

15 Механические волны

15.1 Уравнение плоской волны

- 15.1.1** Определить расстояние между точками, совершающими колебания в противофазе и лежащие на одном луче, если скорость волны 500 м/с, а частота колебаний 100 Гц.
- 15.1.2** Период колебаний точек среды в волне 0,01 с, а скорость распространения 340 м/с. Определить разность фаз колебаний двух точек, лежащих на одном луче, если расстояние между ними равно 3,4 м; 1,7 м; 0,85 м.
- 15.1.3** Определить фазу колебаний точки среды в волне, распространяющейся со скоростью 3,6 км/с и имеющей период колебаний 0,001 с, в тот момент времени, когда фаза колебаний источника равна нулю. Точка находится от источника на расстоянии 12 м.
- 15.1.4** Точки, лежащие на одном луче и удаленные от источника на расстояние 12 м и 14,7 м, колеблются с разностью фаз $3\pi/2$ рад. Определить скорость волны, если период колебаний частиц в волне равен 0,1 с.
- 15.1.5** Найти разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих на расстоянии 2 м друг от друга, если длина волны равна 1 м.
- 15.1.6** Найти смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии $l = \lambda/12$, для момента $t = T/6$. Амплитуда колебаний $x_m = 0,05$ м. В начальный момент времени точка находилась в положении равновесия.
- 15.1.7** Смещение от положения равновесия точки, находящейся на расстоянии 4 см от источника колебаний, в момент $t = T/6$ равно половине амплитуды. Найти длину бегущей волны.
- 15.1.8** Уравнение незатухающих колебаний источника волны дано в виде $x(t) = 0,01 \sin 600\pi t$. Найти смещение, скорость и ускорение точки находящейся на расстоянии 75 см от источника волны, через 0,01 с после начала колебаний источника, если скорость распространения волны равна 300 м/с.
- 15.1.9** По графику колебаний источника (см. Рис 1) начертите график идущей от него волны в момент времени равный периоду после начала колебаний. Скорость распространения волны равна 20 м/с.

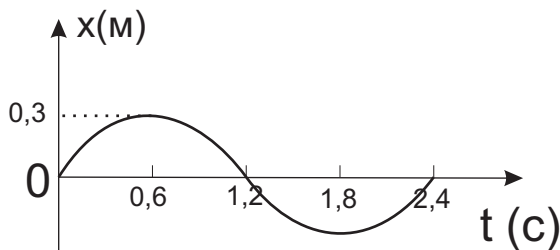


Рис. 1:

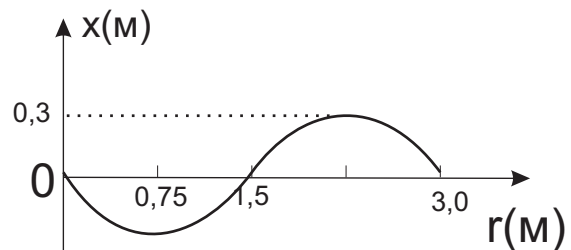


Рис. 2:

15.1.10 По графику волны (см. Рис 2) постройте график колебаний источника волны и точки находящейся на расстоянии $\lambda/4$ от источника, если скорость распространения волны 1 м/с.

15.1.11 На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между горбами волн 0,5 м, и за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

15.2 Интерференция

15.2.1⁰ Разность хода двух когерентных волн с одинаковыми амплитудами колебаний равна 15 см, а длина волны 10 см. Каков результат интерференции этих волн?

15.2.2 Два когерентных источника с периодом колебаний 0,1 с и нулевой разностью фаз посылают поперечные волны. Скорость распространения волны 1000 м/с. В каких точках будет наблюдаться усиление колебаний? Ослабление колебаний?

15.2.3 Имеются два когерентных источника звука. В точке, отстоящей от первого источника на 2,3 м, а от второго - на 2,48 м, звук не слышен. Минимальная частота, при которой это возможно, равна 1 кГц. Найти скорость распространения звука.

15.2.4 Два когерентных источника звука частотой 1 кГц излучают волны, распространяющиеся со скоростью 340 м/с. В некоторой точке, расположенной на расстоянии 2,6 м от одного источника, звук не слышен. Чему равно минимальное расстояние от этой точки до второго источника, если известно, что оно не больше 2,6 м

15.3 Стоячие волны. Дифракция. Отражение и преломление волн.

15.3.1 Определить длину стоячей и бегущей волны, если расстояние между первым и третьим узлами равно 0,2 м.

15.3.2 Чему равна разность фаз в точках стоячей волны, колеблющихся между двумя соседними узлами? В каких фазах колеблются точки стоячей волны по обе стороны одно и того же узла (не далее $\lambda/2$ от него)?

15.3.3 Определить длину стоячей волны, если расстояние между соседними точками, колеблющимися с одинаковыми по величине амплитудами равны 5,0 и 15 см. Точки расположены на одном луче.

15.3.4 Найти положение узлов и пучностей и начертить график стоячей волны для двух случаев: а) отражение происходит от более плотной среды; б) отражение происходит от менее плотной среды. Длина бегущей волны 12 см.

15.4 Звуковые волны

15.4.1 Частотный диапазон рояля от 90 Гц до 9000 Гц. Найти диапазон длин волн звука рояля в воздухе, если скорость звука равна 340 м/с.

- 15.4.2** Звук выстрела и пуля одновременно достигают высоты 680 м. Какова начальная скорость пули? Выстрел произведен вертикально вверх. Сопротивление воздуха не учитывать. Скорость звука принять равной 340 м/с.
- 15.4.3** Из пункта А в пункт Б был послан звуковой сигнал частоты 50 Гц, распространяющийся со скоростью 330 м/с. При этом на расстоянии от А до Б укладывалось целое число волн. Этот опыт повторили, когда температура была на 20 К ниже, чем в первом случае. Число волн, укладывающихся между А и Б, уменьшилось на две. Найти расстояние между пунктами А и Б, если известно, что при понижении температуры на 1 К скорость звука увеличивается на 0,5 м/с.
- 15.4.4** Какая из величин и во сколько раз изменится, при переходе звука из воздуха в воду: частота или длина волны? Скорость звука в воде 1480 м/с, в воздухе 340 м/с.
- 15.4.5** 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?
- 15.4.6⁰** Известно, что если источник звука и человек находятся примерно на одной высоте, то в направлении ветра звук слышен лучше, чем в противоположенном. Как объяснить это явление?
- 15.4.7** Труба, длина которой 1 м, заполнена воздухом при нормальном атмосферном давлении. Первый раз труба открыта с одного конца, второй раз - с обоих концов и в третий раз закрыта с обоих концов. При каких наименьших частотах в трубе будут возникать стоячие волны? Скорость звука принять равной 340 м/с.
- 15.4.8** Звуковое ощущение сохраняется у человека примерно 0,1 с. На каком расстоянии должен находиться человек от преграды, чтобы слышать отдельно основной и отраженный от преграды звуки? Скорость звука принять равной 340 м/с.

15.5 Эффект Доплера.

- 15.5.1** При приближении источника звука, излучающего звуковые волны с частотой $\nu_1 = 360$ Гц, к неподвижному приемнику, последний регистрирует звуковые колебания с частотой $\nu_2 = 400$ Гц. Считая скорость звука равной 340 м/с, определить: а) скорость движения источника звука; б) частоту звуковых колебаний, возбуждаемых в неподвижном приемнике при удалении источника с той же скоростью; в) частоту принимаемых колебаний, если источник неподвижен, а приемник приближается к нему со скоростью, равной скорости источника в первом случае.
- 15.5.2** Источник, излучающий звук частотой 600 Гц движется мимо неподвижного наблюдателя со скоростью 40 м/с. Насколько отличаются частоты звука, воспринимаемые наблюдателем при приближении и удалении источника? Скорость звука считать равной 340 м/с.
- 15.5.3** Расстояние между гребнями волн в море 5 м. При встречном движении катера волны за 1 с ударяют 4 раза о корпус, а при попутном - 2 раза. Найти скорость катера и скорость волны.
- 15.5.4** Движущийся по реке теплоход дает свисток, частота которого 400 Гц. Стоящий на берегу наблюдатель воспринимает звук как колебания с частотой 395 Гц. С какой скоростью движется теплоход? Приближается или удаляется он от наблюдателя?
- 15.5.5** Источник звука, движущийся со скоростью 17 м/с, дает сигнал в течении 2 с. Какова продолжительность сигнала для неподвижного наблюдателя, если источник приближается к наблюдателю? удаляется от наблюдателя? Сколько времени слышит сигнал наблюдатель, движущийся вместе с источником? Скорость звука принять равной 340 м/с.