

Задание № 1

Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменном коэффициенте трения среды увеличить в 2 раза массу груза на пружине, то время релаксации...

Варианты ответов

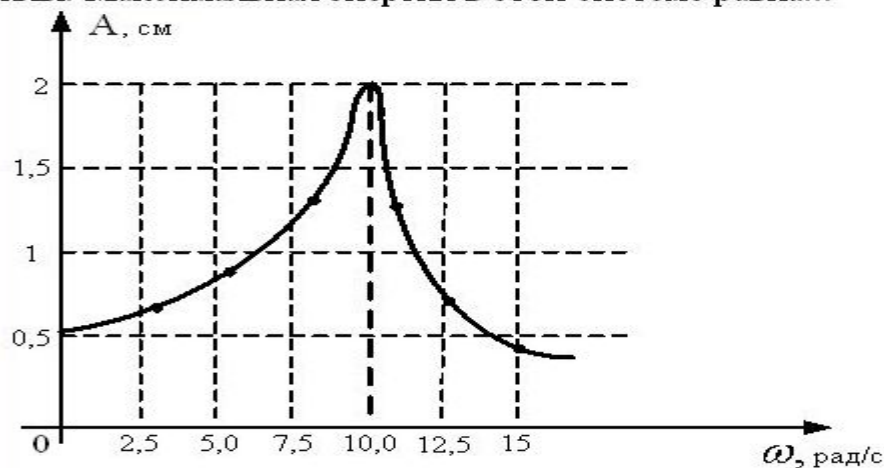
- 1) ☐ увеличится в 4 раза
- 2) ☐ уменьшится в 2 раза
- 3) ☐ увеличится в 2 раза
- 4) ☐ уменьшится в 4 раза

Так как $t(\text{время релаксации}) = 1/B(\text{коэф.затухания})$, где $B = r(\text{коэф. Трения})/2m$, то $t = 1/(r/2m) \Rightarrow t = 2m/r$, массу увеличим в 2 раза, следовательно и время релаксации увеличится в 2 раза

Ответ: 3.

Задание № 2

На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний груза на пружине с жесткостью $k = 10 \text{ Н/м}$ от частоты внешней силы. Максимальная энергия в этой системе равна...



Варианты ответов

- 1) ☐ 0,002 Дж
- 2) ☐ 20 Дж
- 3) ☐ 40 Дж
- 4) ☐ 0,004 Дж

При $\omega = 10 \text{ рад/с}$ и $A = 2 \text{ см}$ происходит резонанс,

Так как полная энергия колеблющейся системы:

$$W = (m \omega(\text{частота})^2 A(\text{амплитуда})^2) / 2, \text{ а}$$

$$K(\text{коэф. жёсткости}) = m \omega(\text{частота собств.})^2, \text{ тогда}$$

$$W_{\max} = (k A_{\max}^2) / 2.$$

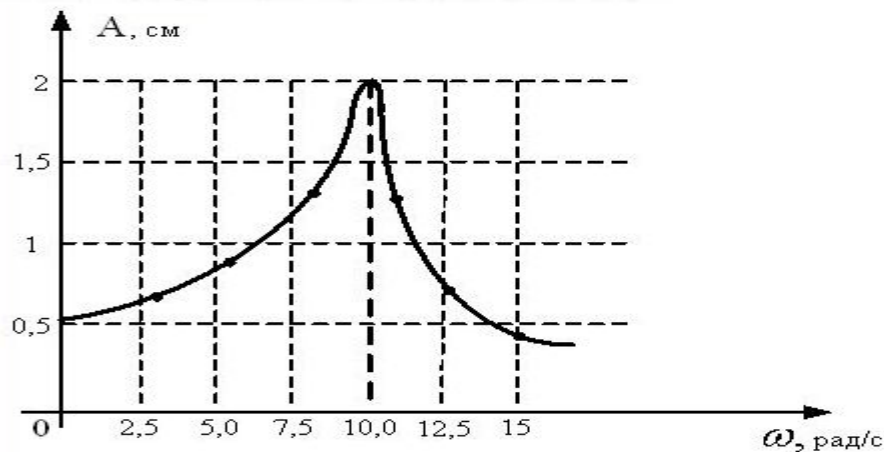
$$A_{\max} = 0.02 \text{ м}$$

$$W_{\max} = (10 * 0.02^2) / 2 = 0.002 \text{ Дж}$$

Ответ: 1.

Задание № 3

На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний груза массой 0,1 кг на пружине от частоты внешней силы. Коэффициент жесткости пружины равен...



Варианты ответов

- 1) ☐ 10 Н/м 2) ☐ 100 Н/м 3) ☐ 1000 Н/м 4) ☐ 1 Н/м

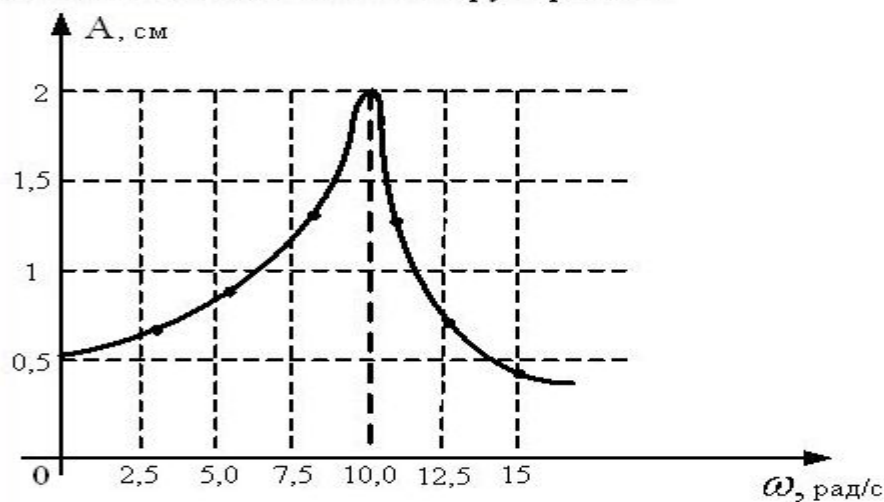
$$K(\text{коэф. жёсткости}) = m \omega(\text{частота собств.})^2$$

$$K = 0,1 * 10^2 = 10 \text{ Н/м}$$

Ответ: 1.

Задание № 4

На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний груза на пружине с жесткостью $k = 10 \text{ Н/м}$ от частоты внешней силы. Масса колеблющегося груза равна...



Варианты ответов

- 1) ☐ 10 кг 2) ☐ 1 т 3) ☐ 0,01 кг 4) ☐ 0,1 кг

$$K(\text{коэф. жёсткости}) = m \omega(\text{частота собств.})^2$$

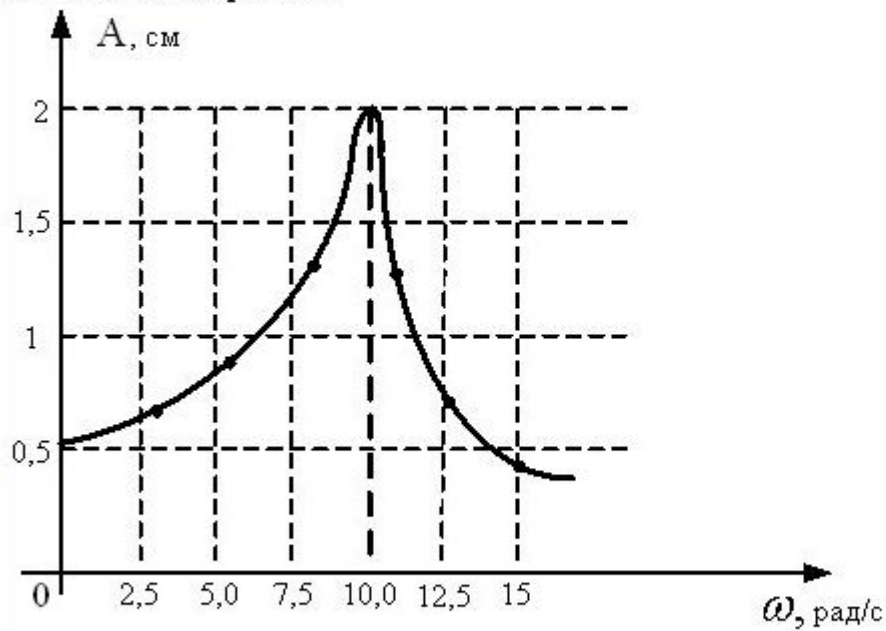
$$m = K / \omega^2$$

$$m = 10 / 10^2 = 0.1 \text{ кг}$$

Ответ: 4.

Задание № 5

На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний математического маятника от частоты внешней силы. Длина нити маятника равна...



Варианты ответов

- 1) ☐ 1м 2) ☐ 0,1м 3) ☐ 0,2м 4) ☐ 0,02м

При слабом затухании резонансная частота практически равна собственной частоте колебаний маятника

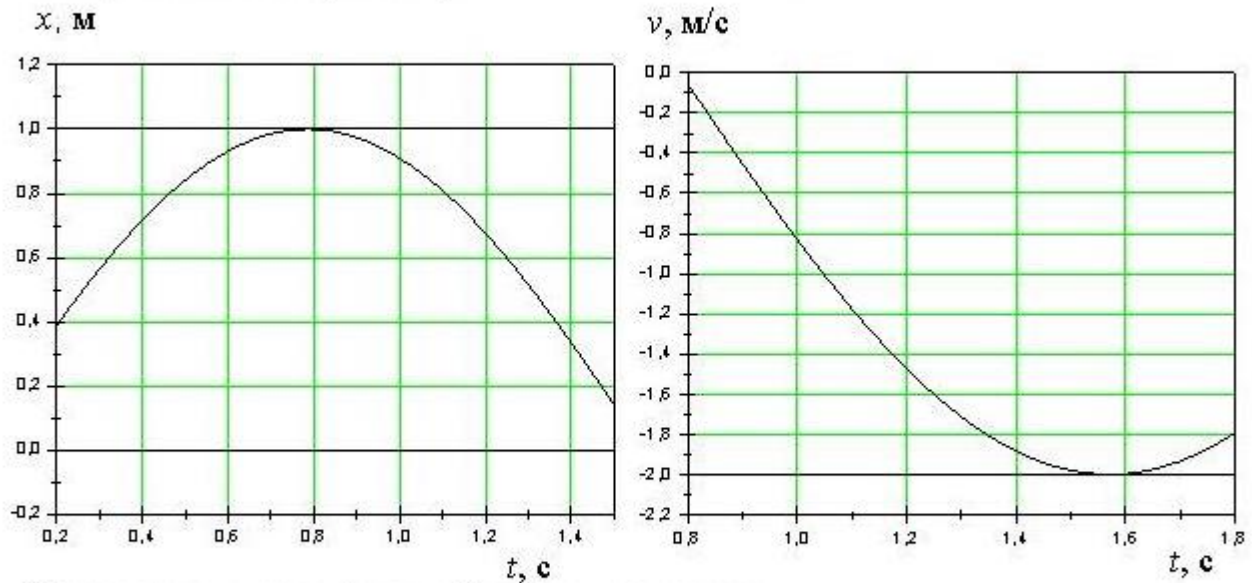
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2}$$

$$l = \frac{10}{10^2} = 0,1 \text{ м}$$

Ответ: 2

Задание № 6

На рисунках изображены зависимости от времени координаты и скорости материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна

Варианты ответов

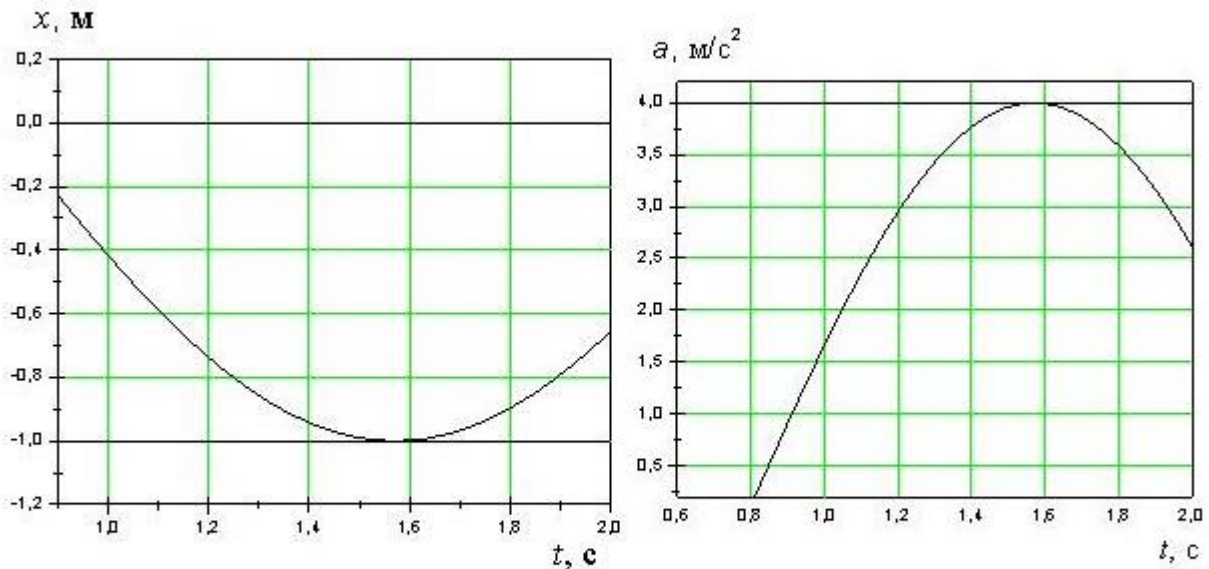
- 1) ☐ 3 с^{-1} 2) ☐ 2 с^{-1} 3) ☐ 1 с^{-1} 4) ☐ 4 с^{-1}

При гармонических колебаниях смещение точки от положения равновесия изменяется со временем по закону синуса или косинуса. Пусть $X = x_{0.8} \cos \omega t$. Скорость - первая производная по времени от смещения точки: $v = -\omega x_{0.8} \sin \omega t$. Отсюда амплитудное значение скорости $v_m = \omega x_m$. Отсюда $\omega = \frac{v_m}{x_m}$. Приведенные графики позволяют найти $v_{1.6} = \frac{2\text{м}}{\text{с}}$ и $x_{0.8} = 1$. Тогда циклическая частота колебаний точки $\omega = \sqrt{\frac{2}{1}} = 2 \text{ с}^{-1}$.

Ответ: 2

Задание № 7

На рисунках изображены зависимости от времени координаты и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна

Варианты ответов

- 1) ☐ 3 с^{-1} 2) ☐ 1 с^{-1} 3) ☒ 4 с^{-1} 4) ☐ 2 с^{-1}

Перемещение точки по гармоническому закону: $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$.

Проекция скорости: $v_x = \frac{dx}{dt} = A \cos(\omega t + \varphi_0)$.

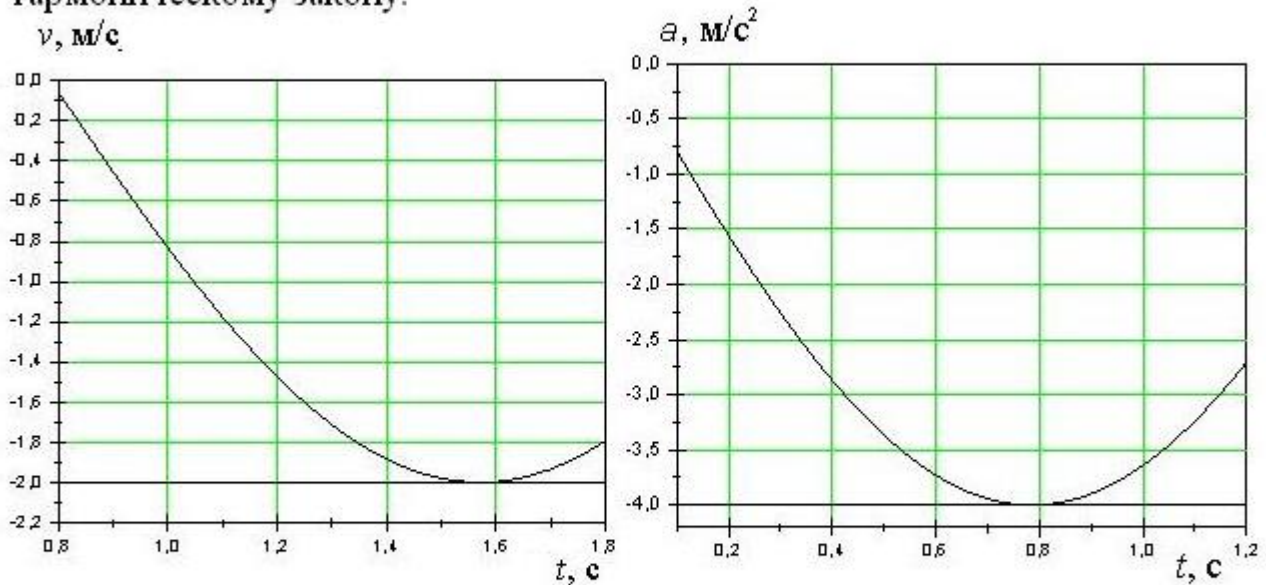
Проекция ускорения: $a_x = \frac{dv_x}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$.

Тогда $a_x = -\omega^2 x \Rightarrow \omega = \sqrt{-\frac{a_x}{x}}$. Из графиков видно, что при $t = 1,6 \text{ с}$ значения $x = -1 \text{ м}$, $a = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Тогда $\omega = \sqrt{\frac{4}{1}} = 2 \text{ с}^{-1}$.

Ответ: 4.

Задание №8

На рисунках изображены зависимости от времени скорости и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна

Варианты ответов

- 1) ☐ 4 c^{-1} 2) ☐ 1 c^{-1} 3) ☒ 3 c^{-1} 4) ☐ 2 c^{-1}

Амплитудные значения скорости и ускорения определяются по формулам:

$$v = A\omega$$

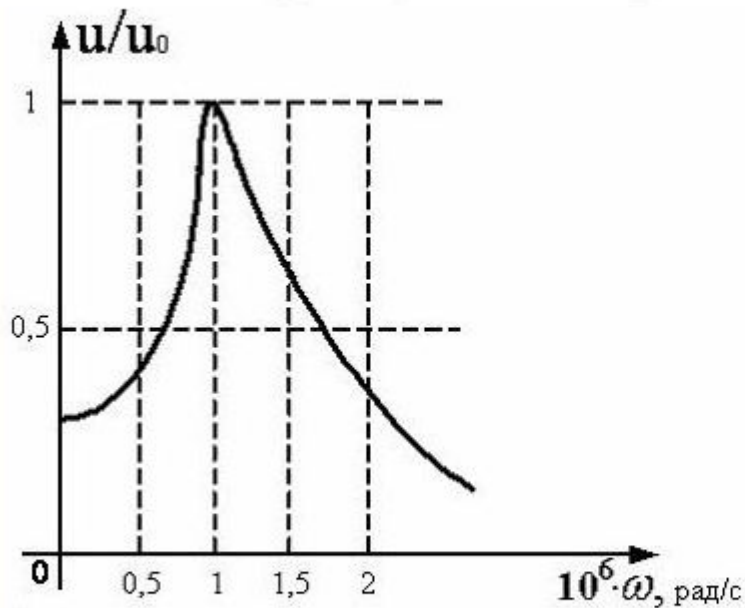
$$a = A\omega^2$$

где A - амплитуда координаты, ω - циклическая частота. Используя графики, находим: $v = 2 \text{ м / с}$; $a = 4 \text{ м/с}^2$. $\Rightarrow \omega = \frac{a}{v} = 2 \text{ c}^{-1}$

Ответ: 4.

Задание № 9

На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний напряжения на конденсаторе емкостью 1нФ, включенного в колебательный контур. Индуктивность катушки этого контура равна...



Варианты ответов

- 1) ☐ 1мГн 2) ☐ 10мГн 3) ☐ 0,1мГн 4) ☐ 100мГн

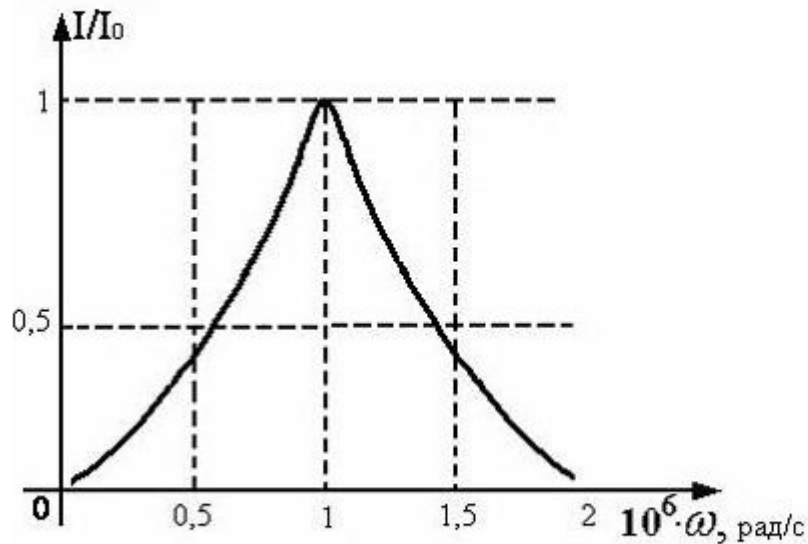
$T = 2\pi\sqrt{CL}$ – формула Томсона

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{CL}}, \text{ отсюда } L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{10^{-9} \cdot (10^6)^2} = 10^{-3} \text{ Н}$$

Ответ: 1

Задание № 10

На рисунке представлена зависимость относительной амплитуды колебаний силы тока в катушке индуктивностью 1 мГн, включенной в колебательный контур. Емкость конденсатора этого контура равна...



Варианты ответов

- 1) ☐ 0,1нф 2) ☐ 1нф 3) ☐ 100нф 4) ☐ 10нф

Резонансная частота $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow$

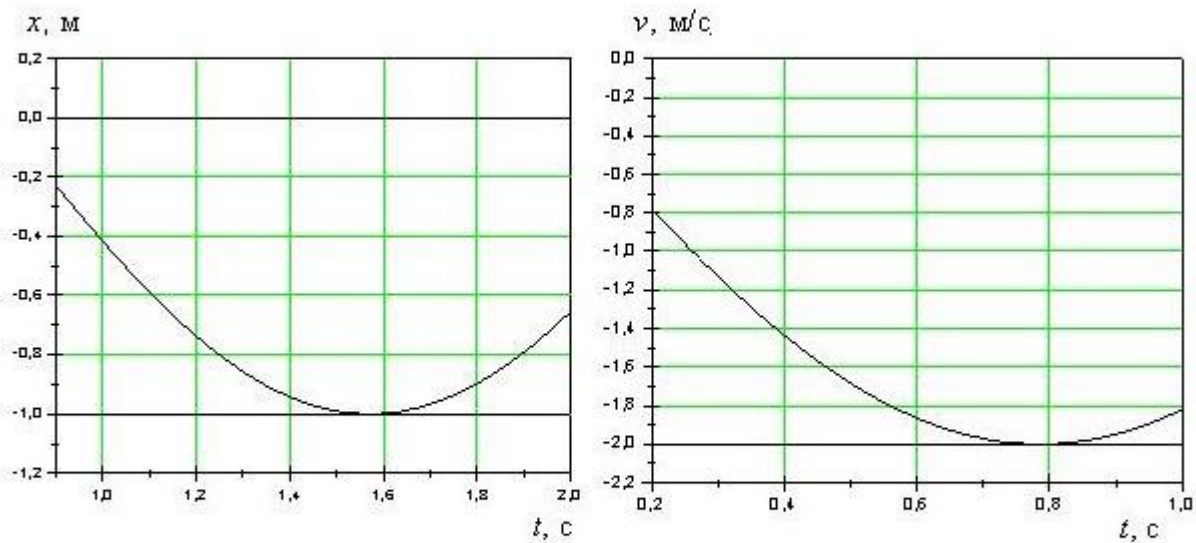
Как видим, в момент амплитуды силы тока, $\omega = 1 * 10^6 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} =$

$$\frac{1}{10^{-3} \cdot (10^6)^2} = 1 \text{ нФ}$$

Ответ: 2

Задание № 11

На рисунках изображены зависимости от времени координаты и скорости материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна

Варианты ответов

- 1) ☐ 4 с^{-1} 2) ☐ 1 с^{-1} 3) ☒ 3 с^{-1} 4) ☐ 2 с^{-1}

Т.к это гармонические колебания, то смещение точки определяется по закону синуса или косинуса. $x = x_0 \cos \omega t$

$$v = x' = -\sin \omega^2 t$$

$$v_0 = \omega x_0 \Rightarrow \omega = \frac{v_0}{x_0} = \frac{2}{1} = 2 \text{ с}^{-1}$$

Ответ: 4

Задание № 12

Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменном омическом сопротивлении в колебательном контуре увеличить в 2 раза индуктивность катушки, то время релаксации...

Варианты ответов

- 1) ☐ увеличится в 4 раза
- 2) ☐ уменьшится в 2 раза
- 3) ☐ увеличится в 2 раза
- 4) ☐ уменьшится в 4 раза

Амплитуда затухающих колебаний экспоненциально убывает со временем:

$$A = A_0 e^{-\beta t}$$

Коэффициент затухания определяется: $\beta = \frac{r}{2m}$.

Время релаксации $t = \frac{1}{\beta} = \frac{2L}{R}$ - время, за которое амплитуда затухающих колебаний уменьшается в раз. Отсюда видно, что если увеличить в 2 раза индуктивность катушки, то время релаксации увеличится в 2 раза.

Ответ: 3