

Урок №11 (22.10.2012) Механические волны.

1. Качественное описание и определения.

Механические волны могут возникать в упругой среде, в результате начального смещения какой-нибудь точки этой среды относительно центра равновесия.

Упругую среду можно представить как множество материальных точек (маленьких массивных шариков), соединённых между собой невесомыми идеальными пружинками. Причём шарики могут быть расположены как вдоль одной прямой (одномерный случай), так и в плоскости или в пространстве.

Представим себе самый простой, одномерный случай. Рассмотрим, как будут вести себя шарики, если мы один из них сместим «вбок» от положения равновесия:



Колебания начинают распространяться вдоль нашей простейшей одномерной модели!

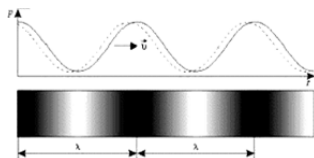
Распространение колебаний в упругой среде и называется *механической волной*.

Некоторые основные понятия:

- Бегущая волна.
- Механические волны в природе: звук, волны на воде.
- Продольные и поперечные волны.
- Фаза волны. Фронт волны – множество точек пространства с одинаковой фазой.

Обратим внимание на одну особенность механического движения при распространении волны: волна не переносит вещество, т.е. волна распространяется через среду, не увлекая частицы среды за собой.

Рассмотрим теперь реальный пример плоской продольной волны: распространение звука в цилиндре. При этом нарисуем вдоль цилиндра график распределения плотности воздуха в два близких момента времени (на рисунке пунктирный график показывает распределение плотности в более ранний момент).



Расстояние между ближайшими точками среды, находящимися в одной фазе колебания, называется *длиной волны* (λ).

Максимальное смещение, испытываемое точкой среды в процессе распространения волны, называется *амплитудой волны* (A).

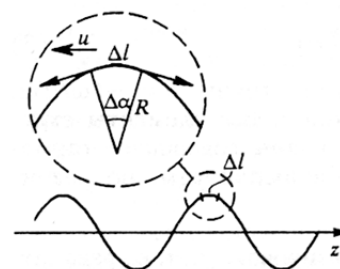
Число гребней, проходящих через некоторую точку среды за единицу времени, называется *частотой* (f) – обратим внимание, что другими словами это просто частота колебаний точки среды.

Скорость перемещения гребня волны в направлении распространения волны называется (очевидно!) *скоростью распространения волны* (v). $v = \lambda/T$, где $T = 1/f$ – период волны.

2. Скорость поперечной волны

Выведем скорость поперечной волны u , при условии, что $A \ll \lambda$, используя в качестве модели упругой среды бесконечный натянутый шнур (верёвку). Пусть вдоль шнура распространяются поперечные волны.

Перейдем в систему, движущуюся со скоростью u (которую нам надо найти). В этой системе волна стоит, а материал движется назад со скоростью u .



Рассмотрим в этой системе маленький кусочек шнура, длины Δl в момент, когда он находится на гребне синусоиды. Пусть сила натяжения шнура равна F . Тогда на наш маленький кусочек шнура будет действовать сила $F_n = 2F \sin \frac{\Delta \alpha}{2} \approx F \Delta \alpha$, направленная к центру воображаемой окружности радиусом R , частью которой является гребень волны. По второму закону Ньютона $F \Delta \alpha = m \frac{u^2}{R}$, где m – масса кусочка струны. Отсюда, учитывая, что $\Delta l = R \Delta \alpha$, получим $u = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$, где μ – масса на единицу длины струны.