

# *Волны*



# Продольные и поперечные волны



# Продольные и поперечные волны. Волны на поверхности жидкости.

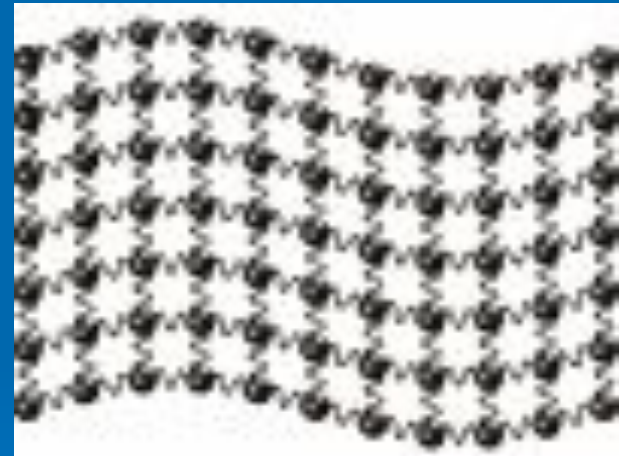
- Волна на поверхности жидкости не является ни продольной, ни поперечной. Как мы можем видеть на рисунке, красный шарик, моделирующий молекулу на поверхности жидкости, совершает круговое движение.



# Продольные и поперечные волны. Волны на поверхности жидкости

## ЖИДКОСТИ

- Поперечная волна в сетке, состоящей из шариков, скреплённых пружинками. Колебания масс происходят перпендикулярно направлению распространения волны.



# Продольные и поперечные волны. Волны на поверхности жидкости.

- ▣ Продольная волна в сетке, состоящей из шариков, скреплённых пружинками. Колебания масс происходят вдоль направления распространения волны



# Продольные и поперечные волны. Волны на поверхности жидкости.

- ▣ Наложение продольной и поперечной волн равной амплитуды, сдвинутых по фазе на 90 градусов. В результате каждая масса совершает круговые движения.



# Продольные и поперечные волны. Волны на поверхности жидкости.

- ▣ Колебания масс в сетке моделируют движение молекул в волне на поверхности жидкости. Каждая масса движется по окружности, радиус которой убывает с расстоянием от поверхности. Массы внизу сетки находятся в покое.



# Интерференция волн





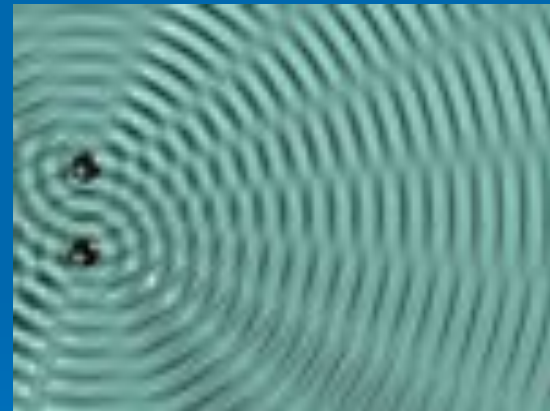
# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Круговая волна на поверхности жидкости, возбуждаемая точечным источником (гармонически колеблющимся шариком). Волна представляет собой набор концентрических окружностей, расходящихся во все стороны от источника.



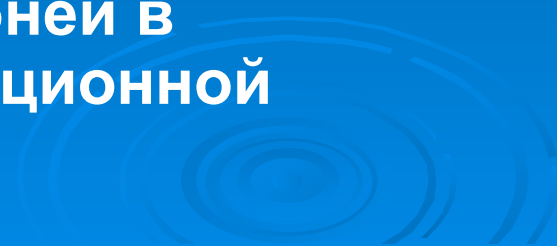
# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Интерференция между двумя круговыми волнами от точечных источников, колеблющихся в фазе друг с другом. На поверхности жидкости образуются узловые линии, в которых колебание отсутствует. В общем случае местоположение узловых линий зависит от разницы фаз колеблющихся источников.



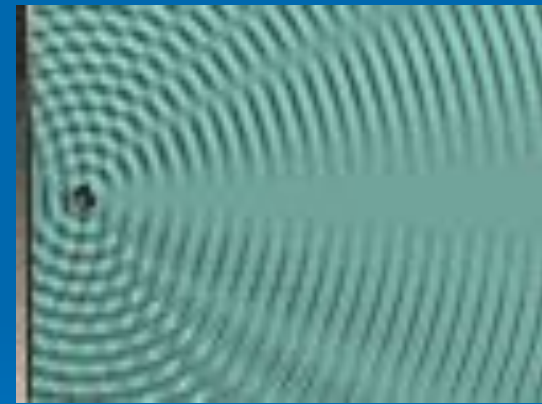
# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Интерференция круговой волны на поверхности жидкости с её отражением от стенки. Расстояние между точечным источником и стенкой кратно целому числу полуволн. При этом справа от источника круговая волна накладывается в фазе с волной, отражённой от стенки, увеличивая высоту гребней в интерференционной картине.



# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Интерференция круговой волны на поверхности жидкости с её отражением от стенки. Расстояние между точечным источником и стенкой кратно целому числу полуволн плюс четверть волны. При этом справа от источника круговая волна накладывается в противофазе с волной, отражённой от стенки. В результате мы видим, что в широкой полосе справа от источника колебания жидкости отсутствуют.



# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Дифракция круговой волны на узкой щели в стенке, установленной в кювете с жидкостью. Слева от стенки мы видим появление отражённой волны, а справа от стенки возникает новая круговая волна с меньшей амплитудой, что соответствует принципу Гюйгенса-Френеля.



# Интерференция волн на поверхности жидкости.

- Стоячая волна, образующаяся в результате интерференции двух линейных волн на поверхности жидкости. Красный шарик находится в пучности стоячей волны и колеблется с максимальной амплитудой, а параллелепипед находится в узле и лишь вращается, следуя наклону волны.

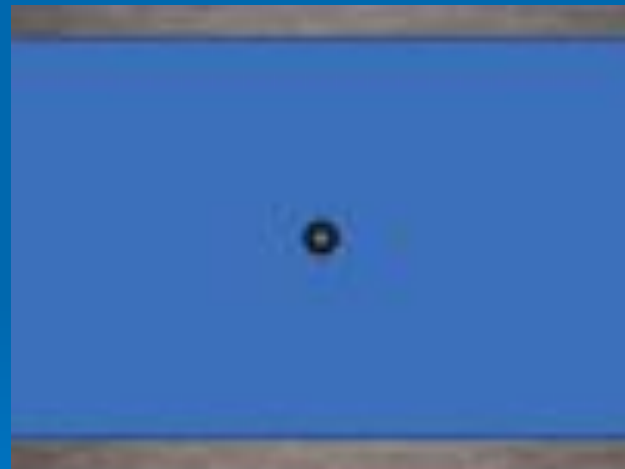


# Отражение ударных волн



# Отражение ударных волн.

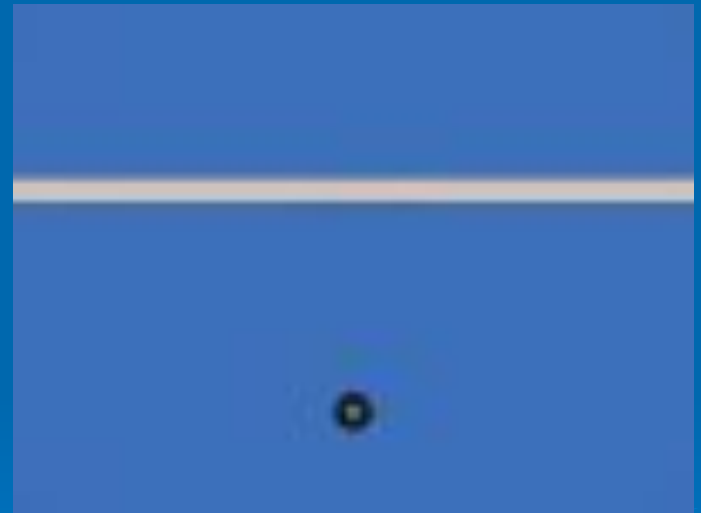
- Ударная волна образуется в точечном источнике и отражается затем между двумя параллельными стенками. По мере отражений амплитуды волн уменьшаются.



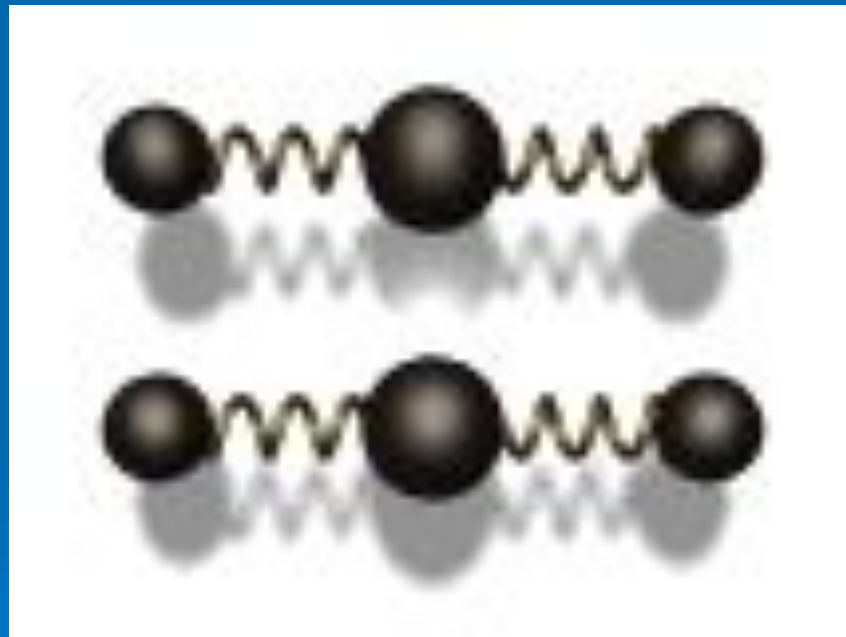


# Отражение ударных волн.

- Ударная волна образуется в точечном источнике и претерпевает затем частичное отражение от полупроницаемой стенки. При этом часть волны проходит за стенку, а часть отражается. Мы видим, что отражённая и прошедшая волны симметричны относительно стенки.

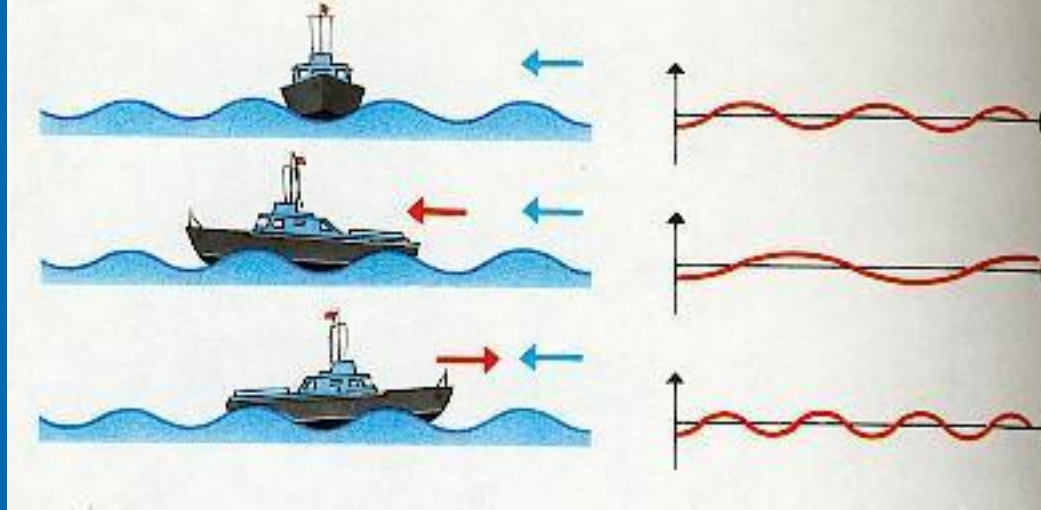


# Возможные типы колебаний атомов в кристалле.



# Генерация акустической волны громкоговорителем.





# Эффект Доплера



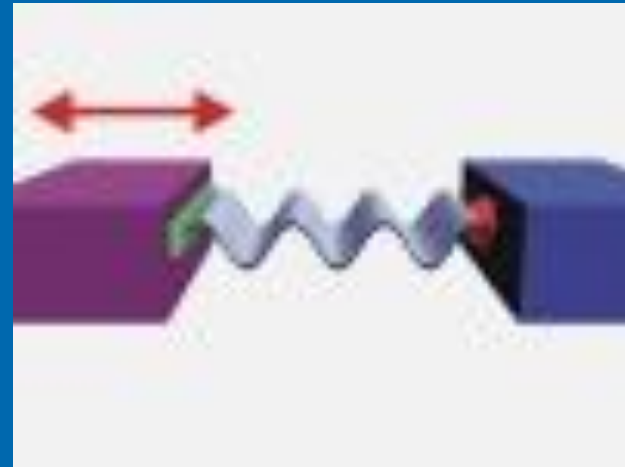
# Эффект Доплера

- **Эффект Доплера в акустике. Частота регистрируемого сигнала изменяется, если источник сигнала и приемник движутся относительно друг друга.**

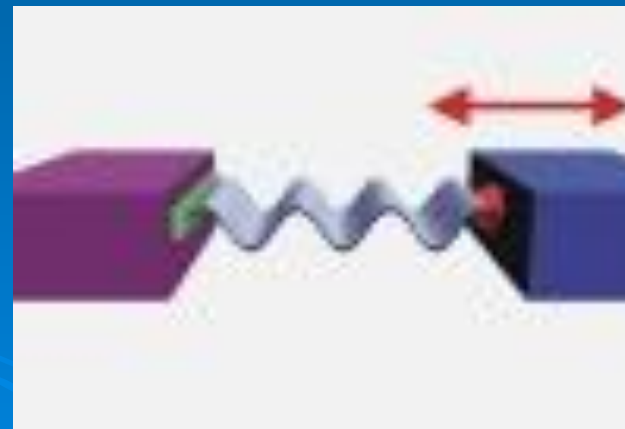


# Эффект Доплера

□ Источник движется, приёмник неподвижен.

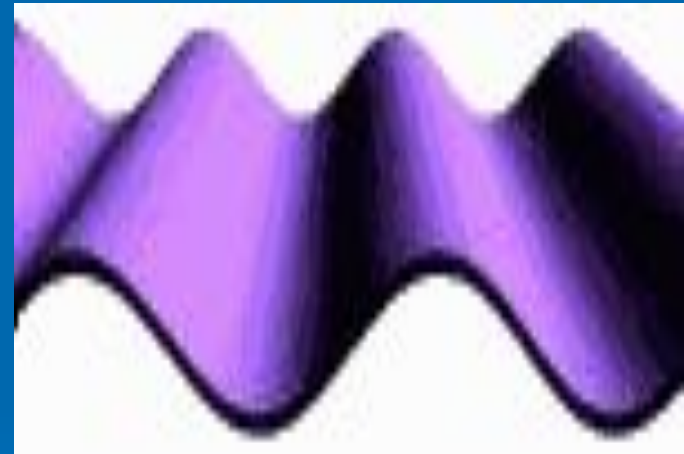


□ Приёмник движется, источник неподвижен.



# Разложение сигнала в ряд Фурье.

- Анимация показывает сумму первых 10 гармоник меандра. Первая гармоника соответствует синусу. Добавление гармоник высшего порядка приводит к искажению синуса и сумма первых десяти гармоник представляет собой практически идеальный меандр.



# Разложение сигнала в ряд Фурье.

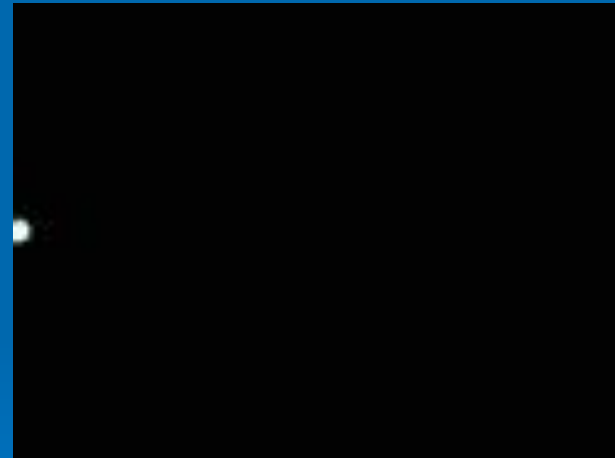
- Анимация показывает сумму первых 20 гармоник ряда Фурье прямоугольного импульса со скважностью, равной 4. Мы видим на этой анимации, что функция в основном формируется первыми несколькими гармониками. Высшие гармоники лишь увеличивают крутизну фронтов меандра.





# Ударные волны

- Ударные волны. Источник звука движется со звуковой скоростью. Впереди источника формируется ударная волна.



# Ударные волны

- **Источник движется с дозвуковой скоростью. Наблюдается эффект Доплера**



# Ударные волны

- Ударные волны.  
Случай движения  
источника со  
сверхзвуковой  
скоростью.

