

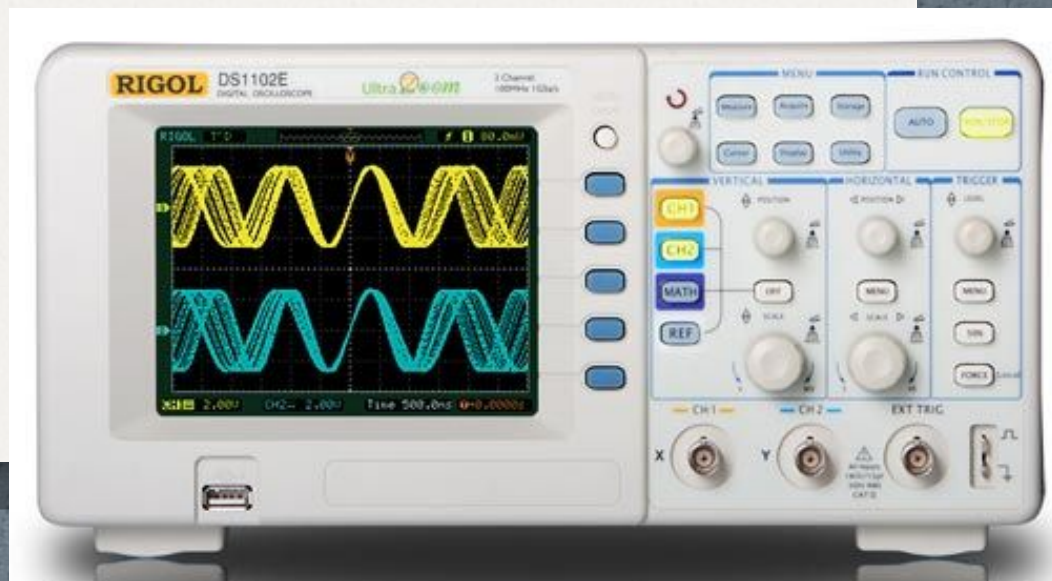
# Электромагнитные колебания

11 класс

# Определение

**Электромагнитные колебания** – это периодические или почти периодические изменения заряда, силы тока и напряжения.

Колебания происходят с большой частотой. Для наблюдения используют **осциллограф**.





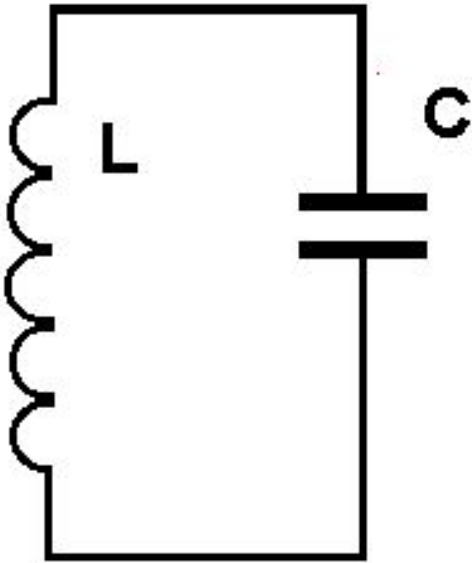
# Свободные и вынужденные колебания

**Свободными колебаниями** – это колебания, которые возникают в системе после выведения ее из положения равновесия

**Вынужденные колебания** – это колебания в цепи под действием внешней периодически изменяющейся электродвижущей силы.

# Колебательный контур

**Колебательный контур** – это электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой могут происходить свободные электрические колебания.



$$W_p = \frac{q^2}{2C}$$

энергия  
электрического поля  
конденсатора

$$W_m = \frac{Li^2}{2}$$

энергия магнитного  
поля катушки

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{LI^2}{2}$$



# Уравнения электромагнитных колебаний

Гармонические колебания заряда, тока и напряжения в контуре описываются уравнениями:

$$q = q_m \cos \omega_0 t$$

$$i = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$u = U_m \cos \omega_0 t$$

# Частота и период колебаний в контуре

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

формула Томсона

# Решение задач

0 1. Груз массой  $100\text{г}$  совершает колебания с частотой  $2\text{Гц}$  под действием пружины.

Найдите жесткость пружины.



# Проверим...

№ 1.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$\nu = 2 \text{ Гц}$$

$K - ?$

Решение: Период колебания груза, прикрепленного к пружине, определяется формулой:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}.$$

Поскольку  $\nu = \frac{1}{T}$ , то  $K = 4\pi^2 \nu^2 m =$

$$= 4\pi^2 (2 \text{ Гц})^2 0,1 \text{ кг} \approx 15,8 \text{ Н/м}.$$

Ответ:  $K \approx 15,8 \text{ Н/м}.$



0 2. Длина маятника Фуко в Исаакиевском соборе в Санкт-Петербурге 98м.  
Чему равен период колебаний маятника?



# Проверим...

№ 2.

Дано:

$$l = 98 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

$T - ?$


Решение:

Для нитяного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{98\text{м}}{9,8\text{м/с}^2}} \approx 20 \text{ с.}$$

Ответ:  $T \approx 20 \text{ с.}$



A hand in a dark suit sleeve is holding a thin, coiled metal spring. At the end of the spring is a small, round, golden pendulum bob. The background is a solid, deep blue color. The lighting is dramatic, highlighting the hand and the spring.

0 3. Один из маятников совершил 10 колебаний. Другой за то же время совершил 6 колебаний. Разность длин маятников  $\Delta l = 16$  см. Найдите длины маятников.

### № 3.

Дано:

$$\Delta l = 16 \text{ см} = 1,6 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2,$$

$$n_1 = 10,$$

$$n_2 = 6.$$

$$l_{1,2} = ?$$

Решение:

Периоды колебаний маятников относятся как:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{n_1}{n_2} \frac{2\pi\sqrt{l_1/g}}{2\pi\sqrt{l_2/g}} = \frac{l_1}{l_2}$$

Составим систему уравнений:

$$\text{Решая ее, получим: } l_1 = \frac{\Delta l}{1 - \frac{n_1^2}{n_2^2}} = \frac{0,16 \text{ м}}{1 - \frac{100}{36}} = 0,09 \text{ м} = 9 \text{ см.}$$

$$l_2 = l_1 + \Delta l = 9 \text{ см} + 16 \text{ см} = 25 \text{ см.}$$

Ответ:  $l_1 = 9 \text{ см}$ ,  $l_2 = 16 \text{ см}$ .



4. После того как конденсатору колебательного контура был сообщен заряд  $q = 10^{-5}$  Кл, в контуре возникли затухающие колебания. Какое количество теплоты выделится в контуре к тому времени, когда колебания в нем полностью затухнут? Емкость конденсатора  $C = 0,01$  мкФ.



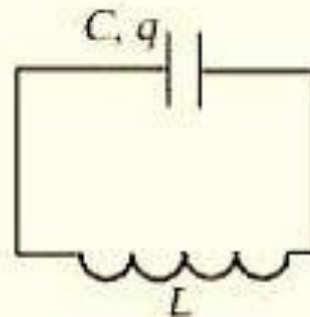
Дано:

$$q = 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$C = 0,01 \text{ мкФ} = 10^{-8} \text{ Ф}$$

$$Q = ?$$

Решение:



$$W_p = \frac{q^2}{2C}$$

Согласно закону сохранения энергии, эта энергия выделится в виде тепла за время затухания колебаний:

$$Q = W_p = \frac{q^2}{2C}, \quad Q = \frac{(10^{-5})^2}{2 \cdot 10^{-8}} \text{ Дж} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Ответ:  $Q = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ .



# Домашнее задание

- 0 Выучить новые понятия и формулы
- 0 п.27, ответить на вопросы