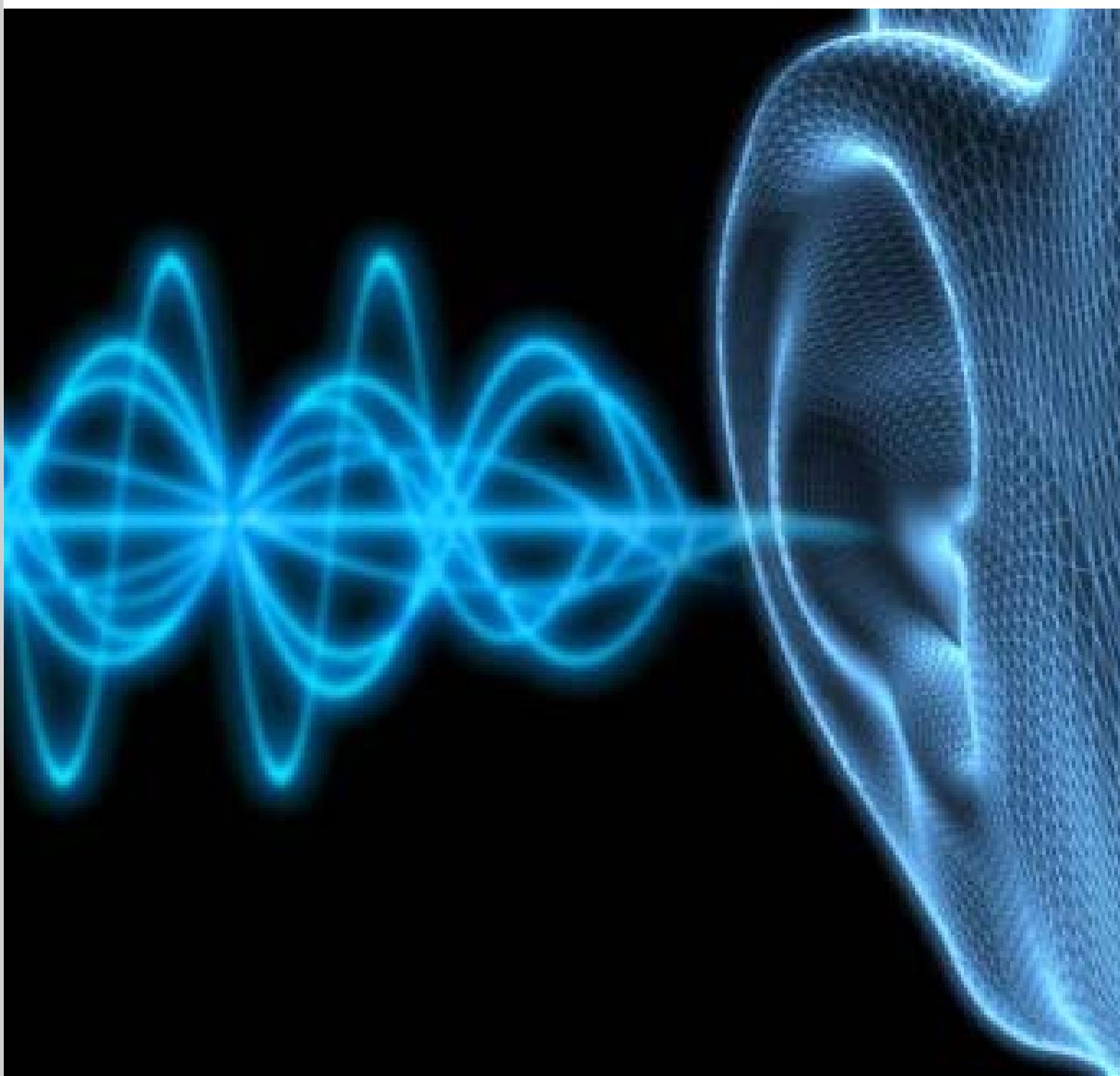


Виртуальный курс физики

Колебания и волны

Механические колебания и волны.
Задачи для самостоятельного решения



***Курс дистанционного обучения по физике
изложен в авторской редакции доцента
Петербургского государственного университе-
та путей сообщения Императора Александра I
Кытина Юрия Александровича***

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Механические колебания и волны

Рекомендации по решению задач

При решении задач, связанных с колебательными и волновыми явлениями, рекомендуется:

- а) записать заданное в задаче уравнение и уравнение гармонических колебаний в общем виде, сопоставить эти уравнения и определить основные характеристики (смещение, амплитуду, период, частоту, фазу) в соответствии с условием задачи;
- б) скорость и ускорение материальной точки при гармонических колебаниях, а также максимальные значения этих величин следует определять из уравнения гармонических колебаний, параметры которого соответствуют данным задачи;
- в) пользоваться законом сохранения и превращения энергии в задачах о математическом и пружинном маятниках.

Основные законы и соотношения

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

– значение колеблющейся величины; A – амплитуда колебаний; ω – циклическая частота; t – время; φ_0 – начальная фаза колебаний.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где ω_0 и T – собственная частота и период колебаний математического маятника; l – длина нити маятника; g – ускорение свободного падения.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где ω_0 и T – собственная частота и период колебаний пружинного маятника; m – масса груза; k – коэффициент упругости.

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu} = \frac{2\pi v}{\omega}$$

– длина волны; v – скорость волны; T – период колебаний; ν – частота колебаний; ω – циклическая частота колебаний.

Задачи для самостоятельного решения

1. 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.

Ответ: $2,5 \cdot 10^{-2}$ м, 0,11 м/с, $-0,17$ м/с².

2. Тело под действием периодической силы совершает гармонические колебания по закону $x = 50 \sin(\pi t / 3)$. Определите амплитуду силы и полную энергию тела, если его масса равна 2 кг.

Ответ: 109 Н, 2,7 кДж.

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?

Ответ: 2 с.

4. 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 относительно положения равновесия составило 25 мм.

Ответ: 0,136 м/с.

5. Напишите уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой 0,1 м, периодом 4 с и начальной фазой, равной нулю.

Ответ: $x = 0,1 \sin 0,5\pi t$.

6. Начальная фаза гармонического колебания равна нулю. Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ: через $\frac{1}{6} T$.

7. Амплитуда гармонического колебания равна 5 см, его период 4 с. Найти максимальную скорость колеблющейся точки и ее максимальное ускорение.

Ответ: $7,85 \cdot 10^{-2}$ м/с, $12,3 \cdot 10^{-2}$ м/с².

8. Через какое время от начала движения точка, совершающая колебательное движение по уравнению $x = 7 \sin 0,5\pi t$, проходит путь от положения равновесия до максимального смещения?

Ответ: через 1 с.

9. Напишите уравнение гармонического колебания тела, если его полная энергия $3 \cdot 10^{-5}$ Дж, максимальная сила, действующая на тело, составляет 1,5 мН, период колебаний 2 с и начальная фаза 60° .

Ответ: $4 \cdot 10^{-2} \sin(\pi t + \pi/3)$.

10. Материальная точка колеблется по закону $x = 0,05 \sin(0,6t + 0,8)$. Найти максимальную силу, действующую на точку, и полную энергию колеблющейся точки, если ее масса 10 г.

Ответ: $1,8 \cdot 10^{-4}$ Н, 4,5 мкДж.

11. Полная энергия тела, совершающего гармоническое колебательное движение, равна $3 \cdot 10^{-5}$ Дж. Максимальная сила, действующая на тело, равна $1,5 \cdot 10^{-3}$ Н. Напишите уравнение движения этого тела, если период колебаний равен 2 с и начальная фаза 60° .

Ответ: $0,04 \sin(\pi t + \pi/3)$ м.

12. Напишите уравнение гармонического колебательного движения, если максимальное ускорение точки $49,3 \text{ см/с}^2$, период колебаний 2 с и отклонение точки от положения равновесия в начальный момент времени 25 мм.

Ответ: $0,05 \sin(\pi t + \pi/6)$ м.

13. Маятник состоит из тяжелого шарика массой 100 г, подвешенного на нити длиной 50 см. Определите период колебаний маятника и энергию, которой он обладает, если наибольший угол его отклонения от положения равновесия 15° .

Ответ: 1,4 с, 15 мДж.

14. Медный шарик, подвешенный на пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине подвесить алюминиевый шарик того же радиуса?

Ответ: уменьшится в 1,8 раза.

15. Как изменится период колебания математического маятника при перенесении его с Земли на Луну?

Ответ: увеличится в 2,46 раза.

16. Как изменится период вертикальных колебаний груза, висящего на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению?

Ответ: уменьшится в два раза.

17. На пружине подвешен груз. Зная, что максимальная кинетическая энергия колебаний груза равна 1 Дж, найдите коэффициент жесткости пружины. Амплитуда колебаний 5 см.

Ответ: 805 Н/м.

18. Два маятника начинают одновременно совершать колебания. За время первых 15 колебаний первого маятника второй совершил только 10 колебаний. Определите отношение длин маятников.

Ответ: 4/9.

19. На какую часть длины следует уменьшить длину математического маятника, чтобы период его колебаний на высоте 10 км был равен периоду его колебаний на поверхности Земли?

Ответ: на 0,003.

20. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого равен 1 с. С каким ускорением движется лифт, если период колебаний этого маятника стал равным 1,1 с?

Ответ: 1,7 м/с².

21. Определите длину звуковой волны в стальном рельсе, вызываемой источником колебаний с частотой 200 Гц, если скорость звука в стали равна 5000 м/с.

Ответ: 25 м.

22. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

Ответ: 2,4 с.

23. Ультразвуковой эхолот работает на частоте 40 кГц. Чему равна длина ультразвуковой волны в воде? Какова глубина моря, если в данном месте ультразвуковой импульс возвратился через 4 с? Скорость ультразвука в воде 1450 м/с.

Ответ: 36,25 мм, 2900 м.

24. Период колебаний точек среды в волне 0,01 с, а скорость распространения волны 340 м/с. Определите разность фаз колебаний двух точек, лежащих на одном луче, если расстояние между точками равно 3,4 м.

Ответ: 2π рад.

От авторов

Возникли трудности в усвоении теоретического курса или в его применении при решении конкретных задач, тестов – записывайтесь на наши курсы и мы поможем Вам подойти к экзамену во всеоружии.

Наш адрес:

190031, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 9, ПГУПС, факультет довузовской подготовки.

Наши телефоны отдела заочной формы обучения:

8 (931) 214-51-45;

8 (812) 457-88-07 .

