



Запишем закон сохр. энергии
для перехода бруска из x_0 в x_1 (или
для половины одного колебания):

$$\frac{kx_0^2}{2} = A_{\text{тр}} + \frac{kx_1^2}{2}$$

$$\frac{kx_0^2}{2} = \mu mg(x_0 + x_1) + \frac{kx_1^2}{2} \Rightarrow \checkmark$$

$$\Rightarrow k(x_0^2 - x_1^2) = 2\mu mg(x_0 + x_1);$$

$$k(x_0 - x_1) = 2\mu mg$$

$$\Delta x_{\frac{1}{2}} = \frac{2\mu mg}{k}$$

Таким образом получим значение Δx , на
которое каждые пол колебания уменьшается амплитуда
колебаний. Т.е. для полного одного колебания будет:

$$\Delta x_1 = 2\Delta x_{\frac{1}{2}} = \frac{4\mu mg}{k}$$

Для N колебаний покажем, что $\Delta x_{\text{общ}} = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n = x_0$.
Тогда:

$$x_0 = \frac{4\mu mg}{k} \cdot N \Rightarrow k = \frac{4\mu mg \cdot N}{x_0}$$

Ответ: $k = \frac{4\mu mg N}{x_0} - ?$

12



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Уфимский государственный
нефтяной технический университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94763 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	1	2	1	6	1	6	1	2	2	4								
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

	9	2	девятьюстами два												Кураш				
--	---	---	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	--	--	--	--

N 1

Индукционный ток возникает при изменении магнитного потока через площадь, ограничивающую проводник.

Изменение же магнитного потока возникает при изменении либо площади, либо при изменении величины магнитной индукции. По условию задачи площадь - постоянна. Таким образом, индукционный ток возникает тогда, когда изменяется величина магнитной индукции поля. По графику видно, что она изменяется лишь первые 3 секунды, а в промежутке от 3 до 5 она постоянна. Таким образом, ток будет течь по коевеу только в промежутке времени от нуля до 3 или 3 секунды.

Ответ: 3 секунды.

12



$$\begin{aligned}
 1) \sigma_{\text{ркв}} &= \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{\frac{m}{N}}} = \sqrt{\frac{3kT}{\frac{m}{2N_A}}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \Rightarrow \\
 \Rightarrow T &= \frac{\sigma_{\text{ркв}}^2 \cdot \mu}{3R}; \quad \text{Таким образом:} \\
 T_1 &= \frac{\mu \sigma_1^2}{3R}; \quad T_2 = \frac{\mu \sigma_2^2}{3R}
 \end{aligned}$$

2) Запишем ур-е М-Кл. для состояний (1) и (2) (с учётом того, что (1-2) изохорный):

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1)$$

3) Запишем закон Шарля для (1-2) и (3-4):

$$(1-2) \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad (3-4): \frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} \quad (2)$$

4) Подставим уравнения (1) и (2):

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} \Rightarrow T_4 = T_2 = \sqrt{T_1 \cdot T_3} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 5) A &= A_{23} - A_{14} = \cancel{p_1(V_3 - V_1)} - \cancel{p_2(V_4 - V_1)} - p_3 V_3 + p_1 V_1 - p_4 V_4 = \\
 &= p_2(V_3 - V_2) - p_1(V_4 - V_1) = p_3 V_3 - p_2 V_2 - p_4 V_4 + p_1 V_1 \quad (\text{из ур. М-Кл})
 \end{aligned}$$

$$= \nu R (T_3 - T_2 - T_4 + T_1) = \nu R (T_3 + T_1 - 2\sqrt{T_1 \cdot T_3}) = \nu R (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2 \quad (\text{с учётом (3)})$$

$$\text{Учитывая пункт 4): } A = \nu R \cdot \frac{\mu}{3R} (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = \frac{\nu \mu}{3} (\sigma_3 - \sigma_1)^2$$

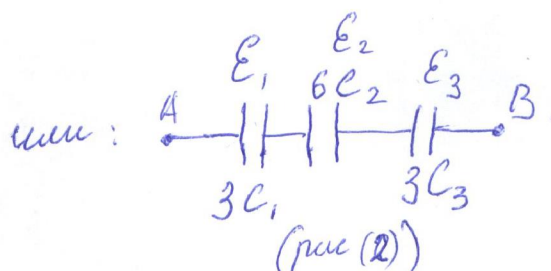
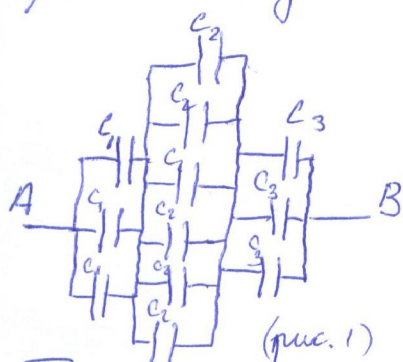
$$A = \frac{2 \cdot 0,028}{3} \cdot (400 - 300)^2 \approx 2386,67 \text{ Дж} \approx 3 \text{ кДж}$$

Ответ: $A \approx 3 \text{ кДж}$.

16



Для начала перерисуем батарею конденсаторов в более привлекательный вид:



Тогда при $t = 0^\circ\text{C}$ для всех конденсаторов $\epsilon_{\text{общ}} = \epsilon_0$:

$$\epsilon_0 = \left(\frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} + \frac{1}{3C_3} \right)^{-1} = \frac{1,5C_1 \cdot 6C_2}{7,5C_1} = 1,2C_1 = 1,2 \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

Также, для простоты записи заменим константу $\frac{\epsilon_0 S}{d}$ буквой a (это не имеет значения так как очевидно, что данная часть впоследствии сократится).

Тогда $\epsilon_0 = 1,2 \epsilon \cdot a = 4,8 \cdot a$ ($\epsilon = 4$)

Теперь найдем общую электроемкость во втором случае: согласно условию и (рис 2): $\epsilon_1 = \epsilon_3 = \epsilon + 0,1 \cdot 10^9 = 4 + 1 = 5 \epsilon$

$$\epsilon_2 = \epsilon - 0,1 \cdot 20 = 4 - 2 = 2$$

Тогда $C_1 = C_3 = 5a$; $C_2 = 2a$, а $C'_{\text{общ}} = C'_0 = \left(\frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} \right)^{-1} =$

$$= \frac{7,5a \cdot 12a}{19,5a} = \frac{90a}{19,5}$$

Тогда искомое отношение $\frac{C'_0}{\epsilon_0}$:

$$\frac{C'_0}{\epsilon_0} = \frac{\frac{90a}{19,5}}{4,8a} = \frac{90}{93,6} \approx 0,9615. \text{ Ответ: } \frac{C'_0}{\epsilon_0} = 0,9615$$

24



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Уфимский государственный
нефтяной технический университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94763 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



№5.

1) Рассмотрим движение ~~материальной~~ обруча, как движение материальной точки с массой m , расположенной ~~грубо говоря~~ на месте центра обруча. Тогда (либо по-другому относительно центра масс обруча). Тогда закон сохр. энергии:

$$mg \cdot 3R = \frac{mv^2}{2} + mgR; 2gR = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{4gR} = 2\sqrt{gR}. \quad (1)$$

2) Скорость v - та скорость, с которой движется центр ~~масс~~ обруча. Тогда скорость всех точек ~~относительно земли~~,

принадлежащих непосредственно обручу (т.е. лежащих на окружности) равна $2v$ (относительно земли, очевидно) или $v_0 = 2v = 4\sqrt{gR}$ (учитывая (1)) (2)

3) Рассмотрим движение ~~малого участка~~ обруча

массой m_0 и углом α . Так как длина этой дуги мала, то можно сказать, что центр масс ~~на ней~~ также лежит на данной дуге. Из условия пополюс, что сила упругости, возникающая в результате вращения ~~равна~~ сумме всех ~~центростремительных сил~~ ~~применяем~~ ~~учитав~~ ~~мощно~~ ~~без~~ ~~учета~~ ~~силы~~ ~~тяжести~~, т.к. ~~и~~ ~~масса~~ ~~сверху~~ ~~силы~~ ~~тяжести~~ ~~будет~~ ~~в~~ ~~различных~~ ~~точках~~ ~~сегмента~~ ~~будет~~ ~~высказываться~~ ~~с~~ ~~различными~~ ~~знаками~~ ~~на~~ ~~центростремительную~~ ~~силу~~, а с учетом симметрии (так как обруч - окружность) ~~высказываться~~ ~~на~~ ~~силу~~ ~~упругости~~ ~~будет~~ ~~скомпенсировано~~ ~~или~~ ~~равно~~ ~~нулю~~, грубо говоря. Тогда $F_{y0} = F_{y0} = m_0 a_y = \frac{m_0 v^2}{R} = \frac{16m_0 g R}{R} = 16g m_0$

$$m_0 = m \cdot \frac{\alpha}{2\pi}; \text{ Тогда: } F_{y0} = \frac{16mg}{2\pi} \cdot \alpha = \frac{8mg}{\pi} \cdot \alpha$$

$$\text{Тогда искомая сила упругости } F_y = \int_0^{2\pi} F_{y0} d\alpha = \frac{8mg}{\pi} \int_0^{2\pi} \alpha d\alpha = \frac{8mg}{\pi} \cdot \frac{\alpha^2}{2} \Big|_0^{2\pi} = 16mg\pi$$

$$\text{Ответ: } F_y = 16mg\pi$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Уфимский государственный
нефтяной технический университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

94763 Класс

11

Вариант 2

Дата

20.02.2022



Дано:

$$n = 1,33$$

$$\nu = 4,4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$\lambda = ?$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} \lambda \cdot \nu &= c \\ \nu &= \frac{c}{\lambda} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda \nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu}$$

при переходе из одной среды в другую
осаётся постоянной только частота. Поэтому:

$$\lambda = \frac{c}{\nu n}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 4,4 \cdot 10^{14}} \approx 513 \cdot 10^{-9} \text{ (м)} = 513 \text{ (нм)}$$

Ответ: $\lambda = 513 \text{ нм}$

16