



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

$$E = mc^2$$

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}$$

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

Физика

Площадка написания

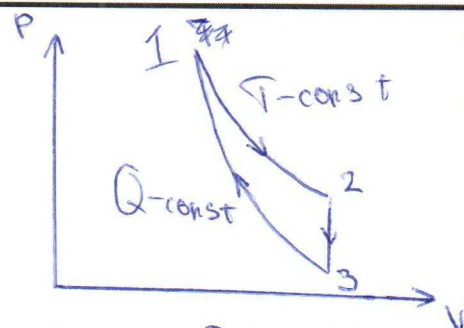
Санкт-Петербургский горный университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Известно:  
 $\eta; \Delta T; V = 1 \text{ моль}$   
 $A_{1-2} = ?$



$$T_1 = T_2$$

$$2-3: V = \text{const} \Rightarrow$$

$$P \sim T; P \text{ уменьшается} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_3 < T_2 \Rightarrow$$

$$T_3 < T_1 \Rightarrow$$

$$\Delta T = T_1 - T_3 \text{ или}$$

$$\Delta T = T_2 - T_3$$

$$1-2: T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0,$$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12}, \text{ и } Q = A + \Delta U;$$

$$2-3: V = \text{const} \Rightarrow A_{23} = 0, \text{ и } A = p \Delta V;$$

$$\Delta V = 0 \Rightarrow |Q_{23}| = |\Delta U_{23}|$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$3-1: Q = 0$$

$$\Rightarrow Q_{\text{холод}} = Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_{\text{нагр}} = Q_{12} = A_{12}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}; Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{х}}}{1 - \eta}; A_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{1 - \eta} =$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\nu R \Delta T}{(1 - \eta)}; \text{ подставив } V = 1 \text{ моль}; A_{12} =$$

$$= \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot \Delta T}{1 - \eta} = 12,465 \frac{\Delta T}{1 - \eta} (Дж)$$

$$\text{Ответ: } A_{12} = \frac{3}{2} \frac{\nu R \Delta T}{(1 - \eta)} = 12,465 \frac{\Delta T}{1 - \eta} (Дж)$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный университет

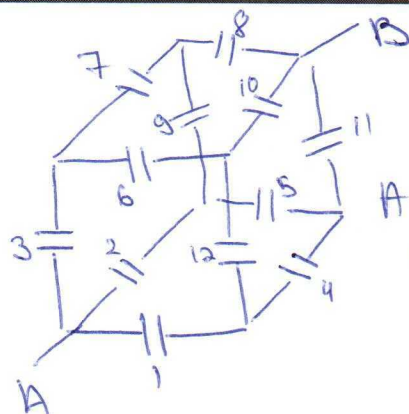
Шифр 90112 Класс

11

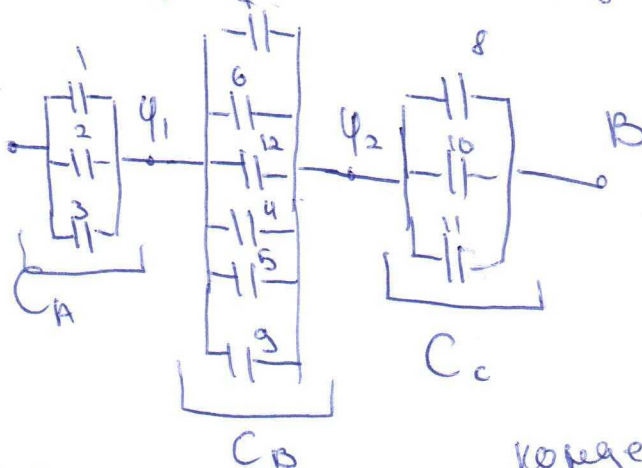
Вариант 1 Дата 20.02.2022



№6



Построим эквивалентную схему



$$C_N = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$C_0 = \epsilon_0 \cdot S \Rightarrow C_N = \epsilon \cdot C_0$$

При  $0^\circ\text{C}$  ( $\epsilon$ -у всех  $= 4 \Rightarrow C_N = 4C_0$ )

$$C_A = C_1 + C_2 + C_3 = 4C_0 \cdot 3 = C_C = 12C_0$$

$$C_B = C_7 + C_6 + C_{12} + C_4 + C_5 + C_9 = 4C_0 \cdot 6 = 24C_0$$

$$\frac{1}{C_I} = \frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_B} + \frac{1}{C_C} = \frac{1}{12C_0} + \frac{1}{24C_0} + \frac{1}{12C_0}$$

$$C_I = 4,8C_0$$

При измен  $t^\circ$  (на 1; 2; 3; 8; 10; 11  $\rightarrow \epsilon_- = \epsilon - 10 \cdot 0,1 = 3$ , а у остальных  $\epsilon_+ = \epsilon + 20 \cdot 0,1 = 6$ )

$$C_A' = C_1' + C_2' + C_3' = 3C_0 \cdot 3 = 9C_0 = C_C'$$

$$C_B' = C_7' + C_6' + C_{12}' + C_4' + C_5' + C_9' = 6C_0 \cdot 6 = 36C_0$$

$$\frac{1}{C_I'} = \frac{1}{C_A'} + \frac{1}{C_B'} + \frac{1}{C_C'} = \frac{1}{9C_0} + \frac{1}{36C_0} + \frac{1}{9C_0}$$

$$C_I' = 4C_0; \quad \frac{C_I'}{C_I} = \frac{4C_0}{4,8C_0} = \frac{1}{1,2} \approx 0,833$$

Ответ:  $\frac{C_I'}{C_I} = 0,833$

конденсаторы  
1; 2; 3 - выход из А  
8; 10; 11 - выход из В





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный университет

Шифр 90112 Класс

11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



1.0  $\lambda_1 = 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ м}$   $\lambda_2 = 2,6 \cdot 10^{-11} \text{ м}$

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow E_1 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^{-11}} = 8,2875 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

$$E_2 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,6 \cdot 10^{-11}} = 7,65 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

$$\omega = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{8,2875 - 7,65}{8,2875} = \frac{(8,2875 - 7,65) \cdot 10^{-15}}{8,2875 \cdot 10^{-15}} \approx 0,0769 \text{ или } 7,69\%$$

Ответ: 7,69%

1.0

На тело  $q$ :  $Ox: F_k = m \cdot a_{tr}$   
 $Oy: T - mg = a_{ц.с} \cdot m$   
 $a_{ц.с} = \frac{v^2}{L}$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + A_{F_k}; A_{F_k} = \bar{F}_k \cdot S = \left( \frac{F_{kA} + F_{kA'}}{2} \right) (S_A - S_{A'})$$

средняя сила Куло

$$F_{kA} = \frac{kq^2}{S_A^2} = \frac{kq^2}{5L^2}$$

$$F_{kA'} = \frac{kq^2}{L^2} = \frac{kq^2}{S_{A'}^2}$$

$$A_{F_k} = \left( \frac{\frac{kq^2}{5L^2} + \frac{kq^2}{L^2}}{2} \right) \cdot (\sqrt{5} \cdot L - L) = \frac{kq^2 \cdot 0,6 \cdot (\sqrt{5} - 1)}{L}$$

Продолжение на стр 4.



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

$$E = mc^2$$



Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный  
университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



NS (продолжение)

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2 \cdot 0,6(\sqrt{5}-1)}{L}; \quad v^2 = 2gL + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L \cdot m}$$

$$a_{y.c.} = \frac{v^2}{L} = 2g + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2 \cdot m}$$

$$\begin{aligned} T &= m(a_{y.c.} + g) = m\left(3g + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2 \cdot m}\right) = \\ &= 3mg + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2} \end{aligned}$$

от:  $N = T$

$$N = 3mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot 1,2(\sqrt{5}-1) \text{ или } \approx 3mg + 1,48 \frac{kq^2}{L^2}$$

$$\text{Ответ: } N = 3mg + 1,2(\sqrt{5}-1) \cdot \frac{kq^2}{L^2} \approx 3mg + 1,48 \frac{kq^2}{L^2}$$





ОТРАСЛЕВАЯ  
ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ

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



$(ab)c = a(bc)$   $E = mc^2$   $H$

Физика

Площадка написания  
Санкт-Петербургский горный  
университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

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

|                |   |                    |   |   |   |         |   |   |   |
|----------------|---|--------------------|---|---|---|---------|---|---|---|
| 1              | 2 | 3                  | 4 | 5 | 6 | 7       | 8 | 9 | 0 |
| 1              | 2 | 0                  | 4 | 1 | 6 | 1       | 6 | 1 | 6 |
| Оценка цифрами |   | Оценка прописью    |   |   |   | Подпись |   |   |   |
| 8 8            |   | восемьдесят восемь |   |   |   | /       |   |   |   |

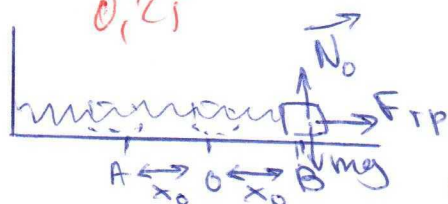
1.0/1  $\mathcal{E}_i = -\varphi' = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

Индукционный ток течет при изменении магнитного потока /  $\Phi = S \cdot B \cdot \cos \alpha$ , но тк  $\alpha = 0 \Rightarrow \Phi = SB$  / кольцо не поворачивается  $\Rightarrow$  Магнитный поток изменяется из-за изменения магнитной индукции  $\Rightarrow$  из графика узнаем, что магнитная индукция изменялась с момента  $t_1 = 1\text{с}$  до  $t_2 = 4\text{с} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = 4 - 1 = 3\text{с}$  - такое время протекания индукционного тока

Ответ: 3с

1.2.

0,25



По закону сохранения энергии:

$\frac{kx_0^2}{2} - A_{тр} = 0$  ;  $F_{гр} = \mu N_0$  ;  $N_0 = mg$  ;  $F_{тр} = \mu mg$

$A_{тр} = F_{тр} \cdot S$

S - суммарное расстояние пройдет брусок

Тк с каждым колебанием амплитуда будет уменьшаться на одну и ту же расстояние  $\Rightarrow$

$\Rightarrow S = (x_0 + x_1 + \dots + x_N) \cdot 4 = 4 \cdot \frac{(x_0 + x_N) \cdot N}{2}$  ;  $x_N = x_0 - d(N-1)d = \frac{x_0}{N} \Rightarrow$

$\Rightarrow S = 4 \cdot (x_0 + \frac{x_0}{N}) \cdot \frac{N}{2} = 2x_0(N+1) \Rightarrow$

$\frac{kx_0^2}{2} = \mu mg \cdot 2x_0(N+1)$  ;  $\mu = \frac{kx_0}{4 \cdot m \cdot g(N+1)}$

Ответ:  $\mu = \frac{kx_0}{4 \cdot m \cdot g(N+1)}$

$\frac{x_0}{N} = \frac{x_0}{N}$



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

$$E = mc^2$$

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}$$

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

Физика

Площадка написания

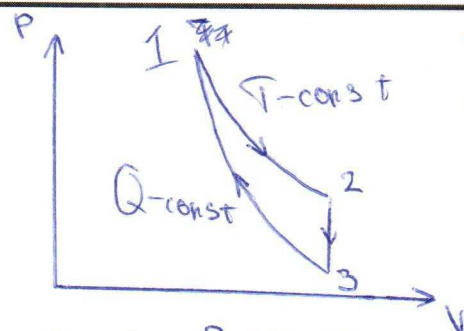
Санкт-Петербургский горный университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Из дано:  
 $\eta; \Delta T; V = 1 \text{ моль}$   
 $A_{1-2} = ?$



$$T_1 = T_2$$

$$2-3: -V = \text{const} \Rightarrow P \sim T; P \text{ уменьшается} \Rightarrow T_3 < T_2 \Rightarrow T_3 < T_1$$

$$\Delta T = T_1 - T_3 \text{ или } \Delta T = T_2 - T_3$$

$$1-2: T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0, \text{ так } \Delta T = 0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12}, \text{ и } Q = A + \Delta U;$$

$$2-3: V = \text{const} \Rightarrow A_{23} = 0, \text{ и } A = p \Delta V;$$

$$\Delta V = 0 \Rightarrow |Q_{23}| = |\Delta U_{23}|$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$3-1: Q = 0$$

$$\Rightarrow Q_{\text{холод}} = Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_{\text{нагр}} = Q_{12} = A_{12}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}; Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{х}}}{1 - \eta}; A_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{1 - \eta} =$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\nu R \Delta T}{(1 - \eta)}; \text{ подставив } V = 1 \text{ моль}; A_{12} = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot \Delta T}{1 - \eta} = 12,465 \frac{\Delta T}{1 - \eta} (Дж)$$

$$\text{Ответ: } A_{12} = \frac{3}{2} \frac{\nu R \Delta T}{(1 - \eta)} = 12,465 \frac{\Delta T}{1 - \eta} (Дж)$$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный университет

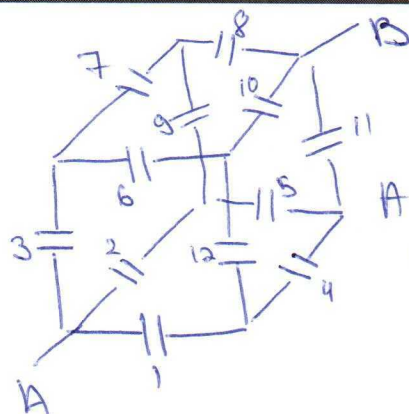
Шифр 90112 Класс

11

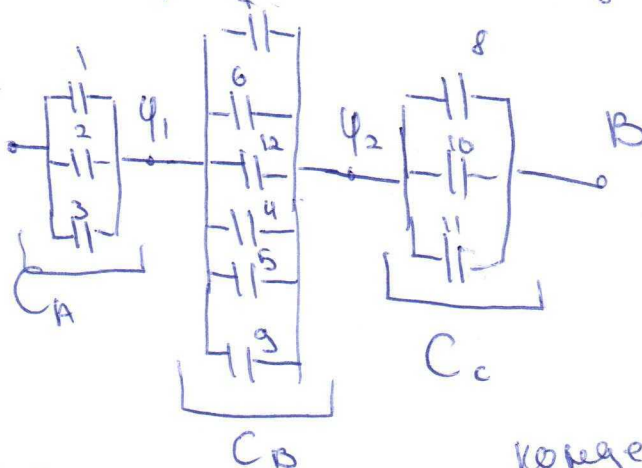
Вариант 1 Дата 20.02.2022



№6



Построим эквивалентную схему



$$C_N = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} \Rightarrow C_N = \epsilon \cdot C_0$$

При  $0^\circ\text{C}$  ( $\epsilon$ -у всех  $= 4 \Rightarrow C_N = 4C_0$ )

$$C_A = C_N = C_1 + C_2 + C_3 = 4C_0 \cdot 3 = C_C = 12C_0$$

$$C_B = C_7 + C_6 + C_{12} + C_4 + C_5 + C_9 = 4C_0 \cdot 6 = 24C_0$$

$$\frac{1}{C_{II}} = \frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_B} + \frac{1}{C_C} = \frac{1}{12C_0} + \frac{1}{24C_0} + \frac{1}{24C_0}$$

$$C_{II} = 4,8C_0$$

При измен  $t^\circ$  (на 1; 2; 3; 8; 10; 11  $\rightarrow \epsilon_- = \epsilon - 10 \cdot 0,1 = 3$ , а у остальных  $\epsilon_+ = \epsilon + 20 \cdot 0,1 = 6$ )

$$C_A' = C_1' + C_2' + C_3' = 3C_0 \cdot 3 = 9C_0 = C_C'$$

$$C_B' = C_7' + C_6' + C_{12}' + C_4' + C_5' + C_9' = 6C_0 \cdot 6 = 36C_0$$

$$\frac{1}{C_{II}'} = \frac{1}{C_A'} + \frac{1}{C_B'} + \frac{1}{C_C'} = \frac{1}{9C_0} + \frac{1}{36C_0} + \frac{1}{36C_0}$$

$$C_{II}' = 4C_0$$

$$\frac{C_{II}'}{C_{II}} = \frac{4C_0}{4,8C_0} = \frac{1}{1,2} \approx 0,833$$

Ответ:  $\frac{C_{II}'}{C_{II}} = 0,833$

конденсаторы  
1; 2; 3 - выход из А  
8; 10; 11 - выход из В



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



1.0  $\lambda_1 = 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ м}$   $\lambda_2 = 2,6 \cdot 10^{-11} \text{ м}$

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow E_1 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^{-11}} = 8,2875 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

$$E_2 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,6 \cdot 10^{-11}} = 7,65 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

$$\omega = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{8,2875 - 7,65}{8,2875} = \frac{(8,2875 - 7,65) \cdot 10^{-15}}{8,2875 \cdot 10^{-15}} \approx 0,0769 \text{ или } 7,69\%$$

Ответ: 7,69%

1.0

На тело  $q$ :  $Ox: F_k = m \cdot a_{tr}$   
 $Oy: T - mg = a_{ц.с} \cdot m$   
 $a_{ц.с} = \frac{v^2}{L}$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + A_{F_k}; A_{F_k} = \bar{F}_k \cdot S = \left( \frac{F_{kA} + F_{kA'}}{2} \right) (S_A - S_{A'})$$

средняя сила Куло

$AC = S_A$   
 $AC = \sqrt{L^2 + 4L^2} = L\sqrt{5} = S_A$   
 $S_{A'} = A'C = L$

$$F_{kA} = \frac{kq^2}{S_A^2} = \frac{kq^2}{5L^2}$$

$$F_{kA'} = \frac{kq^2}{L^2} = \frac{kq^2}{S_{A'}^2}$$

$$A_{F_k} = \left( \frac{\frac{kq^2}{5L^2} + \frac{kq^2}{L^2}}{2} \right) \cdot (\sqrt{5} \cdot L - L) = \frac{kq^2 \cdot 0,6 \cdot (\sqrt{5} - 1)}{L}$$

Продолжение на стр 4.





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

$$E = mc^2$$



Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский горный  
университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



NS (продолжение)

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2 \cdot 0,6(\sqrt{5}-1)}{L}; \quad v^2 = 2gL + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L \cdot m}$$

$$a_{y.c.} = \frac{v^2}{L} = 2g + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2 \cdot m}$$

$$\begin{aligned} T &= m(a_{y.c.} + g) = m\left(3g + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2 \cdot m}\right) = \\ &= 3mg + \frac{kq^2 \cdot 1,2(\sqrt{5}-1)}{L^2} \end{aligned}$$

от:  $N = T$

$$N = 3mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot 1,2(\sqrt{5}-1) \text{ или } \approx 3mg + 1,48 \frac{kq^2}{L^2}$$

$$\text{Ответ: } N = 3mg + 1,2(\sqrt{5}-1) \cdot \frac{kq^2}{L^2} \approx 3mg + 1,48 \frac{kq^2}{L^2}$$



ОТРАСЛЕВАЯ  
ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ

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



$(ab)c = a(bc)$   $E = mc^2$   $H$

Физика

Площадка написания  
Санкт-Петербургский горный  
университет

Шифр 90112 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

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

|                |   |                    |   |   |   |         |   |   |   |
|----------------|---|--------------------|---|---|---|---------|---|---|---|
| 1              | 2 | 3                  | 4 | 5 | 6 | 7       | 8 | 9 | 0 |
| 1              | 2 | 0                  | 4 | 1 | 6 | 1       | 6 | 1 | 6 |
| Оценка цифрами |   | Оценка прописью    |   |   |   | Подпись |   |   |   |
| 8 8            |   | восемьдесят восемь |   |   |   | /       |   |   |   |

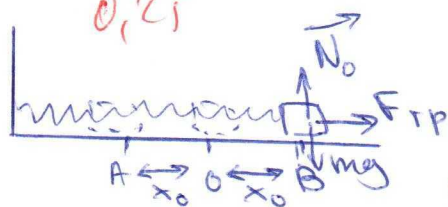
1.0/1  $\mathcal{E}_i = -\varphi' = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t}$

Индукционный ток течет при изменении магнитного потока /  $\varphi = S \cdot B \cdot \cos \alpha$ , но тк  $\alpha = 0 \Rightarrow \varphi = SB$  / кольцо не поворачивается  $\Rightarrow$  Магнитный поток изменяется из-за изменения магнитной индукции  $\Rightarrow$  из графика узнаем, что магнитная индукция изменялась с момента  $t_1 = 1c$  до  $t_2 = 4c \Rightarrow$   
 $\Delta t = t_2 - t_1 = 4 - 1 = 3c$  - такое время протекания индукционного тока

Ответ: 3c

1.2.

0,25



По закону сохранения энергии:

$\frac{kx_0^2}{2} - A_{тр} = 0$  ;  $F_{тр} = \mu N_0$  ;  $N_0 = mg$   
 $F_{тр} = \mu mg$

$A_{тр} = F_{тр} \cdot S$

S - суммарное расстояние пройдет брусок

Тк с каждым колебанием амплитуда будет уменьшаться на одну и ту же расстояние  $\Rightarrow$

$\Rightarrow S = (x_0 + x_1 + \dots + x_N) / 4 = 4 \cdot \frac{(x_0 + x_N) \cdot N}{2}$  ;  $x_N = x_0 - d(N-1) \cdot d = \frac{x_0}{N} \Rightarrow$

$\Rightarrow S = 4 \cdot (x_0 + \frac{x_0}{N}) \cdot \frac{N}{2} = 2x_0(N+1) \Rightarrow$

$\frac{kx_0^2}{2} = \mu mg \cdot 2x_0(N+1)$  ;  $\mu = \frac{kx_0}{4 \cdot m \cdot g(N+1)}$

Ответ:  $\mu = \frac{kx_0}{4 \cdot m \cdot g(N+1)}$

$\frac{x_0}{N} = \frac{x_0}{N}$