

## Задачи для самостоятельного решения

**742.** Тело массой  $m = 2,0$  кг совершает гармонические колебания по закону  $x = 50 \cos \frac{\pi}{3} t$ , где все величины выражены в единицах СИ. Определить максимальные значения смещения, скорости, ускорения и силы. Найти полную энергию тела.

**743.** Материальная точка совершает гармонические колебания согласно уравнению

$$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{3} t + \frac{\pi}{4}\right),$$

в котором все величины заданы в единицах СИ. Найти период колебаний, амплитуду и начальную фазу.

**744.** Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине подвесить вместо медного алюминиевый шарик такого же объема? Плотность меди  $\rho_1 = 8,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, алюминия  $\rho_2 = 2,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**745.** Тело, прикрепленное к пружине, вывели из состояния равновесия и отпустили, в результате чего оно стало совершать гармонические колебания вдоль горизонтального стержня. Определить отношение кинетической энергии системы к ее потенциальной энергии по истечении времени  $t$  после начала колебаний, если их период равен  $T$ . Массой пружины пренебречь.

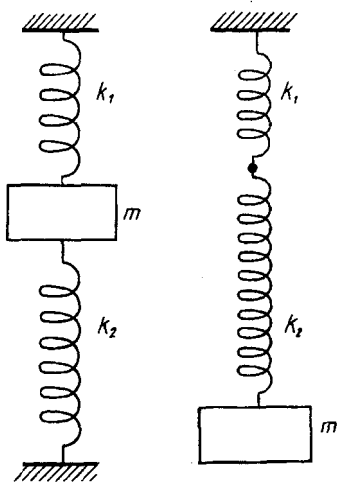
**746.** Пружина под действием подвешенного к ней груза растянулась на  $x = 6,5$  см. Если после этого груз оттянуть вниз, а затем отпустить, то он начнет колебаться вдоль вертикальной оси. Определить период этих колебаний.

**747.** Шарик, подвешенный на пружине, сместили на расстояние  $a = 0,01$  м вниз от положения равновесия и отпустили. Какой путь пройдет шарик за  $t = 2$  с, если частота колебаний этой системы  $\nu = 5$  Гц? Затуханием пренебречь.

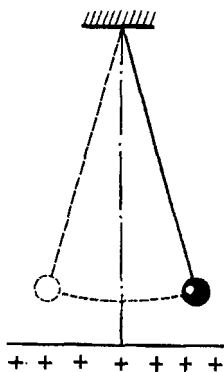
**748.** Груз массой  $m = 400$  г, подвешенный на пружине жесткостью  $k = 250$  Н/м, совершает колебания с амплитудой  $x_m = 15$  см. Найти наибольшую скорость груза.

**749.** От груза, висящего на пружине жесткостью  $k$ , отделяется его часть массой  $m$ . На какую максимальную высоту поднимется оставшаяся часть груза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

**750.** Найти циклические частоты колебаний маятников, изображенных на рис. 244. Известно, что жесткости пружин равны  $k_1$  и  $k_2$ , масса груза  $m$ . Массами пружин пренебречь.



Р и с. 244



Р и с. 245

**751.** Два математических маятника одновременно начинают колебаться. За один и тот же промежуток времени первый совершает  $N_1 = 20$ , а второй —  $N_2 = 10$  колебаний. Определить отношение длин этих маятников.

**752.** Положительно заряженный шарик массой  $m = 30$  г совершал гармонические колебания над положительно заряженной бесконечной горизонтальной плоскостью (рис. 245). При этом сила электрического взаимодействия шарика и плоскости  $F = 0,10$  Н, а период его колебаний  $T = 2,0$  с. Затем шарик перезарядили так, что его заряд стал отрицательным, но по модулю равным первоначальному. Определить период гармонических колебаний шарика в новом состоянии.

**753.** Определить длину математического маятника, если известно, что при уменьшении длины нити на  $\Delta l = 5$  см частота колебаний маятника увеличивается в  $n = 1,5$  раза.

**754.** Часы с маятником длиной  $l = 1$  м за сутки ( $t = 24$  ч) отстают на  $\Delta t = 1$  ч. На сколько нужно изменить длину маятника, чтобы часы показывали точное время?

**755.** Два математических маятника с периодами колебаний  $T_1 = 6$  с и  $T_2 = 5$  с соответственно одновременно начинают колебания в одинаковых фазах. Через какое наименьшее время фазы их колебаний снова будут одинаковыми?

**756.** Шарик плотностью  $\rho_1$  подвешен на невесомой и нерастяжимой нити длиной  $l$  в жидкой среде, плотность которой равна  $\rho_2$ . Определить период колебаний шарика. Трением пренебречь.

**757.** Шарик, имеющий массу  $m = 10$  г и заряд  $q = 2 \cdot 10^{-4}$  Кл, подвешен на невесомой и нерастяжимой нити длиной  $l = 25$  см в электрическом поле плоского горизонтального конденсатора. Разность потенциалов между пластинами конденсатора  $U = 120$  В, расстояние между ними  $d = 30$  см. Чему равен период колебаний шарика на нити?

**758.** Математический маятник состоит из шарика массой  $m = 50$  г, подвешенного на нити длиной  $l = 1$  м. Определить наименьшую силу натяжения нити, если шарик проходит через положение равновесия со скоростью  $v = 1,4$  м/с.

**759.** При какой скорости поезда математический маятник длиной  $l = 11$  см, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если длина рельсов  $L = 12,5$  м?

**760.** Математический маятник колеблется по закону

$$x = x_m \cos(2\pi t + \varphi_0).$$

Какова длина маятника? Величины в уравнении выражены в единицах СИ.

**761.** В кабине лифта находится математический маятник. Когда лифт неподвижен, период колебаний маятника  $T_0 = 1$  с. Определить модуль и направление ускорения лифта, если период колебаний в движущемся лифте  $T = 0,9$  с.

**762.** Период колебаний математического маятника на уровне моря  $T_0 = 2$  с. На сколько изменится период колебаний этого маятника, если его поднять на высоту  $h = 10$  км над уровнем моря? Радиус Земли  $R = 6370$  км.

**763.** Ракета поднимается вертикально вверх с ускорением  $a = 3g$ . Сколько полных колебаний совершит помещенный в ракету маятник длиной  $l = 1,0$  м за время, в течение которого ракета поднимается на высоту  $h = 1480$  м? Зависимостью ускорения свободного падения от высоты пренебречь.

**764.** Кабина лифта, к потолку которой подвешен математический маятник длиной  $l = 1$  м, движется с ускорением  $a = 2,4$  м/с<sup>2</sup>, направленным вниз. Определить период колебаний маятника. В каком направлении движется лифт — вверх или вниз?

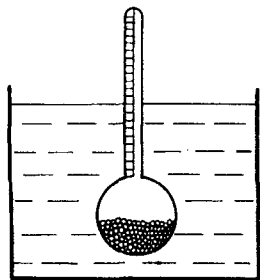
**765.** Масса колеблющейся частицы  $m = 0,01$  г, частота колебаний  $\nu = 500$  Гц, амплитуда  $x_m = 2$  мм. Определить: кинетическую энергию частицы при прохождении положения равновесия; потенциальную энергию при смещении, равном амплитуде; полную энергию частицы.

**766.** Математический маятник, состоящий из стального шарика, диаметр которого  $d = 4$  см, и нити длиной  $l = 2,43$  м, совершает гармонические колебания с амплитудой  $x_m = 10$  см. Определить скорость шарика при прохождении положения равновесия и наибольшее значение возвращающей силы. Плотность стали  $\rho = 7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**767.** За время  $t = 120$  с математический маятник совершил  $N_1 = 120$  колебаний. Когда длину маятника увеличили на  $\Delta l = 74,7$  см, он за то же время совершил  $N_2 = 60$  колебаний. Найти начальную длину маятника, его конечную длину и ускорение свободного падения в месте проведения опыта.

**768.** Математический маятник длиной  $l = 50,0$  см колеблется в кабине самолета. Каков период его колебаний, если самолет: а) движется равномерно; б) летит горизонтально с ускорением  $a = 2,50$  м/с<sup>2</sup>; в) планирует вниз под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту?

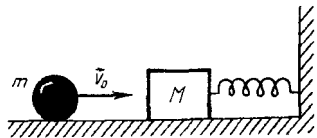
**769.** Математический маятник длиной  $l = 1$  м установлен в лифте, который поднимается с ускорением  $a = 2,5$  м/с<sup>2</sup>, направленным вверх. Определить период колебаний маятника.



Р и с. 246

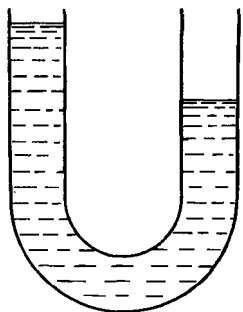
**770.** Ареометр массой  $m$  состоит из закрытого стеклянного сосуда с грузом и цилиндрической трубки, площадь поперечного сечения которой равна  $S$ . Он помещен в жидкость плотностью  $\rho$  (рис. 246). Ареометр погружают в жидкость несколько глубже, чем это нужно для его равновесия, и затем отпускают. Найти период свободных колебаний ареометра. Трением пренебречь.

**771.** На гладком горизонтальном столе покоится брусок массой  $M = 20$  г, прикрепленный пружиной жесткостью  $k = 50$  Н/м к стене (рис. 247). В брусок ударяется шарик массой  $m = 10$  г, движущийся по столу со скоростью  $v_0 = 30$  м/с, направленной вдоль пружины. Считая соударение шарика и бруска абсолютно упругим, найти амплитуду колебаний бруска после удара. Время удара пренебрежимо мало по сравнению с периодом колебаний бруска.



Р и с. 247

**772.** В U-образную трубку, площадь поперечного сечения которой  $S = 10$  см<sup>2</sup>, налита вода массой  $m = 200$  г. Если воду вывести из положения равновесия (рис. 248), то она будет колебаться. Найти частоту колебаний. Плотность воды  $\rho = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



Р и с. 248

**773.** Однородный сплошной деревянный цилиндр плавает в воде в вертикальном положении. Если цилиндр притопить и отпустить, то он будет совершать колебания, период которых  $T = 1$  с. Определить высоту цилиндра. Плотность воды  $\rho_1 = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность дерева  $\rho_2 = 0,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Силу трения не учитывать.

**774.** Скорость волны вдоль резинового шнура  $v = 3$  м/с при частоте  $\nu = 2$  Гц. Какова разность фаз между точками, отстоящими друг от друга на  $l = 75$  см?

**775.** Длина волны  $\lambda = 60$  см. На каком расстоянии друг от друга находятся точки волны с противоположными фазами колебаний? На каком расстоянии находятся точки с разностью фаз  $\Delta\phi = \pi/4$ ?

**776.** В некоторой среде распространяется волна. За время, в течение которого частица среды совершает  $N = 140$  колебаний, волна распространяется на расстояние  $l = 112$  м. Найти длину волны.

**777.** Звуковая волна распространилась из воздуха в воду. Длина этой волны в воздухе  $\lambda_1 = 1$  м. Какова длина звуковой волны в воде? Скорость звука в воздухе  $v_1 = 0,34 \cdot 10^3$  м/с, в воде —  $v_2 = 1,36 \cdot 10^3$  м/с.

**778.** Имеются два когерентных источника звука. В точке, отстоящей от первого источника на  $l_1 = 2,3$  м, а от второго на  $l_2 = 2,48$  м, звук не слышен. Минимальная частота колебаний, при которой это возможно,  $\nu = 1$  кГц. Найти скорость звука.

**779.** Дорожный мастер, приложив ухо к рельсу, услышал звук начавшегося движения поезда, а через  $t = 2$  с до него донесся гудок локомотива при отправлении. На каком расстоянии от станции отправления находился мастер? Скорости звуковых волн в воздухе и в стали принять равными  $v_1 = 330$  м/с и  $v_2 = 5000$  м/с соответственно.

**780.** Из пункта  $A$  в пункт  $B$  дважды был послан звуковой сигнал, частота которого  $\nu = 50$  Гц, причем в первый раз скорость звука была  $v_1 = 330$  м/с. Во второй раз температура воздуха была выше, поэтому скорость звука повысилась и стала равной  $v_2 = 340$  м/с. Число волн, укладываемых на расстоянии от  $A$  до  $B$ , во второй раз оказалось, как и в первый, целым, но на две волны меньше. Определить расстояние между пунктами.

## 12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### Методические указания к решению задач

Ряд задач на электромагнитные колебания решается с применением формулы Томсона, а также формулы емкости плоского конденсатора и формулы связи между длиной волны, скоростью распространения колебаний и периодом. При этом необходимо учитывать, что формула Томсона справедлива только в том случае, если активным сопротивлением колебательного контура можно пренебречь. В процессах, происходящих в колебательном контуре, выполняется закон сохранения и превращения энергии.

При решении задач на переменный ток необходимо помнить, что сила тока, напряжение и ЭДС в цепях переменного тока совершают гармонические колебания с различными фазами. Поэтому при последовательном соединении сила тока на всех участках цепи в один и тот же момент времени одинакова, а напряжение во всей цепи, в отличие