

## 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  $500 \text{ м/с}$ , а частота колебаний  $100 \text{ Гц}$ .
- 15.1.2** Период колебаний точек среды в волне  $0,01 \text{ с}$ , а скорость распространения  $340 \text{ м/с}$ . Определить разность фаз колебаний двух точек, лежащих на одном луче, если расстояние между ними равно  $3,4 \text{ м}$ ;  $1,7 \text{ м}$ ;  $0,85 \text{ м}$ .
- 15.1.3** Определить фазу колебаний точки среды в волне, распространяющейся со скоростью  $3,6 \text{ км/с}$  и имеющей период колебаний  $0,001 \text{ с}$ , в тот момент времени, когда фаза колебаний источника равна нулю. Точка находится от источника на расстоянии  $12 \text{ м}$ .
- 15.1.4** Точки, лежащие на одном луче и удаленные от источника на расстояние  $12 \text{ м}$  и  $14,7 \text{ м}$ , колеблются с разностью фаз  $3\pi/2 \text{ рад}$ . Определить скорость волны, если период колебаний частиц в волне равен  $0,1 \text{ с}$ .
- 15.1.5** Найти разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих на расстоянии  $2 \text{ м}$  друг от друга, если длина волны равна  $1 \text{ м}$ .
- 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  $x_m = 0,05 \text{ м}$ . В начальный момент времени точка находилась в положении равновесия.
- 15.1.7** Смещение от положения равновесия точки, находящейся на расстоянии  $4 \text{ см}$  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  $75 \text{ см}$  от источника волны, через  $0,01 \text{ с}$  после начала колебаний источника, если скорость распространения волны равна  $300 \text{ м/с}$ .
- 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  $20 \text{ м/с}$ .

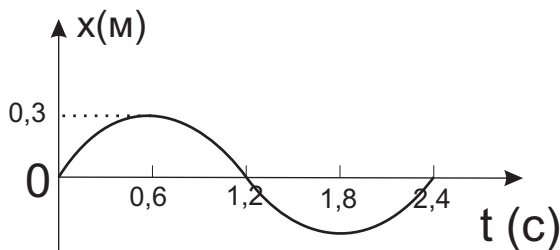


Рис. 1:

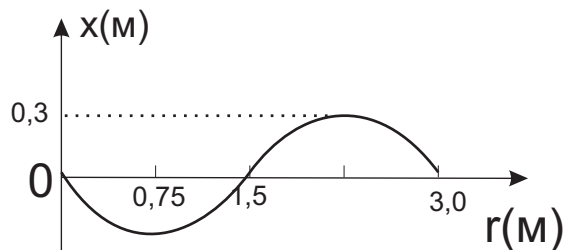


Рис. 2:

**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

**15.2.1<sup>0</sup>** 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, укладываемых 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?
- 15.4.6<sup>0</sup>** 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.