

**I курс**  
**Физика звука**  
**Контрольная работа № 1**

1. Тело падает с высоты  $h = 19,6$  м с начальной скоростью  $v_0 = 0$ . Какой путь пройдет тело за первую  $0,1$  с своего движения?
2. Бросив камень под углом  $45^\circ$  к горизонту, необходимо попасть в цель, находящуюся на расстоянии  $12$  м от места бросания и на высоте  $2$  м. С какой скоростью необходимо бросить камень?
3. Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы заставить движущееся тело массой  $m = 2$  кг: а) увеличить скорость с  $v_1 = 2$  м/с до  $v_2 = 5$  м/с; б) остановиться при начальной скорости  $v_0 = 8$  м/с?
4. Груз массой  $m=100$  г закреплен на пружине жесткостью  $k=100$  Н/м. Его смещают на  $3$  см от положения равновесия и сообщают скорость  $=10$  см/с. Чему равна потенциальная и кинетическая энергии груза в начальный момент? Какова полная энергия груза? Напишите уравнение его движения.
5. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно  $1,5$ .
6. Во сколько раз плотность воздуха  $\rho_1$  заполняющего помещение зимой ( $t_1 = 7^\circ\text{C}$ ), больше его плотности  $\rho_2$  летом ( $t_2 = 37^\circ\text{C}$ )? Давление газа считать постоянным.
7. Удельная теплоемкость некоторого двухатомного газа  $c_p = 14,7$  кДж/(кг·К). Найти молярную массу  $\mu$  этого газа.
8. В каком газе при одной и той же температуре скорость звука  $v$  больше — в азоте ( $\text{N}_2$ ) или в углекислом газе ( $\text{CO}_2$ )? Во сколько раз? Колебательные степени свободы молекул газов не возбуждаются.
9. Какую индуктивность  $L$  надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости  $C = 2$  мкФ получить частоту  $\nu = 1000$  Гц?
10. Колебательный контур имеет емкость  $C = 1,1$  нФ и индуктивность  $L = 5$  мГн. Логарифмический декремент затухания  $N = 0,005$ . За какое время вследствие затухания потеряется  $99\%$  энергии контура?

**Контрольная работа № 2**

1. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой  $A = 5$  см, если за время  $t = 1$  мин совершается  $150$  колебаний и начальная фаза колебаний  $\varphi = \pi/4$ . Начертить график этого движения.
2. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой  $A = 5$  см и периодом  $T = 8$  с, если начальная фаза  $\varphi$  колебаний равна: а)  $0$ ; б)  $\pi/2$ ; в)  $\pi$ ; г)  $3\pi/2$  д)  $2\pi$ . Начертить график этого движения во всех случаях.

3. Уравнение движения точки дано в виде  $x = 2\sin(\pi/2 \cdot t + \pi/4)$ . Найти период колебаний  $T$ , максимальную скорость  $v_{\max}$  и максимальное ускорение  $a_{\max}$  точки.
4. Написать уравнение движения, получающегося в результате сложения двух одинаково направленных гармонических колебательных движений с одинаковым периодом  $T = 8$  с и одинаковой амплитудой  $A = 0,02$  м. Разность фаз между этими колебаниями  $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi/4$ . Начальная фаза одного из этих колебаний равна нулю.
5. Найти амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi$  гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями  $x_1 = 4\sin(\pi \cdot t)$  см и  $x_2 = \sin(\pi t + \pi/2)$  см. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
6. Уравнение колебаний имеет вид  $x = A\sin(2\pi\nu_1 \cdot t)$ , причем амплитуда  $A$  изменяется со временем по закону  $A = A_0 \cdot (1 + \cos(2\pi\nu_2 \cdot t))$ . Из каких гармонических колебаний состоит колебание? Построить график слагаемых и результирующего колебаний для  $A_0 = 4$  см,  $\nu_1 = 2$  Гц,  $\nu_2 = 1$  Гц. Начертить спектр результирующего колебания.
7. Найти амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi$  гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями  $x_1 = 4\sin(\pi \cdot t)$  см и  $x_2 = \sin(\pi t + \pi/2)$  см. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
8. Какой частоте камертона соответствует звуковая волна в воздухе длиной 34 м? Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.
9. Найдите расстояние до объекта, если отраженный радиосигнал возвратился обратно через  $10^{-4}$  с.
10. Найти длину волны в воздухе на частоте 500 Гц, если атмосферное давление 105 Па и плотность воздуха  $\rho = 1,26$  кг/м<sup>3</sup>.

## II курс

### Контрольная работа № 1

1. Дельфины испускают ультразвуковые волны с частотой 250 000 Гц. Определите длину волны такого звука а) в воде; б) в воздухе. Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с, в воде – 1480 м/с.
2. Нормальный разговор человека оценивается уровнем интенсивности звука (относительно порога слышимости)  $L_1 = 50$  дБ. Определить уровень громкости звука, соответствующего 3 одновременно говорящим людям.
3. Шум на улице, которому соответствует уровень интенсивности звука  $L_1 = 50$  дБ, слышен в комнате так, как шум  $L_2 = 30$  дБ. Найдите отношение интенсивностей звука на улице и в комнате.
4. Определить среднюю силу, действующую на барабанную перепонку человека площадью 60 мм<sup>2</sup> для: 1) порога слышимости  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, 2) порога болевого ощущения  $I = 10$  Вт/м<sup>2</sup>. Скорость звуковой волны принять равной 330 м/с. Плотность воздуха  $\rho = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.
5. Согласно санитарным нормам, время нахождения человека в помещении с уровнем интенсивности шума 100 дБ не должно превышать 30 мин. Какая энергия проходит за это время через барабанную перепонку человека площадью 60 мм<sup>2</sup>?
6. Звуковая волна с уровнем 60 дБ падает на барабанную перепонку площадью 60 мм<sup>2</sup>. Сколько энергии поглощает барабанная перепонка в секунду?

7. При частоте 1000 Гц стереофонический усилитель дает выходную мощность 40 Вт. При частоте 30 Гц уровень громкости падает на 5 дБ. Какова выходная мощность при частоте 30 Гц?
8. Интенсивность звука равна  $10^{-4}$  Вт/м<sup>2</sup>. Найдите уровень громкости звука (для частоты 1 кГц).
9. Одинаково ли громко воспринимаются ухом тон частотой 1000 Гц и интенсивностью  $10^{10}$  Вт/м<sup>2</sup> и тон частотой 200 Гц и интенсивностью  $10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>? Для решения воспользуйтесь кривыми равной громкости.
10. Разложить в ряд Фурье периодическую функцию с периодом  $T = 2\pi$ , заданную на отрезке  $[-\pi; \pi]$ . Построить график данной функции на промежутке  $[-4\pi; 4\pi]$ .  

$$f(t) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq t < 0 \\ 3t - 1, & 0 \leq t < \pi \end{cases}$$

### Контрольная работа № 2

1. С какой силой необходимо натянуть стальную струну длиной 20 см и диаметром 0,2 мм, чтобы она издавала ноту «ля» (частота 435 Гц)?
2. Тонкую струну заменили струной из того же материала, но имеющей втрое больший диаметр. Во сколько раз нужно изменить натяжение струны, чтобы частота колебаний струны не изменилась?
3. Как изменится частота основного тона струны, если:
  - а) середину струны придавили пальцем к грифу,
  - б) изменив натяжение струны, увеличили скорость распространения волны по струне в 3 раза.
4. Найти собственные частоты колебаний воздушного столба в закрытой с обоих концов трубе, имеющей длину 3,4 м.
5. Струна гитары массой 1,50 г и длиной 80 см расположена вблизи открытой с одного конца трубы, имеющей длину также 80 см. Каково должно быть натяжение струны, чтобы частота ее третьей гармоники совпадала с частотой первой гармоники трубы? Температуру положите равной 20 °С.
6. Чему будет равна частота биений в случае, когда ноты «до» и «до#» (262 Гц и 277 Гц соответственно) звучат одновременно? Будут ли слышны эти биения?
7. Предполагается, что две рояльные струны должны иметь одну и ту же частоту 132 Гц, однако настройщик фортепиано слышит, что при одновременном их звучании через каждые 2 с происходят биения. Если одна струна колеблется с частотой 132 Гц, то какова в этом случае частота колебаний другой? Получим ли мы один ответ на этот вопрос?
8. Струна, натянутая с силой  $F_1 = 147$  Н, дает с камертоном частоту биений  $f_1 = 8$  Гц. После того как эту струну натянули с силой  $F_2 = 156,8$  Н, она стала настроена с камертоном в унисон. Найти частоту  $f_2$  колебаний камертона.
9. На какой диапазон частот можно настроить колебательный контур, если его индуктивность  $L = 2$  мГн, а емкость может меняться от  $C_1 = 69$  пФ до  $C_2 = 533$  пФ?
10. Над цилиндрическим сосудом высотой 1 м звучит камертон, имеющий собственную частоту колебаний 340 Гц. В сосуд медленно наливают воду. При каких положениях уровня воды в сосуде звучание камертона значительно усиливается?