

# Механические колебания

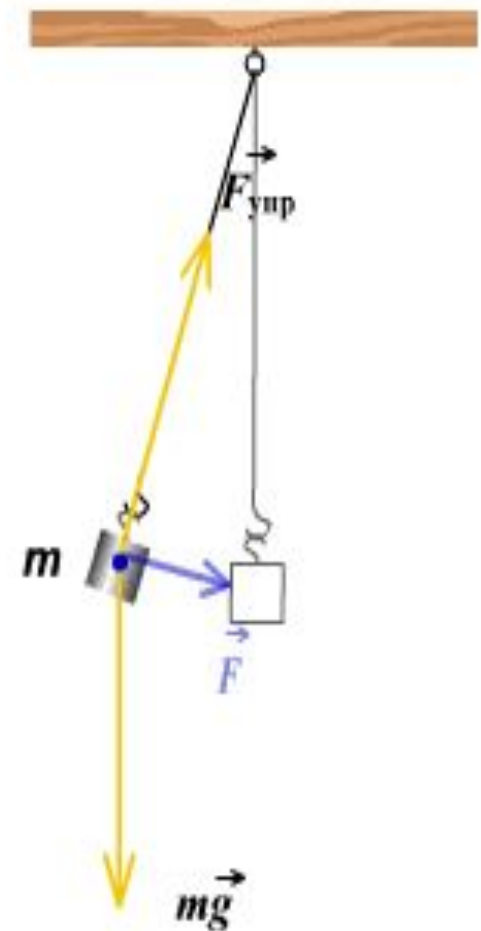
# Механическими колебаниями

называются  
движения, которые  
точно или  
приблизительно  
повторяются через  
одинаковые  
промежутки  
времени

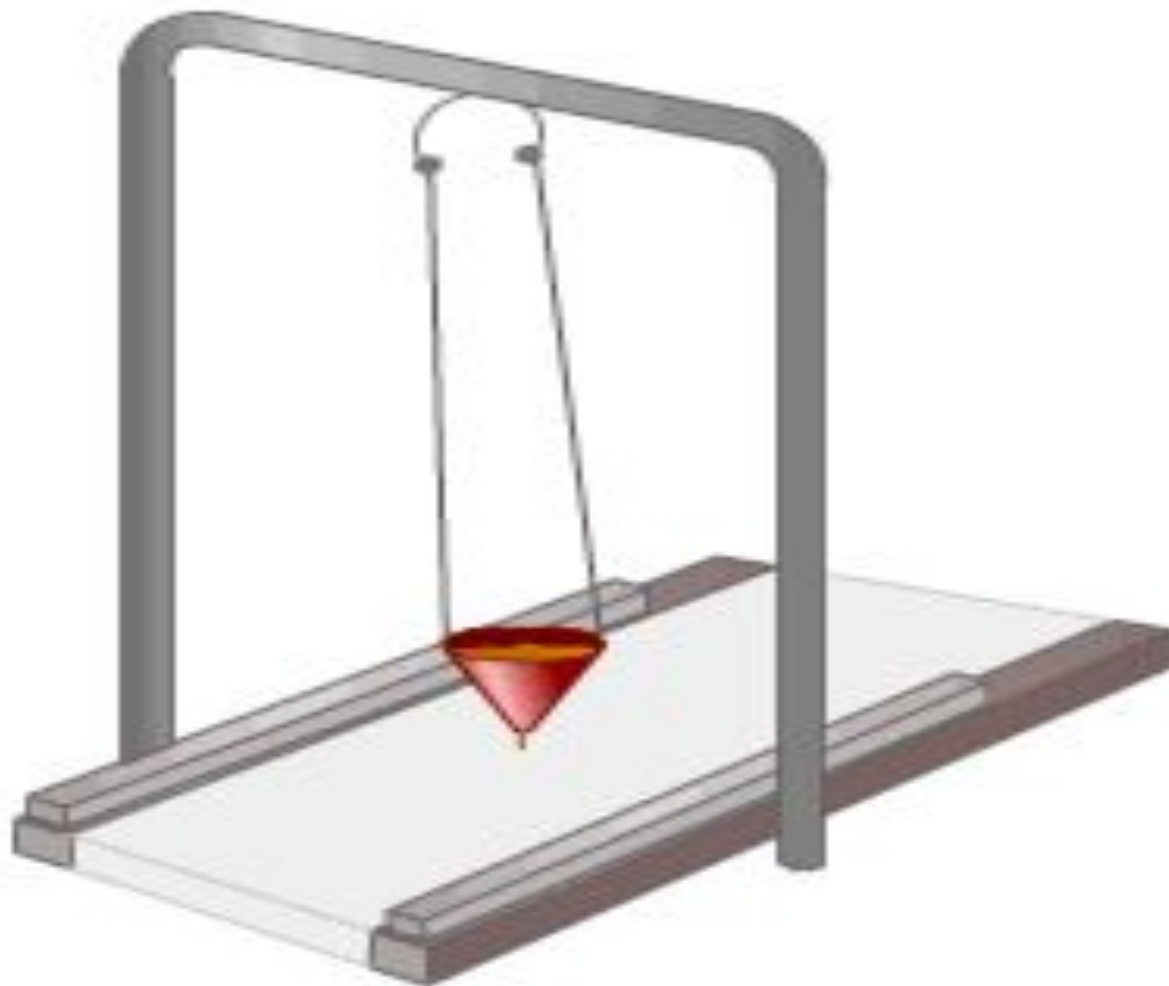


# Условия возникновения механических колебаний

- Вывести тело из положения устойчивого равновесия
- Должна возникнуть сила, стремящаяся вернуть тело к положению равновесия
- Сила трения должна быть мала
- Ф-11-А Колебания шарика под действием силы упругости



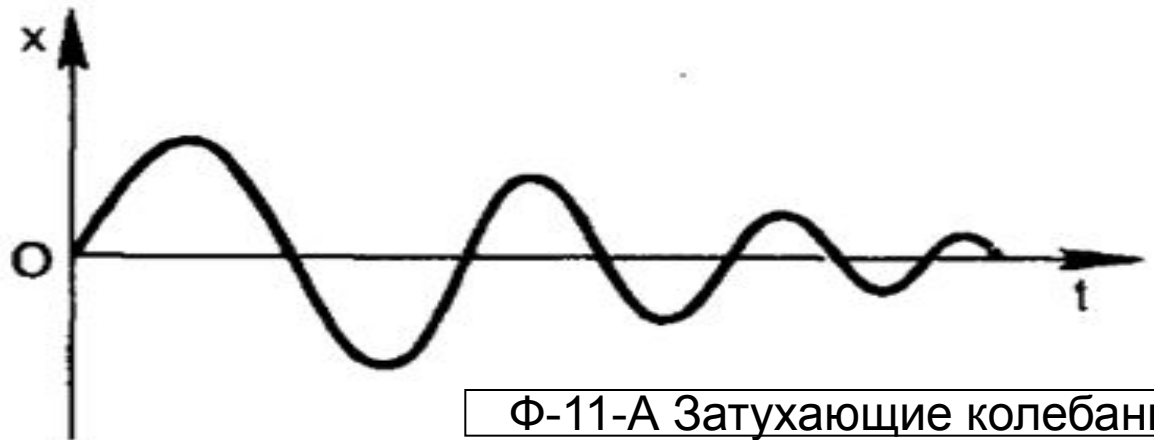
# График механических колебаний



# Виды колебаний

- 1) Свободные колебания - возникают под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения устойчивого равновесия (математический маятник, ветка дерева)

Рис. 162

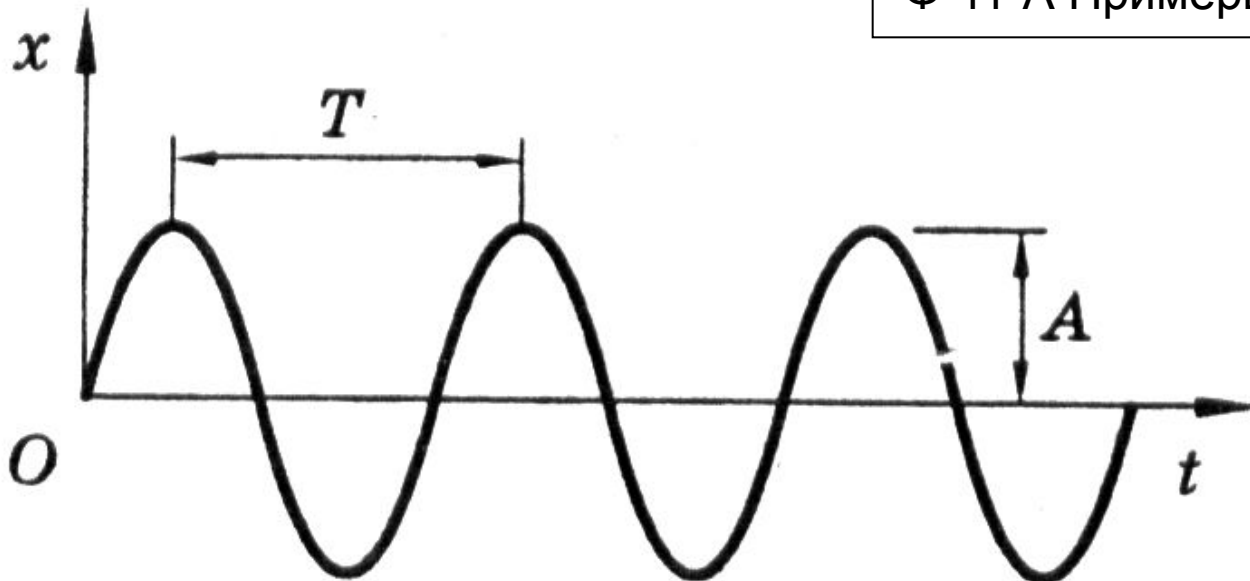


Затухающие колебания:

# Виды колебаний

- 2) Вынужденные колебания – происходят под действием внешней периодической силы (поршень ДВС, игла швейной машинки)

Ф-11-А Примеры незатухающих колебаний



Незатухающие  
колебания

# Величины, характеризующие механические колебания.

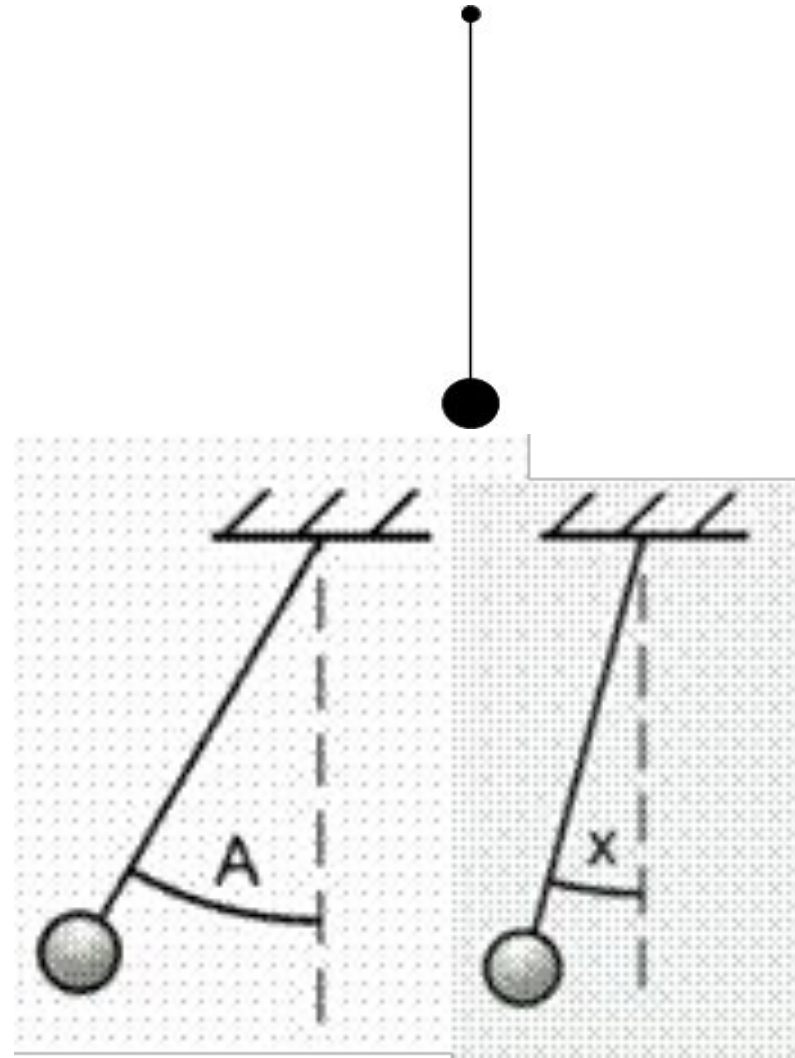
- Ф-11-В Механические колебания. Характеристики механического колебания



# Величины, характеризующие механические колебания.

1). Смещение – это отклонение колеблющейся точки от положения равновесия в данный момент времени

$X$  – смещение – [ м ]

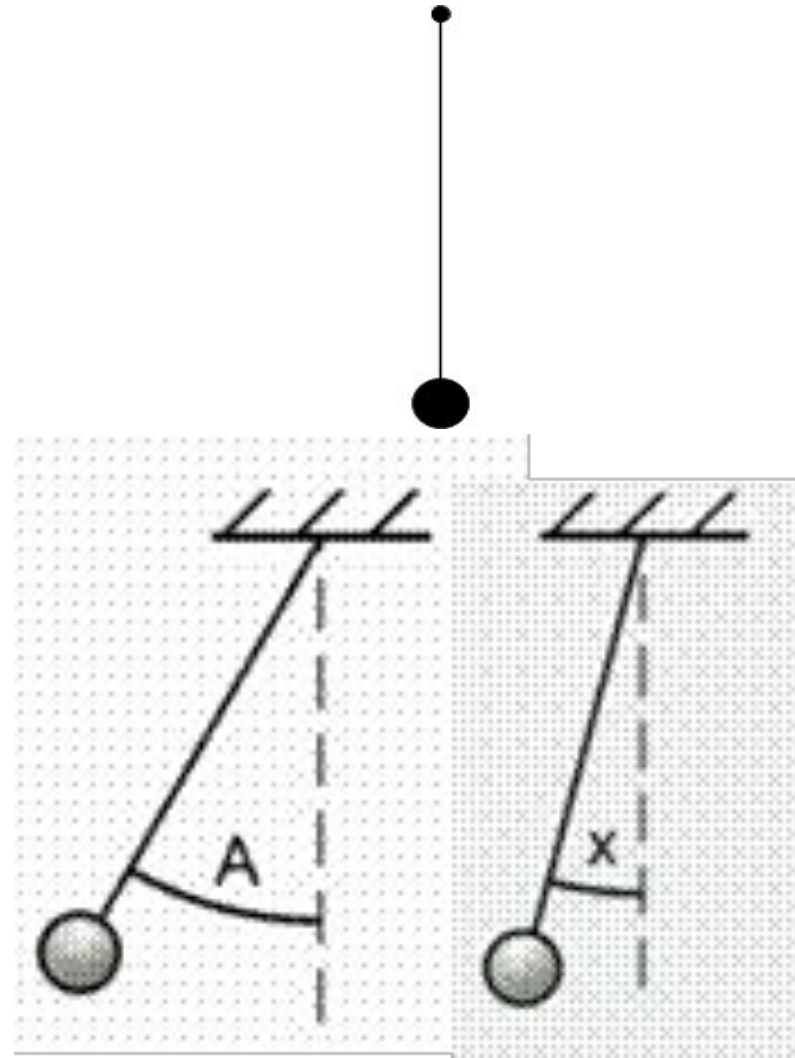




# Величины, характеризующие механические колебания.

2). Амплитуда – это наибольшее смещение точки от положения равновесия (при незатухающих колебаниях амплитуда постоянна)

$X_m$  – амплитуда – [ м ]



# Величины, характеризующие механические колебания.

3). Период – это время одного полного колебания

$T$  – период – [ с ]

$n$  – количество колебаний - [ ]

$t$  – все время движения - [ с ]

$$T = \frac{t}{n}$$

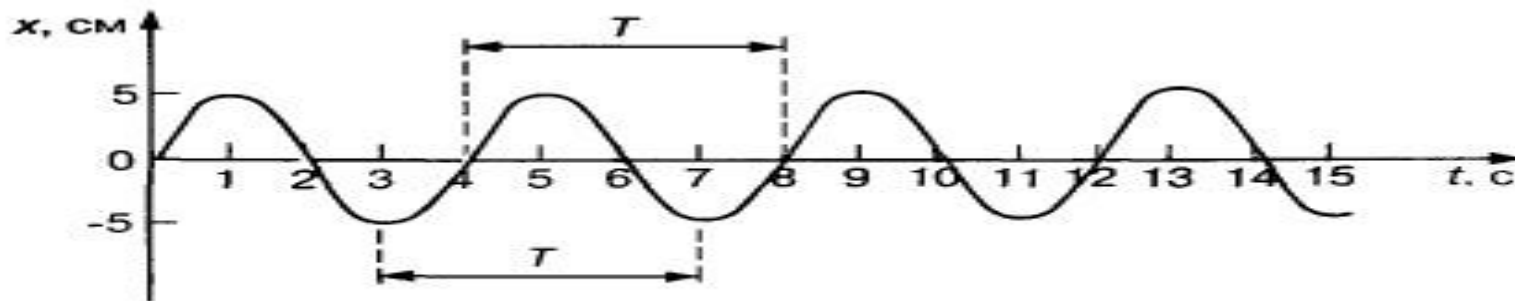


Рис. 34

# Величины, характеризующие механические колебания.

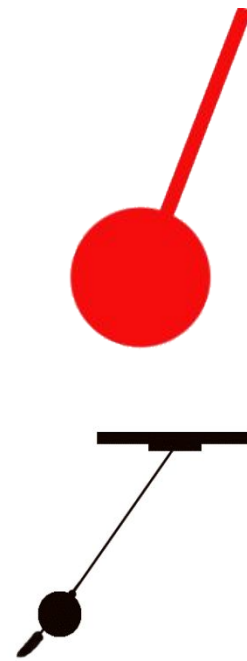
4). Частота – это число полных колебаний за единицу времени

ν (ню) – частота – [ Гц ] (Герц)

$$\nu = \frac{n}{t}$$

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$



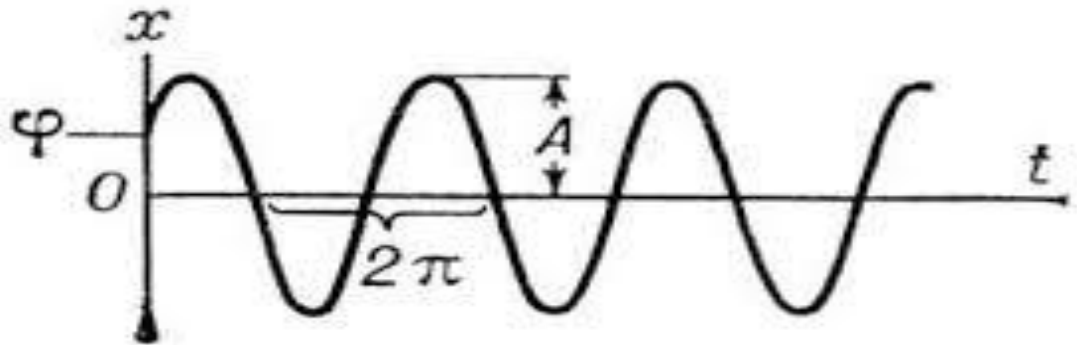
# Величины, характеризующие механические колебания.

5). Циклическая частота – это число полных колебаний, которые совершаются за  $2\pi$  секунд

$\omega$  – циклическая частота –  $[c^{-1}]$

$$\omega = 2\pi\nu$$

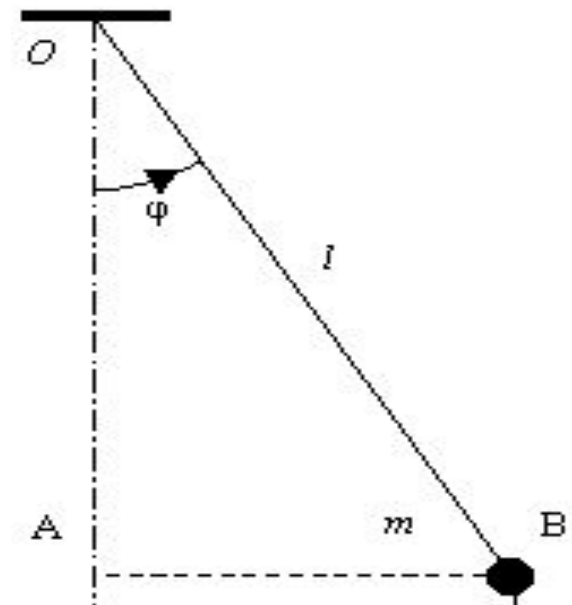
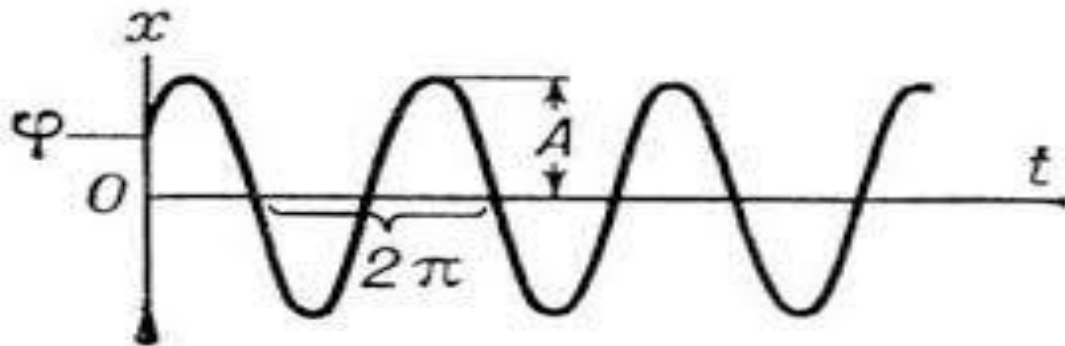
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



# Величины, характеризующие механические колебания.

6). Фаза колебаний – это физическая величина, определяющая отклонение колеблющейся точки от положения равновесия в данный момент времени

$\varphi$  – фаза колебаний – [ рад ]

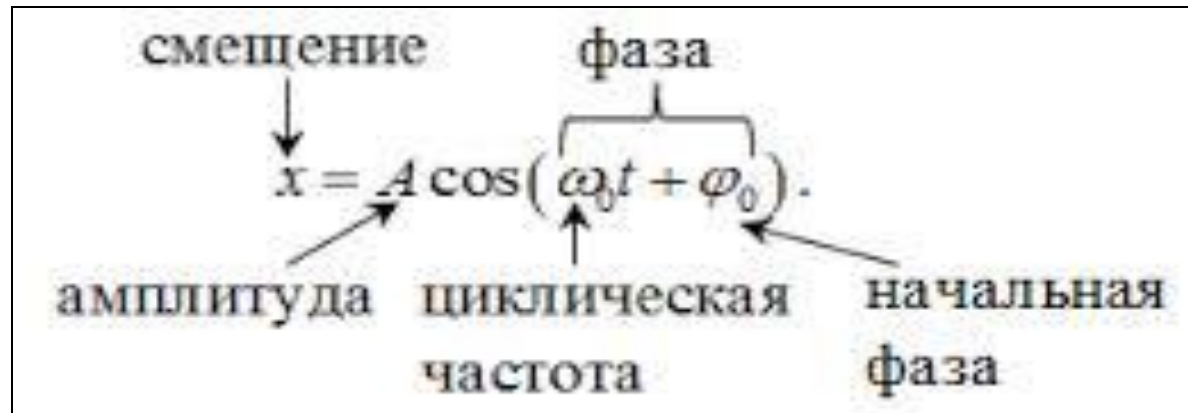


# Гармонические колебания

- это колебания, при которых изменения физических величин происходят по закону синуса или косинуса

$$X = X_m \cdot \text{COS} (\omega t + \varphi_0)$$

$$X = X_m \cdot \text{sin} (\omega t + \varphi_0)$$



# Колебательные системы

- 1) Математический маятник – материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити

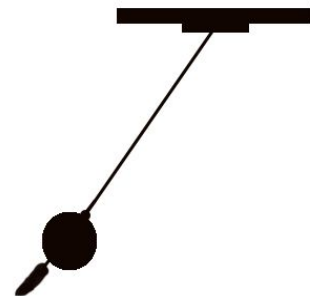
$\ell$  - длина маятника – [ м ]

$g$  – ускорение свободного падения

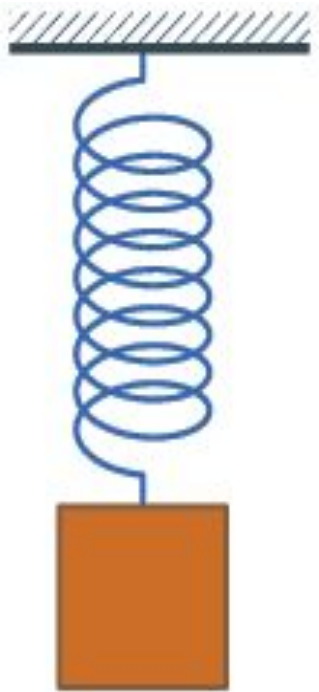
$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\nu = \nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$



# Колебательные системы



2) Пружинный маятник – это груз, подвешенный на пружине

$k$  – жесткость пружины – [Н/м]

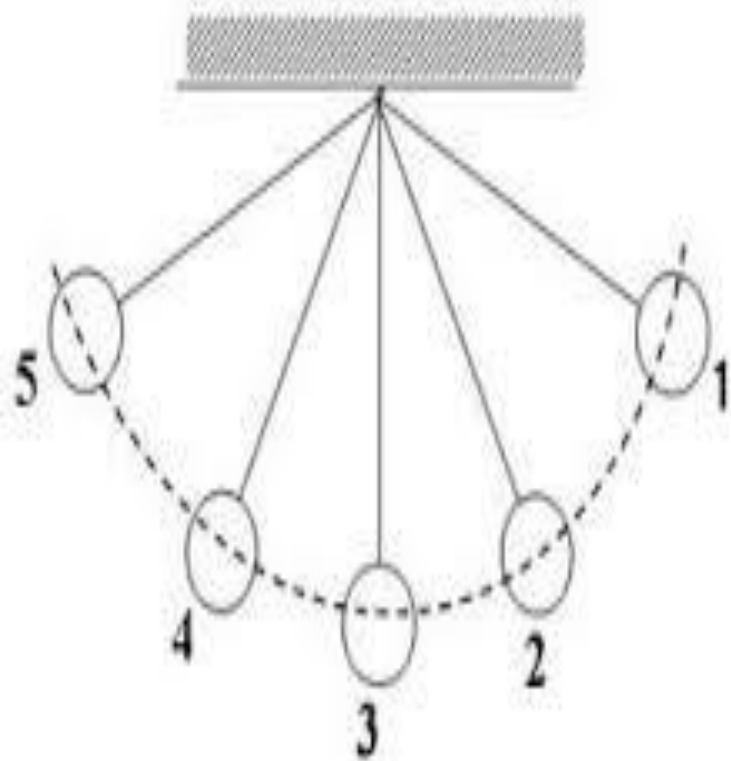
$m$  – масса груза – [кг]

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



# Превращение энергии при механических колебаниях



	$E_p$	$E_k$
1	max	0
2	↘	↗
3	0	max
4	↗	↘
5	max	0

# Резонанс

Резонанс – это явление возрастания амплитуды колебаний при приближении частоты вынуждающей силы к собственной частоте колебательной системы.

**Примеры:** качели

Ф-11-В Явление механического резонанса



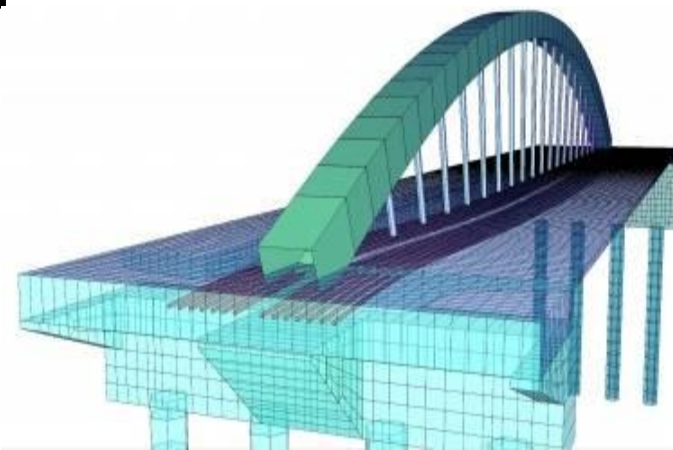
# Резонанс

С энергетической точки зрения создаются наилучшие условия для передачи энергии от внешнего источника к колебательной системе.



# Применение резонанса:

- Для измерения частоты вибраций (частотомеры)
- В акустике
- При расчетах балок, мостов, станков, перекрытий.



# Опыт Фуко



Жан Бернард  
Леон Фуко  
(1819–1868)

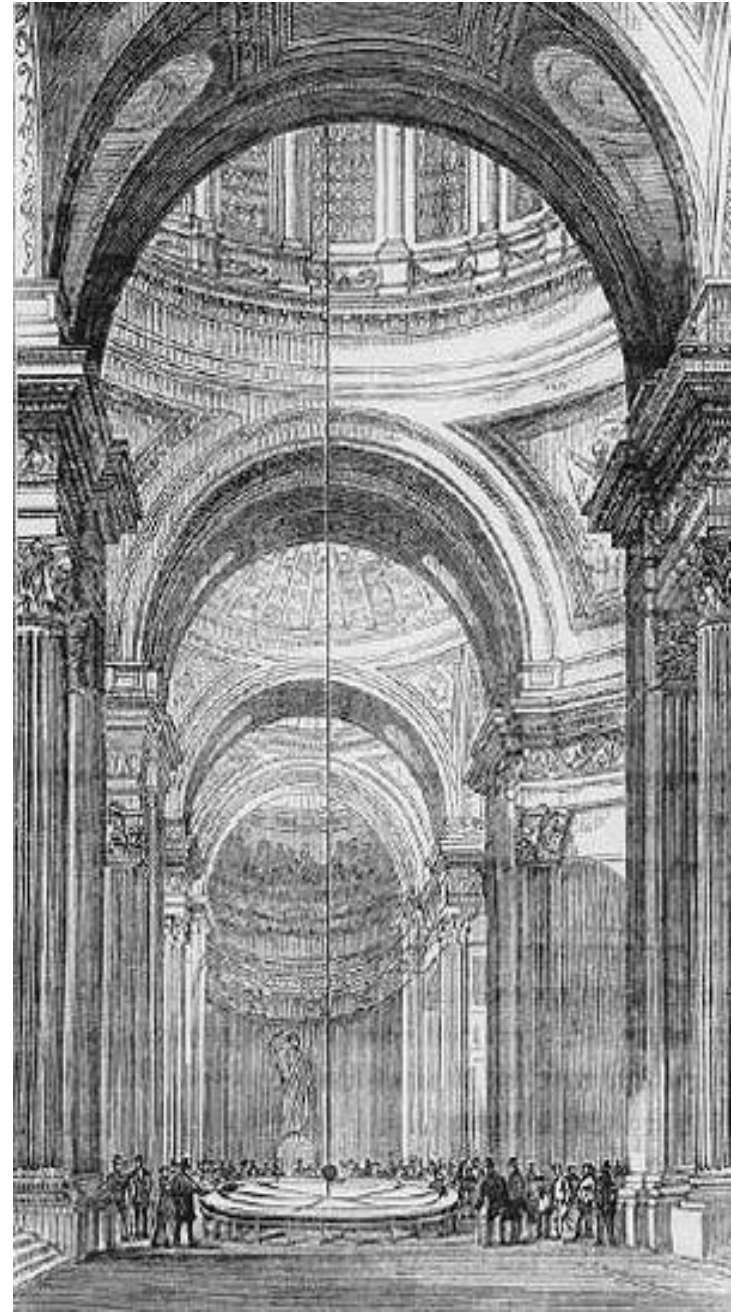
■ Тот факт, что Земля вращается вокруг своей оси, сегодня известен каждому школьнику. Однако не всегда люди были убеждены в этом: обнаружить вращение Земли, находясь на ее поверхности, достаточно трудно.

■ В середине XIX века Жан Бернард Леон Фуко смог провести опыт, который демонстрирует вращение Земли достаточно наглядно. Опыт этот был проведен неоднократно, а публично сам экспериментатор представил его в 1851 году в здании Пантеона в Париже.

# Опыт Фуко

Здание Парижского Пантеона в центре венчает громадный купол, к которому была прикреплена стальная проволока длиной 67 м. К этой проволоке подвесили массивный металлический шар. Масса шара составляла от 25 до 28 кг. Проволока крепилась к куполу таким образом, чтобы получившийся маятник мог качаться в любой плоскости.

Маятник совершал колебания над круглым постаментом диаметром 6 м, по краю которого был насыпан валик из песка. При каждом качании маятника острый стержень, укрепленный на шаре снизу, оставлял на валике отметку, сметая с ограждения песок.



# Опыт Фуко



- В России маятник Фуко длиной 98 м был установлен в Исаакиевском соборе в Санкт-Петербурге.
- Обычно показывался такой эксперимент – устанавливался на полу спичечный коробок чуть поодаль от плоскости вращения маятника. Пока гид рассказывал о маятнике, плоскость его вращения поворачивалась и стержень, укрепленный на шаре, сбивал коробок.

# Опыт Фуко



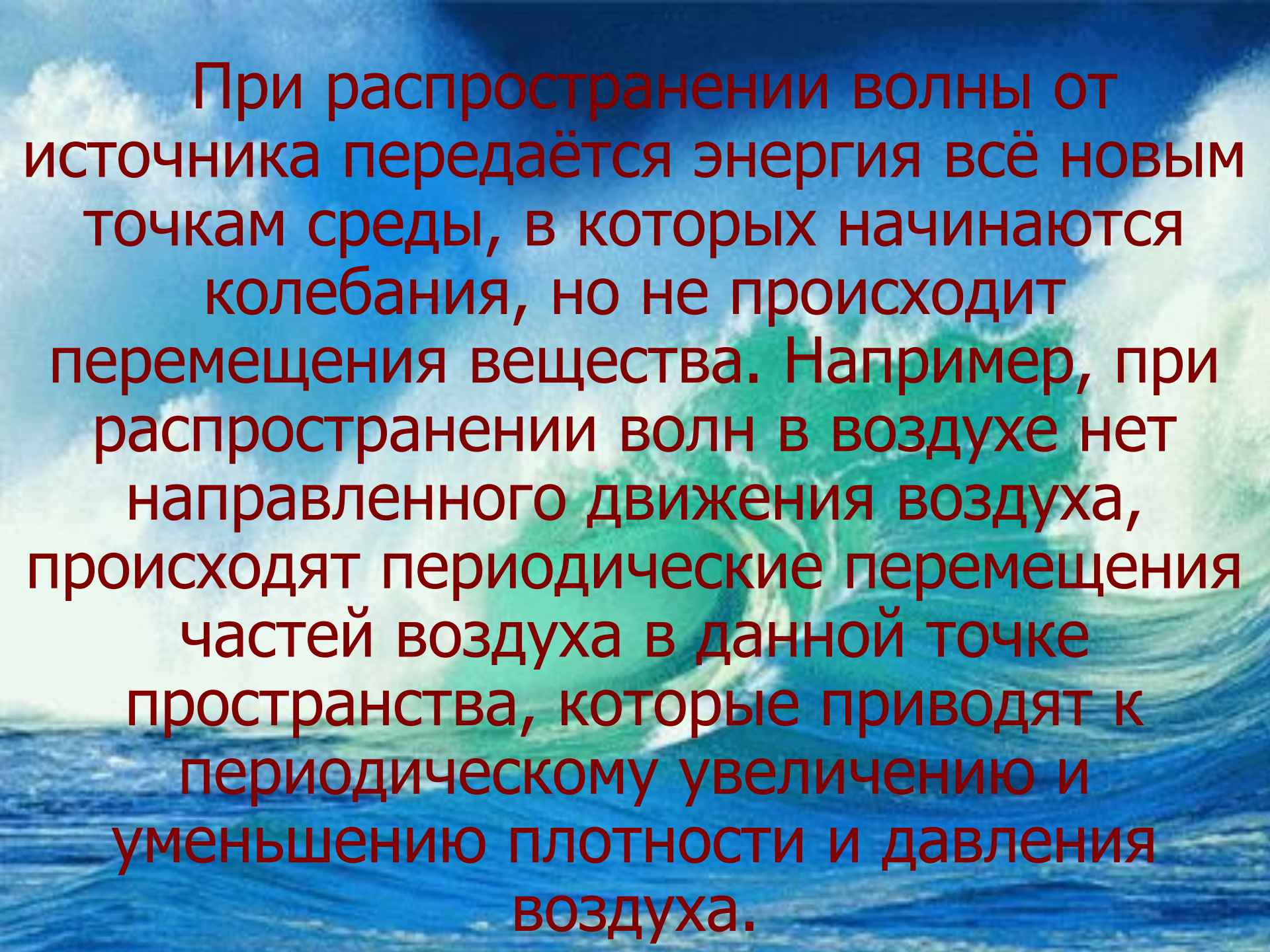
- Модель маятника Фуко, расположенного в южном полушарии Земли.
- Изображенная на анимации траектория движения соответствует случаю, когда маятник приводится в движение коротким толчком из положения равновесия
- Ф-10-А Опыт Фуко



**Механическая  
волна — колебания,  
распространяющиеся  
в упругих средах,  
которыми являются  
газы, жидкости и  
твёрдые тела.**



**Волна переносит  
энергию, но не  
переносит вещество.**



При распространении волны от источника передаётся энергия всё новым точкам среды, в которых начинаются колебания, но не происходит перемещения вещества. Например, при распространении волн в воздухе нет направленного движения воздуха, происходят периодические перемещения частей воздуха в данной точке пространства, которые приводят к периодическому увеличению и уменьшению плотности и давления воздуха.

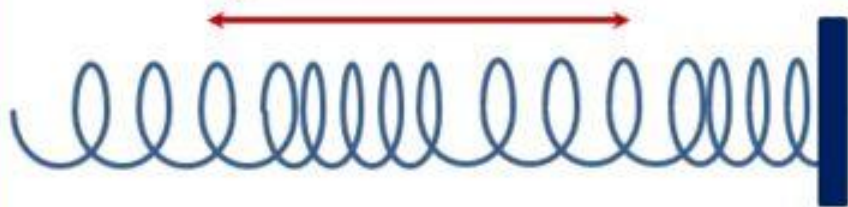
# Волны

продольные

поперечные

Направление колебаний совпадает с направлением распространения волны

направление колебаний



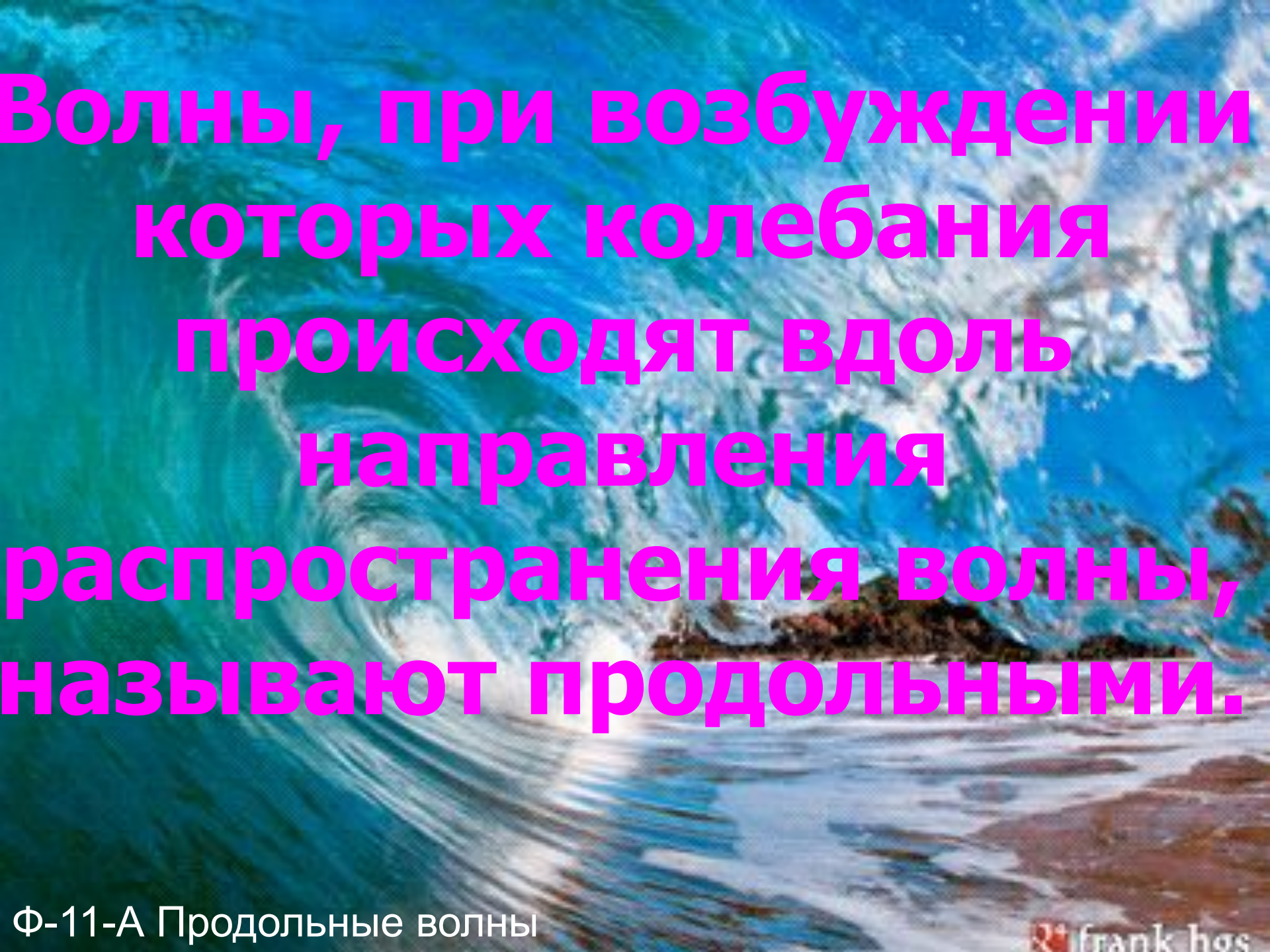
направление распространения  
волны

Направление колебаний перпендикулярно направлению распространения волны

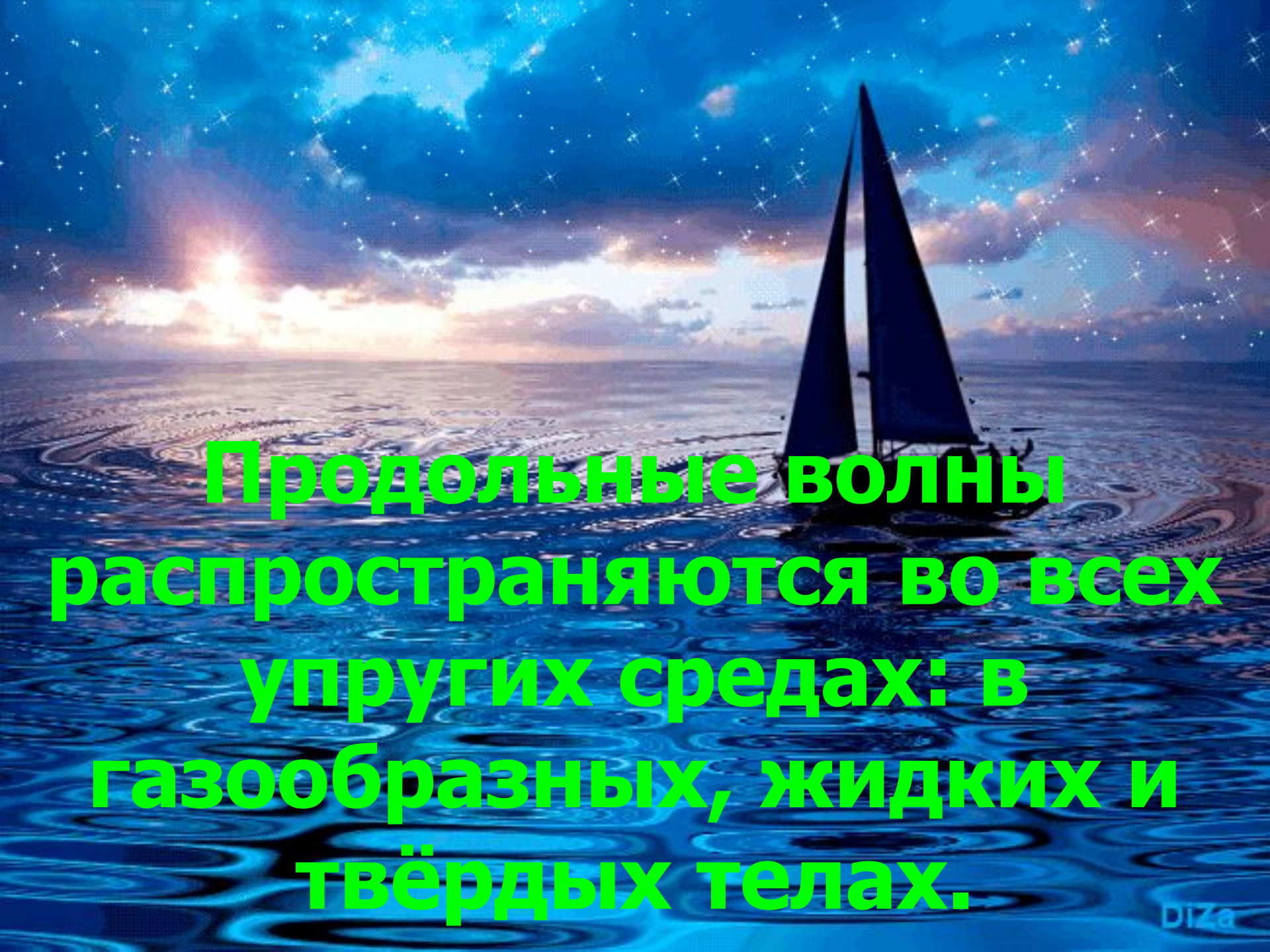
направление колебаний



направление распространения  
волны



**Волны, при возбуждении  
которых колебания  
происходят вдоль  
направления  
распространения волны,  
называют продольными.**

A sailboat with a dark sail is positioned on the right side of the frame, sailing on a blue sea. The sky is a deep blue with many white stars, suggesting a night scene. A bright light source, possibly the sun or moon, is visible on the horizon to the left, creating a lens flare effect. The water has a textured, rippled appearance.

**Продольные волны  
распространяются во всех  
упругих средах: в  
газообразных, жидких и  
твёрдых телах.**

**Волны, при  
распространении  
которых смещение  
происходит  
перпендикулярно  
направлению  
распространения волны,  
называют**



## **Поперечные волны**

**распространяются только в  
тех средах, в которых**

**возникают силы,**

**препятствующие деформации**

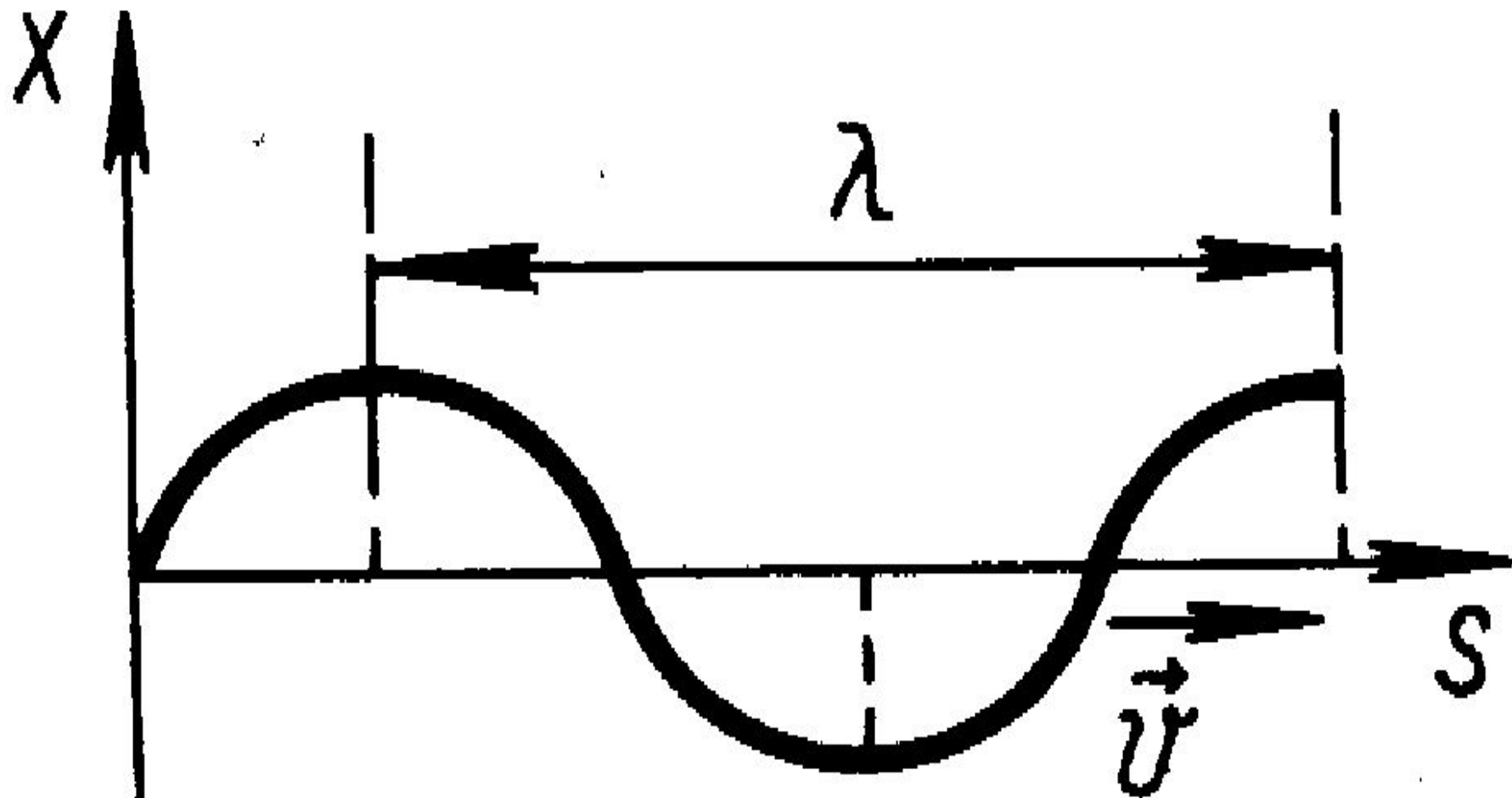
**сдвига. Таким образом,**

**поперечные волны могут**

**распространяться только в**

**жидкостях и твёрдых телах**





$$\lambda = vT$$

Длина волны

$$v = \lambda \nu$$

Скорость

ВОЛНЫ

Звук — физическое явление,  
представляющее собой  
распространение в виде упругих  
волн, механических колебаний в  
твёрдой, жидкой или газообразной  
среде. В узком смысле под звуком  
имеют в виду эти колебания,  
рассматриваемые в связи с тем, как  
они воспринимаются органами  
чувств животных и человека

Ф-11-А Звуковые волны  
в различных средах