m}.$$

Закон Гука: при упругих деформациях сжатия и растяжения модуль силы упругости прямо пропорционален модулю изменения длины тела:

$$F_{\text{упр}} = k|l - l_0| = k|\Delta l|,$$

где k — жесткость тела, l_0 — длина недеформированного тела, l — длина деформированного тела. Направление силы упругости всегда противоположно направлению смещения при деформации.