

Проект по физике

По теме: «Явление отражения звука»

*Подготовили: ученицы 9
класса «А»*

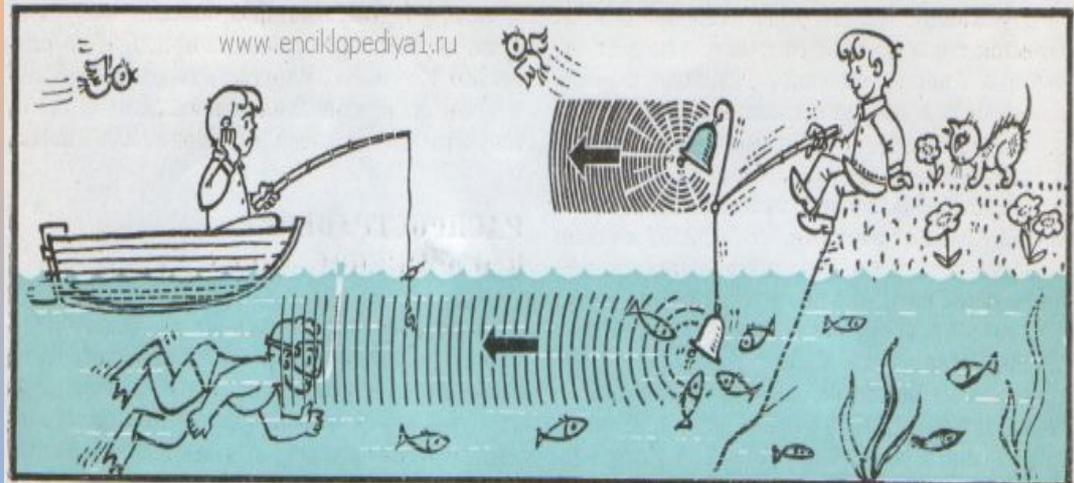
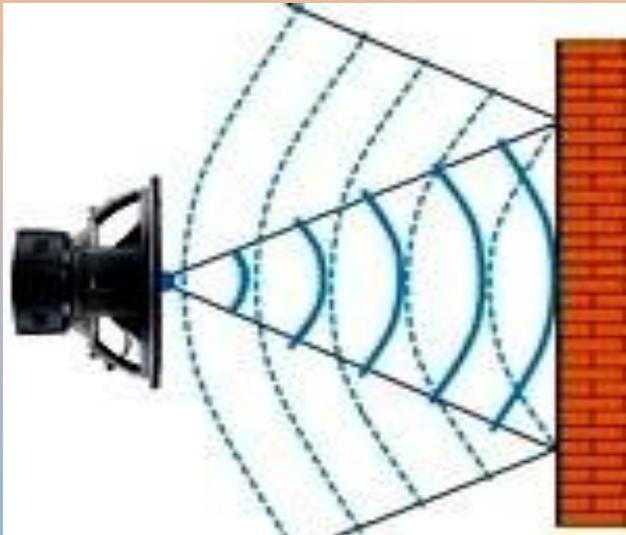
*Хохлова Дарья, Коршунова
Алина, Данилова Варвара,
Кривова Ксения, Сигачёва
Анастасия.*

*Учитель: Коляскина Татьяна
Викторовна.*

Распространение и отражение звука

Если звуковая волна не встречает препятствий на своём пути, она распространяется равномерно по всем направлениям. Но и не всякое препятствие становится преградой для неё.

Встретив препятствие на своём пути, звук может огибать его, отражаться, преломляться или поглощаться.

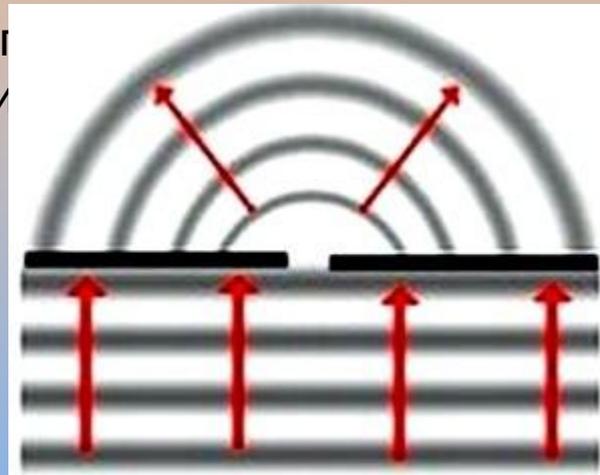


Дифракция звука

Мы можем разговаривать с человеком, стоящим за углом здания, за деревом или за забором, хотя и не видим его. Мы слышим его, потому что звук способен огибать эти предметы и проникать в область, находящуюся за ними.

Способность волны огибать препятствие называется **дифракцией**. Дифракция возможна, когда длина звуковой волны превышает размер препятствия. Звуковые волны низкой частоты имеют довольно большую длину. Например, при частоте 100 Гц она равна 3,37 м. С уменьшением частоты длина становится ещё больше. Поэтому звуковая волна с лёгкостью огибает объекты, соизмеримые с ней. Деревья в парке совершенно не мешают нам слышать звук, потому что диаметры их стволов значительно меньше длины звуковой волны.

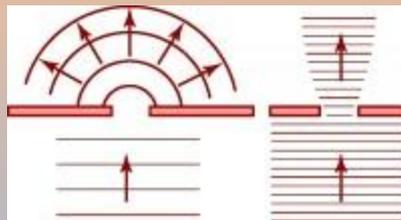
Благодаря дифракции, звуковые волны проникают в область за препятствиями и распространяются за ними.



Расположим на пути звуковой волны экран с отверстием

В случае, когда длина звуковой волны λ намного превышает диаметр отверстия D , или эти величины примерно равны, то позади отверстия звук достигнет всех точек области, которая находится за экраном (область звуковой тени). Фронт выходящей волны будет выглядеть как полусфера.

Если же λ лишь немного меньше диаметра щели, то основная часть волны распространяется прямо, а небольшая часть незначительно расходится в стороны. А в случае, когда λ намного меньше D , вся волна пойдёт в прямом направлении.

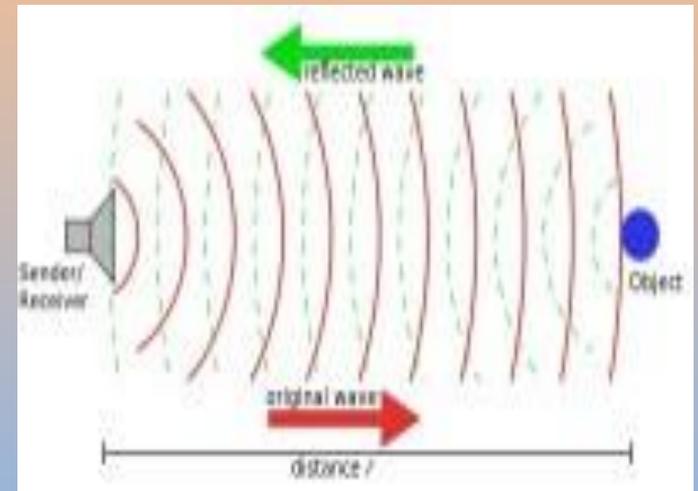


Отражение звука

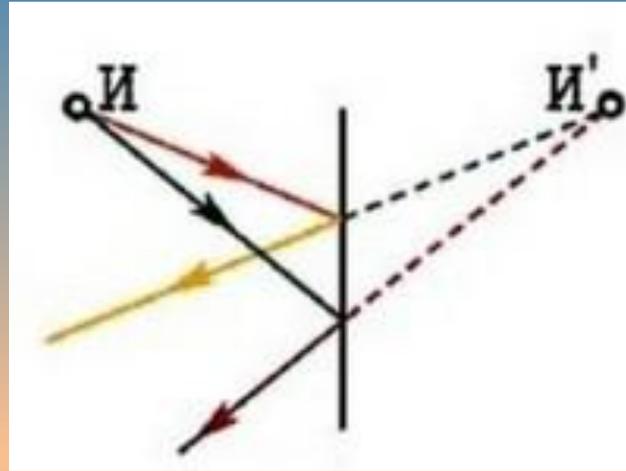
В случае попадания звуковой волны на границу раздела двух сред, возможны разные варианты её дальнейшего распространения. Звук может отразиться от поверхности раздела, может перейти в другую среду без изменения направления, а может преломиться, то есть перейти, изменив своё направление.

Предположим, на пути звуковой волны появилось препятствие, размер которого намного больше длины волны, например, отвесная скала. Как поведёт себя звук? Так как обогнуть это препятствие он не может, то он отразится от него. За препятствием находится **зона акустической тени**. Отражённый от препятствия звук называется **эхом**.

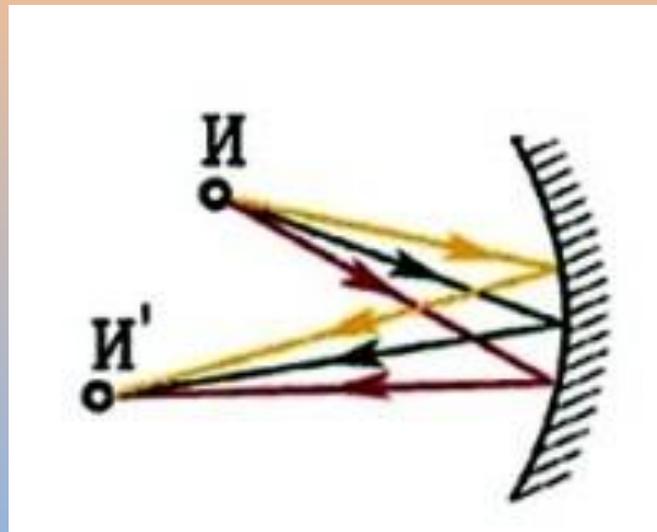
Отражением называют изменение направления звуковой волны на границе раздела двух разных сред. При отражении волна возвращается в среду, из которой она пришла



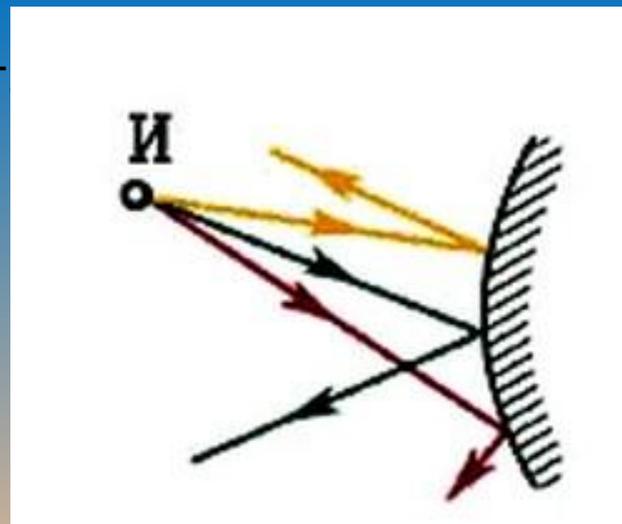
1. Если поверхность плоская, звук отражается от неё подобно тому, как отражается луч света в зеркале.



2. Отражённые от вогнутой поверхности звуковые лучи фокусируются в одной точке.



3. Выпуклая поверхность звук рассеивает



Эффект рассеивания дают выпуклые колонны, крупные лепные украшения, люстры и т.д.

Звук не переходит из одной среды в другую, а отражается от неё, если плотности сред значительно отличаются. Так, звук, появившийся в воде, не переходит в воздух. Отражаясь от границы раздела, он остаётся в воде. Человек, стоящий на берегу реки, не услышит этот звук. Это объясняется большой разницей волновых сопротивлений воды и воздуха. В акустике волновое сопротивление равно произведению плотности среды на скорость звука в ней. Так как волновое сопротивление газов значительно меньше волновых сопротивлений жидкостей и твёрдых тел, то попадая на границу воздуха и воды, звуковая волна отражается. Рыбы в воде не слышат звук, появляющийся над поверхностью воды, но хорошо различают звук, источником которого является тело, вибрирующее в воде.

Преломление звука

Изменение направления распространения звука называется **преломлением**. Это явление возникает, когда звук переходит из одной среды в другую, и скорости его распространения в этих средах различны. Отношение синуса угла падения к синусу угла отражения равно отношению скоростей распространения звука в средах.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

где i – угол падения,
 r – угол отражения,
 v_1 – скорость распространения звука в первой среде,
 v_2 – скорость распространения звука в второй среде,
 n – показатель преломления.



Преломление звука называют **рефракцией**.

Если звуковая волна падает не перпендикулярно поверхности, а под углом, отличным от 90° , то преломлённая волна отклонится от направления падающей волны.

Рефракция звука может наблюдаться не только на границе раздела сред. Звуковые волны могут менять своё направление в неоднородной среде – атмосфере, океане.

В атмосфере причиной рефракции служат изменения температуры воздуха, скорость и направление перемещения воздушных масс. А в океане она появляется из-за неоднородности свойств воды – разного гидростатического давления на разных глубинах, разной температуры и разной солёности.

Поглощение звука

При встрече звуковой волны с поверхностью, часть её энергии поглощается. А какое количество энергии может поглотить среда, можно определить, зная коэффициент поглощения звука. Этот коэффициент показывает, какую часть энергии звуковых колебаний поглощает 1 м^2 препятствия. Он имеет значение от 0 до 1. Единицу измерения звукопоглощения называют **сэбин**. Своё название она получила по имени американского физика Уоллеса Клемента Сэбина, основателя архитектурной акустики. 1 сэбин – это энергия, которую поглощает 1 м^2 поверхности, коэффициент поглощения которой равен 1. То есть, такая поверхность должна поглощать абсолютно всю энергию звуковой волны.



Реверберация



Уоллес
Сэбин

Свойство материалов поглощать звук широко используют в архитектуре. Занимаясь исследованием акустики Лекционного зала, части построенного Fogg Museum, Уоллес Клемент Сэбин пришёл к выводу, что существует зависимость между размерами зала, акустическими условиями, типом и площадью звукопоглощающих материалов и **временем реверберации**. **Реверберацией** называют процесс отражения звуковой волны от препятствий и её постепенное затухание после выключения источника звука. В закрытом помещении звук может многократно отражаться от стен и предметов. В результате возникают различные эхосигналы, каждый из которых звучит как бы обособленно. Этот эффект называют **эффектом реверберации**.

.

Самой важной характеристикой помещения является **время реверберации**, которое ввёл и вычислил Сэбин.

$$T = \frac{0.164V}{A}$$

где V – объём помещения,
 A – общее звукопоглощение.

$$A = a_1S_1 + a_2S_2 + \dots + a_iS_i$$

где a_i – коэффициент звукопоглощения материала,
 S_i - площадь каждой поверхности.

Если время реверберации велико, звуки словно "бродят" по залу. Они накладываются друг на друга, заглушают основной источник звука, и зал становится гулким. При маленьком времени реверберации стены быстро поглощают звуки, и они становятся глухими. Поэтому для каждого помещения должен быть свой точный расчёт.

По результатам своих вычислений Сэбин расположил звукопоглощающие материалы таким образом, что уменьшился «эффект эха». А Симфонический Зал Бостона, при создании которого он был акустическим консультантом, до сих пор считается одним из лучших залов в мире.

