

Телепроект «МОЯ ШКОЛА в online»

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

# ФИЗИКА

11 класс

Урок № 13

Механические и электромагнитные  
колебания и волны.

Сеитов Андрей Иванович  
учитель физики  
Физтех-лицей им. П.Л. Капицы,  
Заслуженный учитель России

Оказывается, законы механики и электродинамики очень похожи. И понимание этих законов упрощается, если ввести аналогию между физическими величинами этих разделов.

<b>Аналогичные физические величины</b>	
<b>Механика</b>	<b>Электродинамика</b>
Координата – $x$	Электрический заряд – $q$
Масса – $m$	Индуктивность – $L$
Жёсткость – $k$	Величина, обратная ёмкости – $\frac{1}{C}$

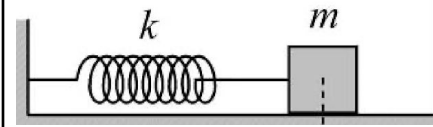
# Посмотрим на аналогичность величин через формулы

## Кинематическое описание колебаний

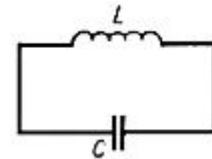
### Механика

### Электродинамика

Пружинный маятник



Колебательный контур



### Гармоническое колебание

$$x = x_m \cos(\omega t)$$

$$q = q_m \cos(\omega t)$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -x_m \omega \sin(\omega t) = -v_m \sin(\omega t)$$

$$v_m = x_m \omega$$

$$i = \frac{dq}{dt} = -q_m \omega \sin(\omega t) = -I_m \sin(\omega t)$$

$$I_m = q_m \omega$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -v_m \omega \cos(\omega t) = -a_m \cos(\omega t)$$

$$a_m = v_m \omega = x_m \omega^2$$

$$\frac{di}{dt} = -I_m \omega \cos(\omega t)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad \nu = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{LC}; \quad \nu = \frac{1}{T}$$

# Посмотрим на аналогичность величин через формулы

## Динамическое описание колебаний

**Механика**

**Электродинамика**

$$p_x = mv_x$$

$$\Phi = LI$$

**Закон сохранения  
импульса**

**Правило Ленца**

$$F_x = \frac{dp_x}{dt}$$

$$\xi_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$F_x = ma_x = m \frac{dv_x}{dt}$$

$$\xi_{is} = -L \frac{di}{dt}$$

$$F = kx$$

$$U = \frac{1}{C} q \Leftrightarrow C = \frac{q}{U}$$

# Посмотрим на аналогичность величин через формулы

## Энергетическое описание колебаний

### Механика

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{\text{пот}} = \frac{kx^2}{2}$$

$$E = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2} = \text{const}$$

### Электродинамика

$$W_{\text{магн}} = \frac{LI^2}{2}$$

$$W_{\text{эл}} = \frac{q^2}{2C}$$

$$W = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{LI_m^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C} = \text{const}$$

# Аналогичность величин в задачах

На рисунке дан график зависимости проекции скорости груза пружинного маятника от времени.

Определите **частоту** колебаний груза.

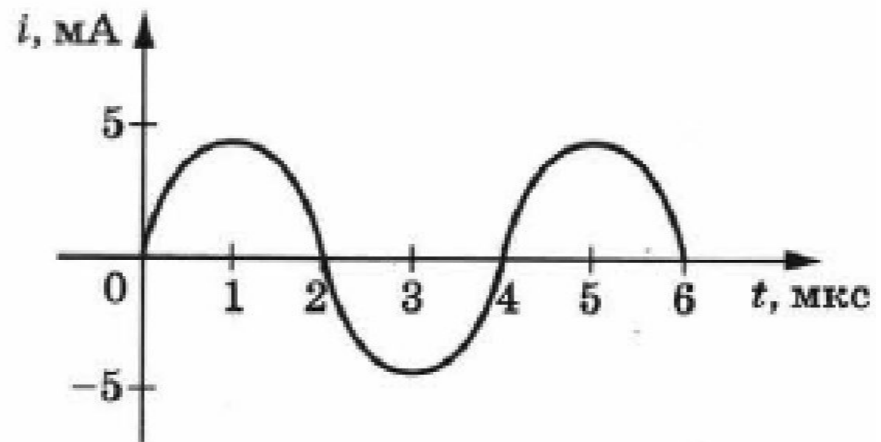
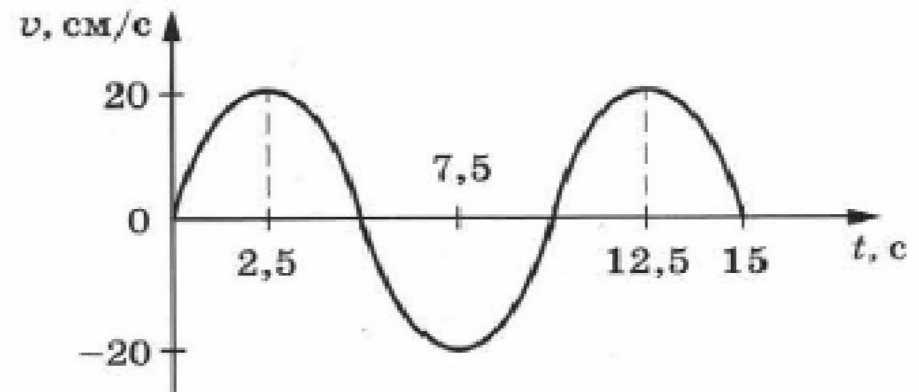
Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ МГц.

На рисунке дан график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Определите **частоту** колебаний заряда на обкладках конденсатора.

Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кГц.



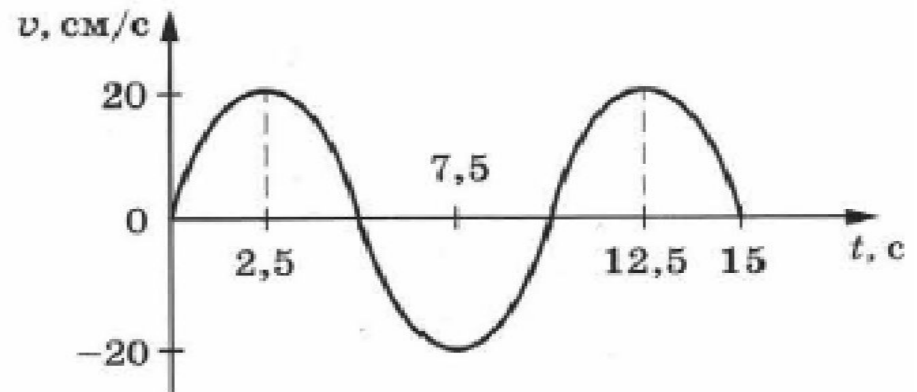
# Аналогичность величин в задачах

На рисунке дан график зависимости проекции скорости груза пружинного маятника от времени.

Определите **амплитуду** колебаний груза.

Ответ округлите до целых.

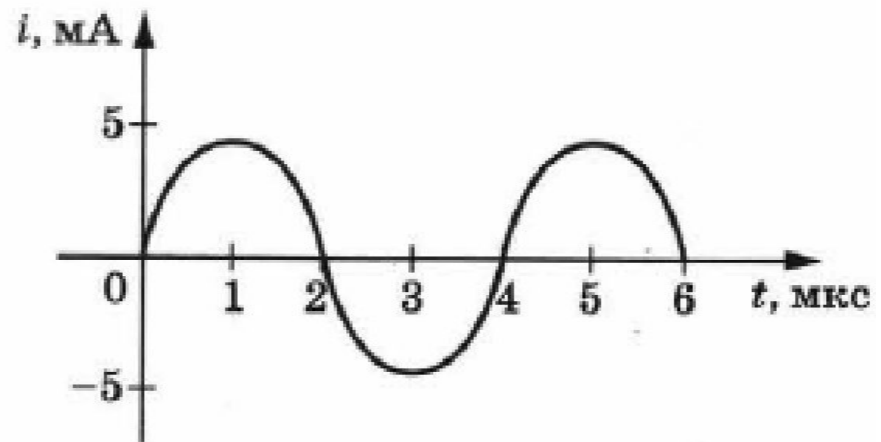
Ответ: \_\_\_\_\_ см.



На рисунке дан график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Определите **амплитуду** колебаний заряда на обкладках конденсатора.

Ответ округлите до целых.

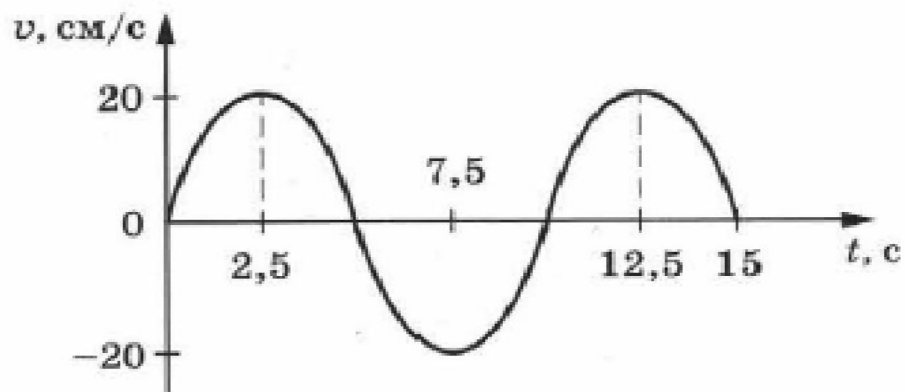
Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.



# Аналогичность величин в задачах

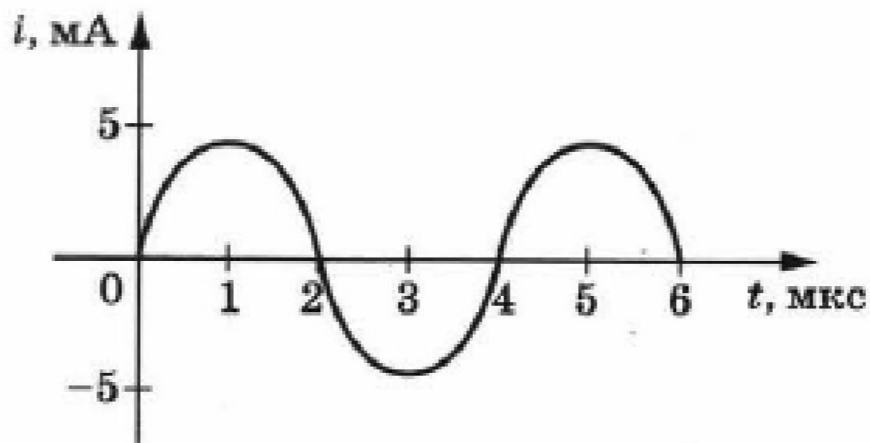
На рисунке дан график зависимости проекции скорости груза пружинного маятника от времени. Чему равен **период колебаний** потенциальной энергии пружины этого маятника. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.



На рисунке дан график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Чему равен **период колебаний** энергии электрического поля конденсатора этого контура. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.





# Аналогичность величин в задачах

Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом **6 с**. Амплитуда колебания **4 см**. Какой будет координата груза маятника в момент времени **1,5 с**, если в начальный момент времени она максимальна?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

В колебательном контуре протекают гармонические колебания с периодом **6 мс**. Амплитуда колебания заряда одной из обкладок конденсатора контура **4 мкКл**. Каким будет заряд этой обкладки в момент времени **1,5 мс**, если в начальный момент времени он максимален?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

# Аналогичность величин в задачах

Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом **6 с**. Амплитуда колебания **4 см**. Чему равна скорость груза в момент, когда потенциальная энергия пружины равна кинетической энергии груза?

Ответ: \_\_\_\_\_ см/с.

В колебательном контуре протекают гармонические колебания с периодом **6 мс**. Амплитуда колебания заряда одной из обкладок конденсатора контура **4 мкКл**. Чему равна сила тока в контуре в момент, когда энергия катушки равна энергии электрического поля конденсатора?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.