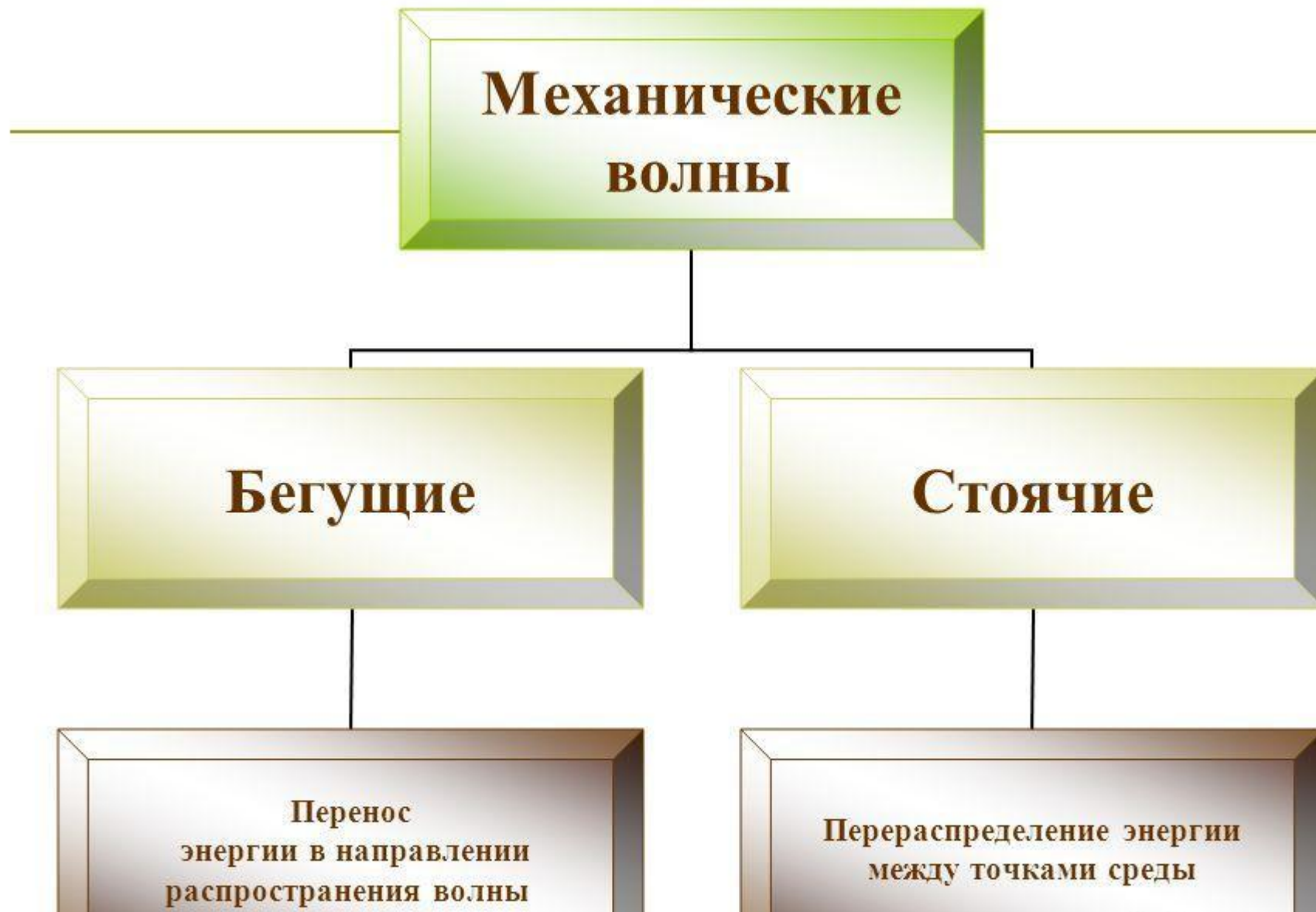
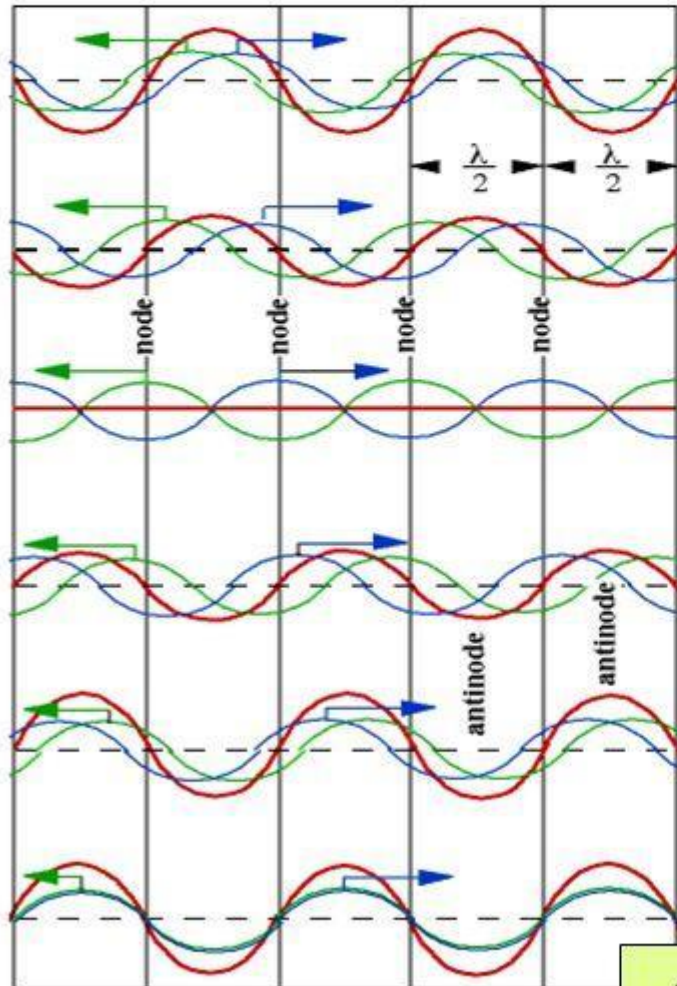


Упругие механические волны.  
Уравнение бегущей и стоячей волны



# Образование стоячих волн

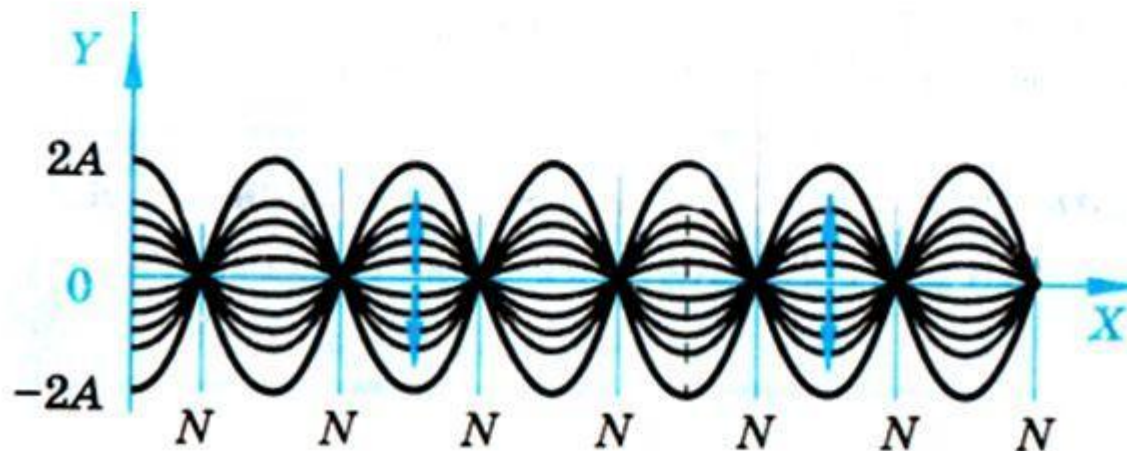


Посмотрите на рисунок, который представляет последовательность фаз движения волн во времени (время течет сверху вниз). Синяя волна движется вправо, зеленая влево, красная волна является суммирующей и показывает, что происходит при столкновении двух волн (по научной терминологии - при наложении). Отмечены положения (узлы/nodes), в которых обе движущиеся волны нейтрализуют друг друга, и другие зоны (пучности/antinodes), в которых происходит сложение волн, и колебания обладают максимальной амплитудой.



# Определение стоячей волны

*Стоячая волна образуется при наложении двух бегущих навстречу гармонических волн одинаковой частоты, амплитуды и поляризации.*





# Как движется каждая точка стоячей волны в шнуре

---



- Совершает синхронно со всеми остальными точками гармонические колебания
- Колеблется перпендикулярно длине покоящегося шнура
- Колеблется с периодом равным периоду внешнего возмущения
- Имеет собственную амплитуду колебаний

## *Уравнение стоячей волны*

$$y_1 = A \cos\left(t - \frac{\omega}{v} x\right)$$

+

$$y_2 = A \cos\left(t + \frac{\omega}{v} x\right)$$

---

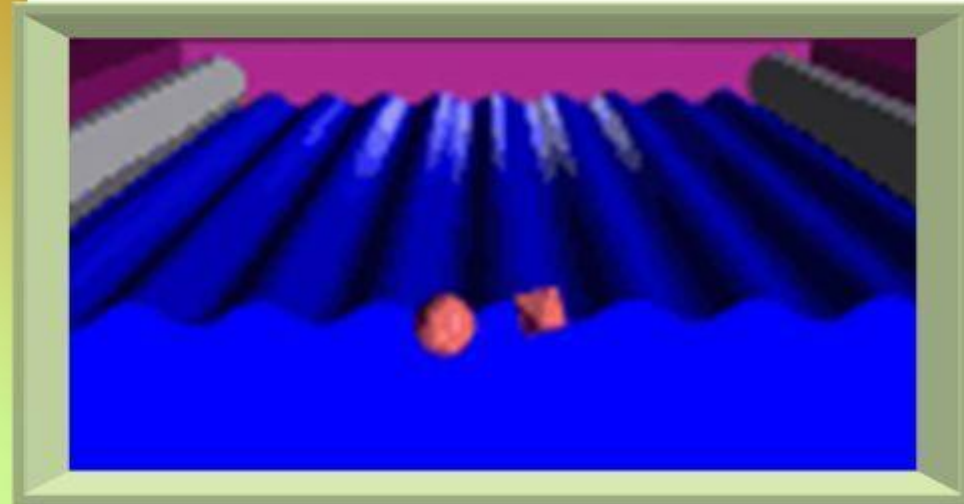
$$y_1 + y_2 = A \cos\left(t - \frac{\omega}{v} x\right) + A \cos\left(t + \frac{\omega}{v} x\right) =$$

$$2A \cos \frac{\omega}{v} x \cdot \cos \omega t$$

## Узлы и пучности стоячей волны

---

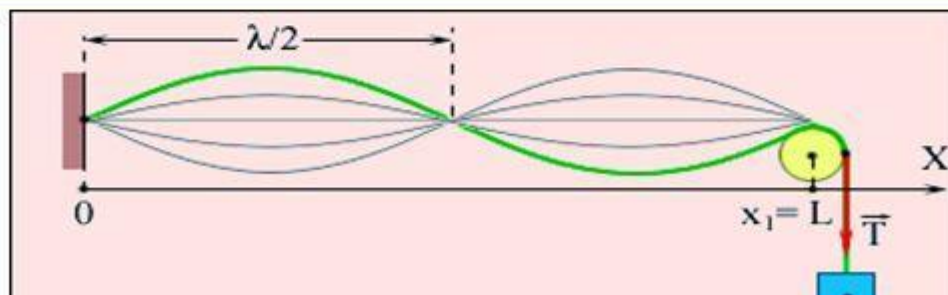
- Узлы –  
неперемещающиеся  
точки стоячей волны
- Пучности – точки  
стоячей волны,  
колеблющиеся с  
максимальной  
амплитудой





# Стоячие волны в струнах

*Если механическая волна, распространяющаяся в среде, встречает на своем пути какое-либо препятствие, то она может резко изменить характер своего поведения. Например, на границе раздела двух сред с разными механическими свойствами волна частично отражается, а частично проникает во вторую среду. Волна, бегущая по резиновому жгуту или струне отражается от неподвижно закрепленного конца; при этом появляется волна, бегущая во встречном направлении. В струне, закрепленной на обоих концах, возникают сложные колебания, которые можно рассматривать как результат наложения (суперпозиции) двух волн, распространяющихся в противоположных направлениях и испытывающих отражения и переотражения на концах. Колебания струн, закрепленных на обоих концах, создают звуки всех струнных музыкальных инструментов.*





## Ответьте на вопросы:

---

- Какая волна называется стоячей?
- Объясните процесс образования стоячей волны.
- Охарактеризуйте особенности колебаний точки в поперечной стоячей волне.
- Сформулируйте определение пучностей и узлов стоячей волны.
- При каком условии в струне, закрепленной на концах, образуются стоячие волны?
- Что такое первая гармоника собственных колебаний в струне и обертоны?