

Индивидуальное задание № 5 Механические колебания и волны

Вариант № 1

1. Материальная точка совершает колебания по закону $x = A \sin \omega t$. В некоторый момент времени смещение x_1 точки от положения равновесия оказалось равным 5 см. Когда фаза колебания увеличилась вдвое, смещение x_2 стало равным 8 см. Найдите амплитуду A колебаний. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до десятых. [$A = 2x_1^2 / \sqrt{4x_1^2 - x_2^2} = 8,3$ см]
2. Чашка пружинных весов массой $m_1 = 1$ кг совершает вертикальные гармонические колебания с амплитудой $A = 0,25$ м. Когда чашка находилась в крайнем нижнем положении, на нее поместили груз массой $m_2 = 2,5$ кг. В результате колебания прекратились. Определите первоначальную циклическую частоту ω колебаний чашки.
[$\omega = \sqrt{m_2 g / (m_1 A)} = 9,8$ с⁻¹]
3. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5$ мин уменьшилась в два раза. За какое время t_2 , считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз? [15 мин]
4. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = \frac{3}{4}\lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$? [5,88 м]

Вариант № 2

1. Тяжелый шарик, подвешенный на нити длиной $l = 1$ м, описывает окружность в горизонтальной плоскости (конический маятник). Найдите период T обращения шарика, если маятник находится в лифте, движущемся с ускорением $a = 5$ м/с², направленным вниз. Нить составляет с вертикальным направлением угол $\alpha = 60^\circ$.
[$T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g - a}} = 2$ с]
2. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями: $x = A_1 \cos \omega t$; $y = A_2 \sin(\omega t/2)$, где $A_1 = 2$ см; $A_2 = 3$ см. Найдите уравнение траектории $y = f(x)$ движения и постройте её, указав направление движения. [$y = A_2 \sqrt{\frac{A_1 - x}{2A_1}} = 3 \sqrt{\frac{2 - x}{4}}$ см]
3. Под действием силы тяжести электродвигателя консольная балка, на которой он установлен, прогнулась на $h = 1$ мм. При какой частоте вращения n якоря электродвигателя может возникнуть опасность резонанса? [16 с⁻¹]
4. Две точки находятся на расстоянии $\Delta x = 50$ см друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью $v = 50$ м/с. Период T колебаний равен 0,05 с. Найти разность фаз $\Delta \phi$ колебаний в этих точках. [1,26 рад]

Вариант № 3

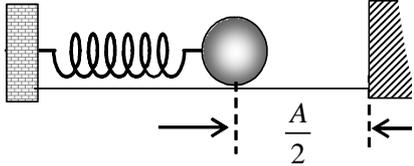
1. Найдите циклическую частоту ω гармонических синусоидальных колебаний частицы, если при отклонениях $x_1 = 1$ см и $x_2 = 2$ см от положения равновесия ее скорость равна соответственно $v_1 = 10$ см/с и $v_2 = 6$ см/с. [$\omega = \sqrt{(v_1^2 - v_2^2)/(x_2^2 - x_1^2)} = 4,5 \text{ с}^{-1}$]
2. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить? [0,6 с]
3. За время $t=8$ мин амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в три раза. Определить коэффициент затухания β . [$0,0023 \text{ с}^{-1}$]
4. Определить разность фаз $\Delta\phi$ колебаний источника волн, находящегося в упругой среде, и точки этой среды, отстоящей на $x=2$ м от источника. Частота ν колебаний равна 5 Гц; волны распространяются со скоростью $\vartheta=40$ м/с. [1,57 рад]

Вариант № 4

1. Определите, на какое время Δt будут отставать за сутки ($t = 24$ ч) маятниковые часы, выверенные на уровне моря, если их поднять на высоту h , равную 4 км. [$\Delta t = th/R_3 = 54$ с, где R_3 – радиус Земли]
2. Тело совершает гармонические колебания частотой $\nu = 2$ Гц и начальной фазой $\phi_0 = \pi/6$. Определите минимальный промежуток времени t , по истечении которого после начала колебаний кинетическая энергия тела будет равна потенциальной. [$t = \frac{\pi/4 - \phi_0}{2\pi\nu} = 0,02$ с]
3. Вагон массой $m=80$ т имеет четыре рессоры. Жесткость пружин каждой рессоры равна 500 кН/м. При какой скорости v вагон начнет сильно раскачиваться вследствие толчков на стыках рельс, если длина l рельса равна 12,8 м? [10,2 м/с]
4. Волна распространяется в упругой среде со скоростью $v=100$ м/с. Наименьшее расстояние Δx между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту ν колебаний. [50 Гц]

Вариант № 5

1. Путь, равный амплитуде, совершающая гармонические колебания точка проходит от положения равновесия за четверть периода. Найдите отношение путей, которые проходит точка за первую и вторую половины этого времени. Начальная фаза колебания равна нулю. Ответ округлите до десятых. [2,4]



2. Шарик массой $m = 0,1$ кг совершает синусоидальные колебания на пружине, прикрепленной к стене. Жесткость пружины $k = 1000$ Н/м. На расстоянии, равном половине амплитуды колебания от положения равновесия, установили плиту, от которой шарик упруго отскакивает. Найдите частоту ν колебаний шарика в этом случае. [$\nu = \frac{3}{4\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 24 \text{ с}^{-1}$]

3. Амплитуда колебаний маятника длиной $l = 1$ м за время $t = 10$ мин уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний Δ . [$2,31 \cdot 10^{-3}$]
4. Определить скорость v распространения волны в упругой среде, если разность фаз $\Delta\phi$ колебаний двух точек среды, отстоящих друг от друга на $\Delta x = 10$ см, равна $\pi/3$. Частота ν колебаний равна 25 Гц. [15 м/с]

Вариант № 6

1. Материальная точка совершает колебания по закону $x = A \cdot \sin(\omega t)$, где x – в метрах, t – в секундах. При фазе $\pi/6$ смещение точки от положения равновесия равно 1 см. Чему равно смещение точки от положения равновесия при фазе $\pi/2$? [0,02 м]
2. Тело совершает гармонические колебания частотой $\nu = 2$ Гц и с начальной фазой $\phi_0 = \pi/6$. Определите время, по истечении которого после начала колебаний кинетическая энергия тела будет равна потенциальной. [$t = \frac{\pi/4 - \phi_0}{2\pi\nu} = 0,02 \text{ с}$]
3. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 1000$ Гц. Определить частоту ν_0 собственных колебаний, если резонансная частота $\nu_{\text{рез}} = 998$ Гц. [1002 Гц]
4. Наблюдатель, находящийся на расстоянии $l = 800$ м от источника звука, слышит звук, пришедший по воздуху, на $\Delta t = 1,78$ с позднее, чем звук, пришедший по воде. Найти скорость v звука в воде, если температура T воздуха равна 350 К. [1,45 км/с]

Вариант № 7

4. Материальная точка массой 20 г совершает гармонические колебания. Найдите ускорение точки в момент времени, когда её смещение от положения равновесия равно 6 см. Начальная фаза колебаний равна нулю. Жесткость пружины равна 0,18 Н/м. [0,54 м/с²]

4. На горизонтальную мембрану нанесен мелкий песок. Мембрана совершает колебания с частотой $\nu = 500$ Гц в вертикальной плоскости. Какова амплитуда A колебаний мембраны, если песчинки подпрыгивают на высоту $h = 3$ мм по отношению к положению равновесия мембраны?

$$[A = \frac{\sqrt{8\pi^2\nu^2 gh - g^2}}{4\pi^2\nu^2} = 77 \text{ мкм}]$$

3. Логарифмический декремент затухания Δ камертона, колеблющегося с частотой $\nu = 100$ Гц, равен 0,002. Через какой промежуток времени амплитуда колебаний возбужденного камертона уменьшится в n раз ($n = 100$)? Во сколько раз изменится при этом энергия колебаний?

$$[t = \ln n / (\Delta\nu) = 23 \text{ с}; E_0/E = e^{2\ln n} = 10^4]$$

4. На расстоянии 1088 м от наблюдателя ударяют молотком по стальному рельсу. Наблюдатель, приложив ухо к рельсу, услышал звук на 3 с раньше, чем он дошел до него по воздуху. Найдите скорость звука в стали. [5440 м/с]

Вариант № 8

1. Два математических маятника имеют периоды колебаний 3 с и 4 с. Найдите период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников. [5 с]

2. Однажды барон Мюнхаузен, путешествуя вдоль Северного полюса, очутился один на отколовшейся плоской льдине площадью S , равной 5 м². От огорчения он подпрыгнул, и льдина вместе с ним начала колебаться, совершая одно колебание в секунду. Это его сразу успокоило: зная собственную массу m , равную 80 кг, он тут же определил, что льдина достаточно толстая. Какова толщина d льдины? Сопротивлением воды при колебаниях пренебречь. $[d = \frac{\rho_{\text{в}} g S - m \cdot 4\pi^2 \nu^2}{4\pi \nu^2 \rho_{\text{л}} S} = 0,26 \text{ м}]$

3. Определите, на сколько резонансная частота отличается от частоты $\nu_0 = 1$ кГц собственных колебаний системы, характеризуемой коэффициентом затухания $\beta = 400$ с⁻¹. [4,05 Гц]

4. В некоторой среде распространяется волна. За время, в течение которого частица среды совершает 150 колебаний, волна распространяется на 110 м. Найдите длину волны, [0,7 м]

Вариант № 9

1. Материальная точка совершает колебания по закону: $x = A \sin(\omega t)$. В некоторый момент времени смещение точки от положения равновесия x_1 оказалось равным 5 см. Когда фаза колебания увеличилась вдвое, смещение x_2 стало равным 8 см. Найдите амплитуду колебаний.

$$[A = 2x_1^2 / \sqrt{4x_1^2 - x_2^2} = 8,3 \text{ см}]$$

2. Если увеличить массу груза, подвешенного к спиральной пружине, на 600 г, то период колебаний груза возрастает в 2 раза. Определите массу первоначально подвешенного груза. [0,2 кг]
3. Логарифмический декремент колебаний Δ маятника равен 0,003. Определить число N полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в два раза. [231]
4. Температура T воздуха у поверхности Земли равна 300 К; при увеличении высоты она понижается на $\Delta T = 7$ мК на каждый метр высоты. За какое время звук, распространяясь, достигнет высоты $h = 8$ км? [24,3 с]

Вариант № 10

1. Материальная точка массой 10 г, подвешенная на пружине жесткостью 9 Н/м, совершает гармонические косинусоидальные колебания с амплитудой 10 см. Найдите кинетическую энергию точки в момент времени, когда смещение точки от положения равновесия равно 8 см.

$$[16,2 \text{ мДж}]$$

2. Математический маятник длиной $l = 10$ см совершает колебания вблизи вертикальной стенки, в которую на расстоянии $l_1 = 6,4$ см вбит гвоздь Γ (рис. 5.9). Найдите период колебаний такого маятника.

$$[T = \pi(\sqrt{l} + \sqrt{l-l_1}) / \sqrt{g} = 0,5 \text{ с}]$$

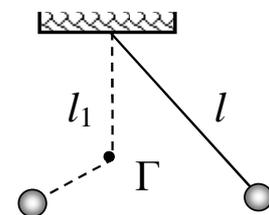


Рис. 5.9

3. Определить логарифмический декремент колебаний Δ колебательной системы, для которой резонанс наблюдается при частоте, меньшей собственной частоты $\nu_0 = 10$ кГц на $\Delta \nu = 2$ Гц. [0,089]
4. Скорость v звука в некотором газе при нормальных условиях равна 308 м/с. Плотность ρ газа равна $1,78 \text{ кг/м}^3$. Определить отношение C_p/C_v для данного газа. [1,67]

Вариант № 11

1. Под действием периодической силы материальная точка массой 10 г совершает гармонические колебания с периодом 0,2 с и амплитудой 4 см. Найдите наибольшее значение силы в процессе колебаний. [0,4 Н]
2. К пружине динамометра на $F = 4$ Н (расстояние x между нулевым и четвертым делениями равно 10 см) был подвешен груз массой $m = 0,1$ кг (рис. 5.10). Если отвести груз до отметки $F_1 = 2$ Н, а затем отпустить, то к какому делению x_1 будет ближе всего находиться указатель динамометра через время t , равное 0,3 с.

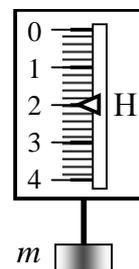


Рис. 5.10

$$[x_1 = \frac{(F_1 - mg)x}{F} \cos\left(\sqrt{\frac{F}{mx}} \cdot t\right) = 0,024 \text{ м; второе деление}]$$

3. Гиря массой $m=500$ г подвешена к спиральной пружине жесткостью $k=20$ Н/м и совершает упругие колебания в некоторой среде. Логарифмический декремент колебаний $\Theta=0,004$. Определить число N полных колебаний, которые должна совершить гиря, чтобы амплитуда колебаний уменьшилась в $n=2$ раза. За какое время t произойдет это уменьшение? [173]
4. Определить длину λ бегущей волны, если в стоячей волне расстояние l между: 1) первой и седьмой пучностями равно 15 см; 2) первым и четвертым узлом равно 15 см. [1) 5 см; 2) 10 см]

Вариант № 12

1. От груза, висящего на пружине, жесткость которой равна 50 Н/м, отрывается масса в 50 г. Найдите амплитуду колебаний оставшейся части груза. [1 см]
2. На двух вращающихся в противоположные стороны валиках лежит горизонтально доска, как показано на рис. 5.11. Расстояние l между осями валиков равно 2 м. Коэффициент трения μ между доской и каждым валиком равен 0,1. В начальный момент доска была положена так, что ее центр масс был смещен на некоторое расстояние x от средней линии OO . Покажите, что доска будет совершать гармонические колебания и найдите циклическую частоту колебаний.

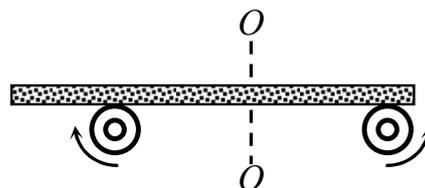


Рис. 5.11

$$[\omega = \sqrt{2\mu g/l} = 1 \text{ с}^{-1}]$$

3. Период T_0 собственных колебаний пружинного маятника равен 0,55 с. В вязкой среде период T того же маятника стал равным 0,56 с. Определить резонансную частоту $\nu_{\text{рез}}$ колебаний. [1,75 с⁻¹]
4. Поезд проходит мимо станции со скоростью $u=40$ м/с. Частота ν_0 тона гудка электровоза равна 300 Гц. Определить кажущуюся частоту ν тона для человека, стоящего на платформе, в двух случаях: 1) поезд приближается; 2) поезд удаляется. [341 Гц]

Вариант № 13

- Во сколько раз увеличится полная механическая энергия математического маятника при уменьшении его длины в 4 раза и увеличении амплитуды колебаний в 3 раза? [36]
- Амплитуда A результирующего колебания, получающегося при сложении двух одинаково направленных гармонических колебаний одинаковой частоты, обладающих разностью фаз $\varphi = 60^\circ$, равна 6 см. Определите амплитуду A_2 второго колебания, если $A_1 = 5$ см.

$$[A_2 = \frac{-A_1 + \sqrt{4A^2 - 3A_1^2}}{2} = 1,65 \text{ см}]$$

- Найдите разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота колебаний $\omega_0 = 50 \text{ с}^{-1}$ и коэффициент трения $\beta = 5,2 \text{ с}^{-1}$. [$\text{tg} \alpha = \sqrt{\frac{\omega_0^2}{\beta^2} - 2}$. $\alpha = 84^\circ$]
- Резонатор и источник звука частотой $\nu_0 = 8$ кГц расположены на одной прямой. Резонатор настроен на длину волны $\lambda = 4,2$ см и установлен неподвижно. Источник звука может перемещаться по направляющим вдоль прямой. С какой скоростью u и в каком направлении должен двигаться источник звука, чтобы возбуждаемые им звуковые волны вызвали колебания резонатора? [120 км/ч; 990 Гц]

Вариант № 14

- Закон движения материальной точки массой $m = 100$ г имеет вид: $x = 0,1 \cdot \sin(2\pi t + \pi/4)$, где x – в метрах, t – в секундах. Определите в момент $t = T/4$:
 - смещение x точки от положения равновесия;
 - скорость v точки;
 - ускорение a точки. [0,07 м; $-0,44$ м/с; $-2,79$ м/с²]
- Найдите период T вертикальных гармонических колебаний тела массой $m = 1$ кг в системе, изображенной на рис. 5.13. Жесткость пружин $k_1 = 300$ Н/м и $k_2 = 500$ Н/м, масса пружин пренебрежимо мала.

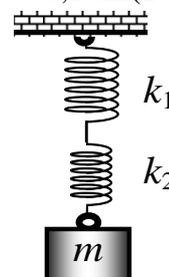


Рис. 5.13

$$[T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}} = 0,46 \text{ с}]$$

- Пружинный маятник (жесткость k пружины равна 10 Н/м, масса m груза равна 100 г) совершает вынужденные колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления $r = 2 \cdot 10^{-2}$ кг/с. Определить коэффициент затухания β и резонансную амплитуду $A_{\text{рез}}$, если амплитудное значение вынуждающей силы $F_0 = 10$ мН. [$0,1 \text{ с}^{-1}$]
- Смещение точки от положения равновесия, находящейся на расстоянии $x = 4$ см от источника колебаний, через промежуток времени $T/3$ равно половине амплитуды. Определите (в сантиметрах) длину волны и частоту колебаний (в кГц). Волну считать поперечной (рис. 6.4) и распространяющейся в стали. [16 см; 31,25 кГц]

Вариант № 15

1. Материальная точка одновременно участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, описываемых уравнениями $x = 2 \cos \pi \frac{t}{2}$ и $y = -\cos \pi t$. Определите уравнение траектории точки. [$\frac{x^2}{2} + y^2 = 1$]
2. Маленький металлический шарик подвешен на нити между горизонтальными пластинами плоского конденсатора. Период его колебаний T в отсутствие зарядов равен 0,628 с. После того, как конденсатор и шарик были заряжены, период колебаний T_1 стал равным 0,314 с. Каков будет период колебания, если изменить знак заряда шарика на противоположный? [$T_2 = TT_1 / \sqrt{T^2 - 2T_1^2} = 0,44$ с]
3. Тело массой $m=5$ г совершает затухающие колебания. В течение времени $t=50$ с тело потеряло 60 % своей энергии. Определить коэффициент сопротивления b . [$9,16 \cdot 10^{-5}$ кг/с]
4. Поезд движется со скоростью $u=120$ км/ч. Он дает свисток длительностью $\tau_0=5$ с. Какова будет кажущаяся продолжительность τ свистка для неподвижного наблюдателя, если: 1) поезд приближается к нему; 2) удаляется? Принять скорость звука равной 348 м/с. [1) 4,5 с ; 2) 5,5 с]

Вариант № 16

1. Материальная точка массой 20 г, подвешенная на пружине жесткостью 12,5 Н/м, совершает гармонические синусоидальные колебания с амплитудой 10 см. Найдите модуль скорости точки в момент времени, когда смещение точки от положения равновесия равно 6 см. [2 м/с]
2. Два одинаковых небольших шарика, имеющих одинаковые заряды $q = 400$ нКл, соединены легкой пружиной и находятся на гладкой горизонтальной поверхности. Шарики колеблются так, что расстояние между ними изменяется от $x_1 = 2$ см до $x_2 = 8$ см. Найдите жесткость пружины, если ее длина x_0 в свободном состоянии равна 4 см. Пружина не заряжена и электроизолирована от шариков.

$$[k = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 x_1 x_2 (x_1 + x_2 - 2x_0)} = 90 \text{ Н/м}]$$

3. Тело совершает вынужденные колебания в среде с коэффициентом сопротивления $r=1$ г/с. Считая затухание малым, определить амплитудное значение вынуждающей силы, если резонансная амплитуда $A_{\text{рез}}=0,5$ см и частота ν_0 собственных колебаний равна 10 Гц. [0,314 мН]
4. Когда поезд проходит мимо неподвижного наблюдателя, высота тона звукового сигнала меняется скачком. Определить относительное изменение частоты $\Delta\nu/\nu$, если скорость u поезда равна 54 км/ч. [0,09]

Вариант № 17

1. Найдите круговую частоту гармонических колебаний частицы, если на расстояниях $x_1 = 1$ см и $x_2 = 2$ см от положения равновесия ее скорость, соответственно, равна: $v_1 = 10$ см/с и $v_2 = 6$ см/с.

$$[\omega = \sqrt{(v_1^2 - v_2^2)/(x_2^2 - x_1^2)} = 4,5 \text{ с}^{-1}]$$

2. Определите амплитуду гармонических колебаний материальной точки, если её полная энергия равна 0,04 Дж, а действующая на нее сила при смещении, равном половине амплитуды, равна 2 Н. [0,02 м]
3. Определить период T затухающих колебаний, если период T_0 собственных колебаний системы равен 1 с и логарифмический декремент колебаний $\Delta = 0,628$. [1,005 с]
4. Из пункта А в пункт В дважды был послан звуковой сигнал с частотой 50 Гц, причем во второй раз при температуре воздуха на 20 К выше, чем в первый. Число длин волн, укладывающихся на расстоянии от А до В, во второй раз оказалось, как и в первый, целым, но на две меньше. Определите расстояние между пунктами А и В, если при повышении температуры на 1 К скорость звука увеличивается на 0,5 м/с. Скорость звука в первом случае равна 330 м/с. [448,8 м]

Вариант № 18

1. На какой угол отклонили математический маятник, состоящий из медного шарика диаметром 2 см, если на шарик в этом положении действует возвращающая сила 0,183 Н? [30°]
2. Тяжелый шарик, подвешенный на нити длиной $l = 1$ м, описывает окружность в горизонтальной плоскости (конический маятник). Найдите период T обращения шарика, если маятник находится в лифте, движущемся с ускорением $a = 5$ м/с², направленным вниз. Нить с вертикальным направлением составляет угол $\alpha = 60^\circ$.

$$[T = 2\pi\sqrt{l \cos \alpha / (g - a)} = 2 \text{ с}]$$

3. Найдите отношение амплитуды смещения при резонансе к статическому смещению при малом β ($\beta \ll \omega_0$). [$\frac{a_{\text{рез}}}{a_{\text{ст}}} = Q$]
4. Смещение от положения равновесия точки среды, в которой распространяются синусоидальные колебания, находящейся на расстоянии 4 см от источника колебаний, через промежуток времени $T/6$, где T – период колебаний, равно половине амплитуды. Найдите длину волны. [0,48 м]

Вариант № 19

1. За некоторое время маятник совершил 120 колебаний. Когда длину маятника увеличили на 70 см, маятник за то же время совершил 60 колебаний. Найдите конечную длину маятника. [0,93 м]
2. Тело массой m , подвешенное на невесомой пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой a и частотой ω . Собственная частота колебаний равна ω_0 . Найдите среднюю за период механическую энергию данного осциллятора. [$\langle E \rangle = \frac{ma^2}{4}(\omega_0^2 + \omega^2)$]
3. Найти число N полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в $n=2$ раза. Логарифмический декремент колебаний $\Delta = 0,01$. [35]
4. Широкая трубка, закрытая снизу и расположенная вертикально, наполнена до краев водой. Над верхним отверстием трубки помещен звучащий камертон, частота ν колебаний которого равна 440 Гц. Через кран, находящийся внизу, воду медленно выпускают. Когда уровень воды в трубке понижается на $\Delta h = 19,5$ см, звук камертона усиливается. Определить скорость v звука в условиях опыта. [343 м/с]

Вариант № 20

1. Шарик массой 1 кг свободно падает с высоты 1 м на вертикально расположенную пружину, сжимающуюся на величину 10 см под действием удара шарика. Определите жесткость пружины. [2200 Н/м]
2. Тело массой 1 кг скользит по идеальному горизонтальному полу и растягивает пружину, с помощью которой он прикреплен к стене (рис. 5.14). Найдите наибольшее ускорение тела, если при нерастянутой пружине его скорость v равна 2 м/с. Жесткость пружины 0,25 Н/м. [$a_{\max} = v\sqrt{k/m} = 1 \text{ м/с}^2$]
3. Найдите добротность осциллятора, у которого а) амплитуда смещения уменьшается в $\eta = 2$ раза через каждые $n = 110$ колебаний; б) собственная частота ω_0 и время релаксации τ . [а) $Q = \frac{\pi n}{\ln \eta} = 500$; б) $Q = \frac{1}{2}\sqrt{\omega_0^2 \tau^2 - 1} = 3000$]
4. Волна распространяется в упругой среде со скоростью $v = 100$ м/с. Наименьшее расстояние Δx между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту ν колебаний. [50 Гц]

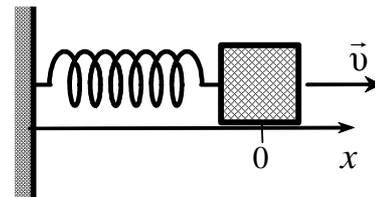


Рис. 5.14

Вариант № 21

1. Уравнение колебаний материальной точки имеет вид: $x = 0,05 \cdot \sin(10\pi t + \pi/4)$, где x – в метрах, t – в секундах. Найдите смещение точки от положения равновесия и амплитуду скорости в момент $t = T/4$ [0,04 м; 1,57 м/с]
2. Горизонтальная плита совершает колебания в вертикальном направлении с амплитудой 0,5 м. Каким может быть наименьший период колебаний, чтобы лежащий на плите предмет не отделялся от нее? [1,4 с]
3. Найдите добротность осциллятора, у которого: а) амплитуда смещения уменьшается в $\eta = 2$ раза через каждые $n = 110$ колебаний; б) собственная частота ω_0 и время релаксации τ .

$$[\text{а) } Q = \frac{\pi n}{\ln \eta} = 500; \text{ б) } Q = \frac{1}{2} \sqrt{\omega_0^2 \tau^2 - 1} = 3000]$$

4. Какова мощность точечного изотропного источника звука, если на расстоянии 25 м от него интенсивность звука равна 20 мВт/м²? [157 Вт]

Вариант № 22

1. На горизонтальной плите лежит груз. Плита движется вниз-вверх, совершая гармонические колебания с частотой 1 с^{-1} . Найдите минимальную амплитуду, при которой груз оторвется от плоскости. [0,25 м]
2. Автомобиль массой 1,5 т при движении по ребристой дороге совершает гармонические колебания в вертикальном направлении с периодом 0,3 с и амплитудой 15 см. Определите максимальную силу давления, действующую на каждую из четырех рессор автомобиля. [29 кН]
3. Осциллятор массой m движется по закону $x = a \sin \omega t$ под действием силы $F_x = F_0 \cos \omega t$. Найти коэффициент затухания осциллятора. $[\beta = \frac{F_0}{2\omega_0 m a}]$
4. Найдите отношение интенсивностей J_1 звуковой и J_2 ультразвуковой волн, распространяющихся в воздухе, если амплитуды колебаний одинаковы, а длины волн соответственно равны 0,29 м и 6 см. [0,04]

Вариант № 23

1. Платформа совершает гармонические колебания в горизонтальном направлении с частотой $0,25 \text{ с}^{-1}$. На платформе лежит груз, коэффициент трения которого о платформу равен $0,1$. Какой может быть максимальная амплитуда колебания, чтобы груз не скользил по ней? [0,4 м]
2. Ареометр массой $m = 0,2 \text{ кг}$ плавает в жидкости. Если его немного погрузить в жидкость, а затем отпустить, то он начнет совершать колебания с периодом $T = 3,4 \text{ с}$. Считая колебания ареометра гармоническими и незатухающими, найдите плотность жидкости, в которой он плавает. Радиус r вертикальной цилиндрической трубки ареометра равен $5,0 \text{ мм}$. [$\rho = 4\pi m / (gT^2 r^2) = 869 \text{ кг/м}^3$]
3. Тело совершает крутильные колебания по закону $\alpha = \alpha_0 e^{-\beta t} \cos \omega t$. Найдите:
а) угловую скорость $\dot{\alpha}$ и угловое ускорение $\ddot{\alpha}$ телав момент времени $t = 0$. [$\dot{\alpha}(0) = -\beta\alpha_0$; $\ddot{\alpha}(0) = \alpha_0(\beta^2 - \omega^2)$]
4. Из пункта А в пункт В дважды был послан звуковой сигнал частотой $\nu = 100 \text{ Гц}$, причем во второй раз при температуре воздуха на $\Delta T = 50 \text{ К}$ выше, чем в первый. Число длин волн, укладывающихся на расстоянии от А до В, во второй раз оказалось, как и в первый, целым, но на две меньше. Определите расстояние между пунктами А и В, если при повышении температуры на 1 К скорость звука увеличивается на $\Delta v = 0,5 \text{ м/с}$. Скорость v звука в первом случае равна 340 м/с . [99 м]

Вариант № 24

1. Подставка совершает гармонические колебания с периодом 5 с . Находящееся на подставке тело начинает по ней скользить, когда амплитуда колебаний достигает величины $0,6 \text{ м}$. Найдите коэффициент трения между телом и подставкой. [0,1]
2. Шарик массой 50 г подвешен на пружине с коэффициентом жесткости 50 Н/м . Шарик поднимают до такого положения, при котором пружина не напряжена, и отпускают без толчка. Пренебрегая трением и массой пружины, найдите амплитуду возникших колебаний. [1 см]
3. Амплитуды смещений вынужденных гармонических колебаний при частотах $\omega_1 = 400 \text{ Гц}$ и $\omega_2 = 600 \text{ Гц}$ равны между собой. Найдите частоту, при которой амплитуда смещения максимальна.

$$[\omega_{\text{рез}} = \sqrt{(\omega_1^2 + \omega_2^2)}/2 = 510 \text{ Гц}]$$

4. Отбойный молоток создает уровень интенсивности звука $L_1 = 110 \text{ Дб}$. Какой уровень интенсивности возникает от десяти таких одинаковых источников звука? [120 Дб]

Вариант № 25

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \sin \omega t$. В некоторый момент времени смещение точки оказалось равным 5 см. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение стало равным 8 см. Найдите амплитуду колебаний. [8,33 см]
2. Тело массой $m=4$ кг, закрепленное на горизонтальной оси, совершало колебания с периодом $T_1=0,8$ с. Когда на эту ось был насажен диск так, что его ось совпала с осью колебаний тела, период T_2 колебаний стал равным 1,2 с. Радиус R диска равен 20 см, масса его равна массе тела. Найти момент инерции J тела относительно оси колебаний. [$6,4 \cdot 10^{-2}$ кг·м²]
3. К невесомой пружине подвесили грузик и она растянулась на $\Delta x = 9,8$ см. С каким периодом будет колебаться грузик, если ему дать небольшой толчок в вертикальном направлении? Логарифмический декремент затухания $\Delta = 3,1$. [$T = \sqrt{\frac{\Delta x}{g} (4\pi^2 + \Delta^2)}$]
4. Определить скорость v распространения волны в упругой среде, если разность фаз $\Delta\phi$ колебаний двух точек среды, отстоящих друг от друга на $\Delta x = 10$ см, равна $\pi/3$. Частота ν колебаний равна 25 Гц. [15 м/с]