

## 6. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### 1. Механические колебания и волны

1. Материальная точка массой 10 г колеблется по закону  $x = 0,05 \sin(0,6t + 0,8)$ . Найти максимальную силу, действующую на точку, и полную энергию колеблющейся точки. **(4,5 мкДж)**
2. Написать уравнение гармонического колебания, амплитуда которого 10 см, период 10 с, начальная фаза равна нулю. Найти смещение, скорость и ускорение колеблющегося тела через 12 с после начала колебаний. **(0,095 м;  $1,95 \cdot 10^{-2}$  м/с;  $-3,73 \cdot 10^{-2}$  м/с<sup>2</sup>)**
3. Через какой промежуток времени после начала колебаний смещение точки из положения равновесия будет равно половине амплитуды, если период колебания 24 с, начальная фаза равна нулю? **(2с)**
4. Написать уравнение гармонического колебания, если амплитуда 5 см, период 4 с, начальная фаза  $\pi/4$  рад. Построить графики зависимости смещения, скорости и ускорения от времени. **( $x = 0,05 \sin(\frac{2\pi}{4}t + \frac{\pi}{4})$ )**
5. Написать уравнение гармонического колебания тела, если его полная энергия  $3 \cdot 10^{-5}$  Дж, максимальная сила, действующая на тело, 1,5 мН, период колебания 2 с и начальная фаза  $60^\circ$ . **( $x = 4 \cdot 10^{-2} \sin(\pi t + \frac{\pi}{3})$ )**
6. Маятник состоит из тяжелого шарика массой 100 г подвешенного на нити длиной 50 см. Определить период колебаний маятника и энергию, которой он обладает, если наибольший угол его отклонения от положения равновесия  $15^\circ$ . **(15мДж)**
7. Шарик подвешен на длинной нити. Первый раз его поднимают по вертикали до точки подвеса, второй раз отклоняют на небольшой угол. В каком из этих случаев шарик быстрее возвратится к начальному положению, если его отпустить? **( $t_1 = 9t_2$ )**
8. Маленький шарик подвешен на нити длиной 1 м к потолку вагона. При какой скорости вагона шарик будет особенно сильно колебаться под действием ударов колес о стыки рельсов? Длина рельса 12,5 м. **(6,2 м/с)**
9. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний если к пружине подвесить алюминиевый шарик того же радиуса. **( $T_1 = 1,8T_2$ )**
10. Два одинаково направленных колебания с равными частотами имеют амплитуды 20 и 50 см. Второе колебание опережает первое по фазе на  $30^\circ$ . Определить амплитуду и начальную фазу суммарного колебания, полученного от сложения этих колебаний, если начальная фаза первого колебания равна нулю. **(0,68 м; 0,38 рад)**
11. Точка участвует одновременно в двух гармонических взаимно перпендикулярных колебаниях с кратными триодами, одинаковыми амплитудами и начальными фазами,

равными нулю. Начертить траекторию точки, если период колебаний по оси  $OY$  в два раза больше, чем по оси  $OX$ .

**12.** Смещение из положения равновесия точки, находящейся на расстоянии 4 см от источника колебаний, через промежуток времени  $T/6$  равно половине амплитуды. Найти длину волны. **(0,48 м)**

**13.** Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 15 м/с. Период колебания точек шнура 1,2 с, амплитуда колебания 2 см. Определить длину волны, фазу и смещение точки, отстоящей на 45 м от источника колебаний, через 4 с. **(18 м; 5,24 рад;  $-1,73 \cdot 10^{-2}$  м)**

**14.** Вдоль некоторой прямой распространяются колебания с периодом 0,25 с и скоростью 48 м/с. Спустя 10 с после возникновения колебаний в исходной точке, на расстоянии 43 м от нее, смещение точки оказалось равным 3 см. Определить в этот же момент времени смещение и фазу колебания в точке, отстоящей на 45 м от источника колебаний. **(6 см; 227,65 рад)**

**15.** Две точки находятся на расстояниях 6 и 12 м от источника колебаний. Найти разность фаз колебаний этих точек, если период колебаний 0,04 с, а скорость их распространения 300 м/с. **( $\pi$  рад)**

**16.** Расстояние между второй и шестой пучностями стоячей волны 20 см. Определить длину волны стоячей волны. **(0,1 м)**

**17.** На шнуре длиной 3 м, один конец которого привязан к стене, а другой колеблется с частотой 5 Гц, возбуждаются стоячие волны. При этом между источником и стеной образуется шесть узлов. Найти скорость распространения волны в шнуре. **(5,45 м/с)**

**18.** Изменится ли период колебаний качелей, если на доску качелей положить груз?

**19.** Если нести груз на веревочной петле, то при определённом темпе ходьбы груз начнёт сильно раскачиваться. Почему?

**20.** Период колебаний материальной точки 2,4 с, амплитуда 5 см, начальная фаза равна нулю. Каковы смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки через 0,4 с после начала колебаний? Колебания происходят по закону косинуса. **(2,5 см; 0,11 м/с;  $-0,17$  м/с<sup>2</sup>)**

**21.** Тело совершает гармонические колебания по закону  $x = 50 \sin(\pi/3)t$ . Определить амплитуду силы и полную энергию тела, если его масса 2 кг. **(109 Н; 2,7 кДж)**

**22.** За какое время тело, совершающее гармонические колебания уравнение, которых  $x = A \sin \omega t$ , проходит: 1) всю траекторию от среднего положения до крайнего, 2) первую половину траектории, 3) вторую половину траектории? **( $T/4$ ;  $T/12$ ;  $T/6$ )**

**23.** Построить на одном рисунке два графика гармонических колебаний с одинаковыми амплитудами 3 см и периодами 8 с, но имеющими разность фаз  $\pi/4$  и  $3\pi/2$ .

- 24.** Найти максимальную скорость и максимальное ускорение колеблющейся точки, если ее амплитуда 5 см, а период 4 с. **( $7,85 \cdot 10^{-2}$  м/с;  $12,3 \cdot 10^{-2}$  м/с<sup>2</sup>)**
- 25.** Материальная точка совершает гармоническое колебание с периодом 2 с, амплитудой 50 мм и начальной фазой, равной нулю. Найти скорость точки в момент времени, когда смещение точки из положения равновесия равно 25 мм. **( $0,136$  м/с)**
- 26.** Амплитуда гармонического колебания материальной точки 2 см, полная энергия ее колебаний  $3 \cdot 10^{-7}$  Дж. При каком смещении от положения равновесия на эту точку действует сила  $2,25 \cdot 10^{-5}$  Н? **( $-1,5 \cdot 10^{-2}$  м)**
- 25.** Маятниковые часы идут правильно при длине маятника 55,8 см. На сколько отстанут часы за сутки, если удлинить маятник на 0,5 см? Маятник считать математическим. **( $3,46 \cdot 10^2$  с)**
- 26.** Определить период колебаний пружинного маятника, если его масса 196 г, а упругость пружины  $2 \cdot 10^2$  Н/м. **( $0,2$  с)**
- 27.** Складываются два одинаково направленных гармонических колебания с одинаковыми периодами, равными 8 с, и одинаковыми амплитудами, равными 0,02 м. Разность фаз колебаний  $\pi/4$ , начальная фаза одного из колебаний равна нулю. Написать уравнение результирующего колебания. **( $x = 3,7 \cdot 10^{-2} \sin(0,785t + 0,392)$ )**
- 28.** Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых ( $x = 2 \sin \omega t$ ;  $y = 2 \cos \omega t$ ). Найти траекторию движения точки. **( $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{4} = 1$ )**
- 29.** Волна распространяется от источника колебаний вдоль прямой. Смещение точки для момента времени  $0,5 T$  составляет 5 см. Точка удалена от источника колебаний на расстояние  $\lambda/3$ . Определить амплитуду колебания. **( $5,8$  см)**
- 30.** Источник совершает незатухающие колебания по закону  $x = 0,05 \sin 500\pi t$ . Определить смещение точки, находящейся на расстоянии 60 см от источника колебаний, через 0,01 с после начала колебаний. Скорость распространения колебаний 300 м/с. **( $0$ )**
- 31.** Определить разность фаз двух точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 20 см, если волна распространяется со скоростью 2,4 м/с при частоте 3 Гц. **( $1,57$  рад)**
- 32.** Один камертон — источник звуковых волн — помещен перед - ухом наблюдателя, а другой такой же - на расстоянии 47,5 см от первого камертона. При этом наблюдатель не слышит звука. Определить частоту колебаний камертона. **( $348$  Гц)**