Волны на поверхности воды или на резиновом шнуре можно непосредственно увидеть. В прозрачной среде — воздухе или жидкости — волны невидимы. Но при определённых условиях их можно слышать.

Возбуждение звуковых волн. Если длинную стальную линейку зажать в тисках или плотно прижать к краю стола, то, отклонив конец линейки от положения равновесия, мы возбудим её колебания (рис. 5.14, а). Но эти колебания не будут восприниматься нашим ухом. Если, однако, укоротить выступающий конец линейки (рис. 5.14, б), то мы обнаружим, что линейка начнёт звучать. Дело здесь вот в чём.

Пластина в ходе колебаний вдоль нормали к ней сжимает прилегающий к одной из её сторон слой воздуха и одновременно создаёт разрежение с другой стороны. Эти сжатия н разрежения чередуются во времени и распространяются в обе стороны в виде упругих продольных волн. Одна из них достигает нашего уха и вызывает вблизи него периодические колебания давления, которые воздействуют на слуховой аппарат.

Колебания, воспринимаемые ухом человека в виде звука, называются акустическими. Частота звуковых колебаний лежит в пределах от 17 до 20 ООО Гц.

Акустика — это учение о звуке.

Чем короче выступающий конец линейки, тем больше частота его колебаний. Поэтому мы и начинаем слышать звук, когда выступающий конец стальной линейки становится достаточно коротким.

Любое тело (твёрдое, жидкое или газообразное), колеблющееся со звуковой частотой, создаёт в окружающей среде звуковую волну.

Звуковые волны в различных средах. Чаще всего звуковые волны достигают наших ушей по воздуху. Довольно редко мы оказываемся погружёнными целиком, вместе с ушами, в воду. Но, конечно, воздух не имеет каких-либо особых преимуществ по сравнению с другими средами относительно распространения в нем звуковых волн. Звук распространяется в воде и твёрдых телах. Нырнув с головой во время купания, вы можете услышать звук, например, от удара двух камней, производимого в воде на большом расстоянии (рис. 5.15).

В вакууме звуковые волны распространяться не могут. Для доказательства этого можно, например, электрический звонок поместить под колокол воздушного насоса (рис. 5.16). По мере того как давление воздуха под колоколом уменьшается, звук будет ослабевать до тех пор, пока не прекратится совсем.

Хорошо проводит звук земля. Русский историк Н. М. Карамзин сообщает, что Дмитрий Донской перед Куликовской битвой, приложив ухо к земле, услышал топот копыт конницы противника, когда она ещё не была видна.

Плохо проводят звук такие материалы, как войлок, пористые панели, прессованная пробка и т. д. Эти материалы используют для звукоизоляции.

Плоская звуковая волна также описывается уравнением (5.5). Амплитуда связана с такой известной характеристикой, как громкость звука, а частота определяет высоту тона. Чем меньше частота, тем звук ниже, и наоборот: чем больше частота, тем звук выше. Обычно в звуке присутствует одновременно несколько частот, что определяет окраску звука. Если в звуке присутствуют случайно возникающие волны разных частот и амплитуд, то такой звук является шумом.

Скорость звука. Звуковые волны, подобно всем другим волнам, распространяются с конечной скоростью. Обнаружить это можно так. Свет распространяется с огромной скоростью — 300 ООО км/с. Поэтому вспышка от выстрела почти мгновенно достигает глаз. Звук же выстрела приходит с заметным запаздыванием. Все, вероятно, замечали, что вспышка молнии предшествует раскату грома. Если гроза далеко, то время запаздывания грома достигает нескольких десятков секунд. Наконец из-за конечной скорости звука появляется эхо. Эхо — это звуковая волна, отражённая от опушки леса, крутого берега, здания и т. д.

Скорость звука в воздухе при 0 °С равна 331 м/с и не зависит от его плотности. Она примерно равна средней скорости теплового движения молекул и, подобно ей, пропорциональна корню квадратному из абсолютной температуры.

Чем больше масса молекул газа, тем меньше скорость звука в нём. Так, при 0 °С скорость звука в водороде 1270 м/с, а в углекислом газе 258 м/с.

В жидкости скорость звука больше, чем в газе.

При температуре 8 °С скорость звука в воде равна 1435 м/с.

Впервые скорость звука в воде была измерена в 1827 г. на Женевском озере в Швейцарии. На одной лодке поджигали порох и одновременно ударяли в подводный колокол. На другой лодке, которая находилась на расстоянии 14 км от первой, отмечали время наблюдения вспышки света и время улавливания звука <рис. 5.17). Звук колокола улавливался с помощью рупора, опущенного в воду. По разности времени между вспышкой света и приходом звукового сигнала определили скорость звука.

В твёрдых телах скорость звука ещё больше, чем в жидкостях. Например, в стали скорость звука при 15 °С равна 4980 м/с. То, что скорость звука з твёрдом теле больше, чем в воздухе, можно обнаружить так. Если ваш товарищ ударит по одному концу рельса, а вы приложите ухо к другому концу, то будут слышны два удара. Сначала звук достигает уха по рельсам, а затем по воздуху.

По известной частоте колебаний и скорости звука в воздухе можно вычислить длину звуковой волны (см.§ 29). Самые длинные волны, воспринимаемые ухом человека, имеют длину волны X ~ 19 м, а самые короткие — длину волны А. = 17 мм.

Значение звука. Конечно, наибольшее количество информации мы получаем с помощью света. Испущенный источниками (солнцем, лампой и т. д.) свет отражается от окружающих предметов и, попадая в глаз, позволяет нам судить об их положении и движении. Многие предметы светятся сами.

Отражённые от предметов звуковые волны или волны, испускаемые звучащими предметами, также дают нам сведения об окружающем мире. Но главное — это речь. Мы создаём и воспринимаем звуковые волны и тем самым общаемся друг с другом.

Прослушивая с помощью специальных устройств, например медицинского фонендоскопа, звуки в организме, можно получать важные сведения о работе сердца и других внутренних органов.