



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

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

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

Физика

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



$$\hookrightarrow \Delta U_{13} = \frac{3}{2} R \Delta T (4)$$

б) догет. (4) в (3):

$$A_{12} = \frac{\left(\frac{3}{2} R \Delta T\right) \cdot 100}{100 - \eta}$$

$$A_{12} = \frac{300 R \Delta T}{2(100 - \eta)}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{150 R \Delta T}{100 - \eta}$

$$A_{12} = \frac{150 R \Delta T}{100 - \eta}$$

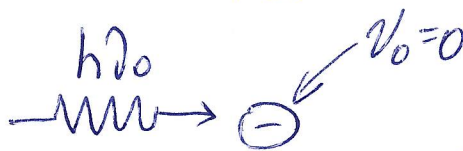
Дано:

$$\lambda_0 = 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

$$\lambda_1 = 2,16 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

$$k = \frac{E_{отг}}{E_0} \cdot 100\% - ?$$

Решение:



① Так как система фотон-электрон замкнута, то потеря энергии в сист. нет $\hookrightarrow$

запишем ЗСГ для сист:

$$h\nu_0 + mc^2 = h\nu_1 + mc^2$$

$$h\nu_0 - h\nu_1 = mc^2 - mc^2$$

электроны ~~для~~ при энергии, передаваемой им $\Rightarrow$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



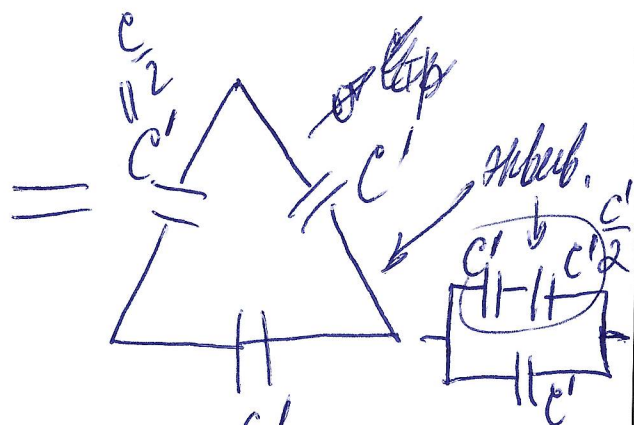
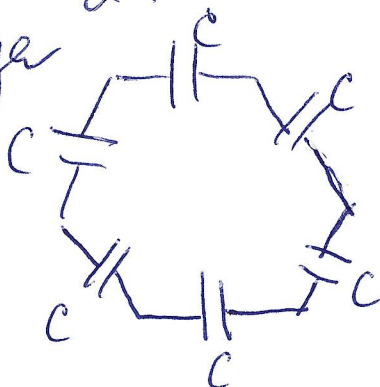
Почему?



такое соединение — это паралл. соедин.
конденсаторов $\Rightarrow \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow$

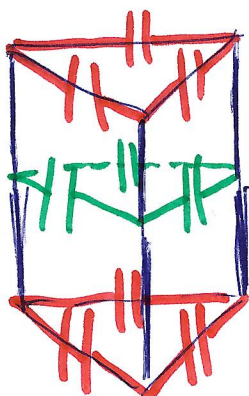
$$\Rightarrow C_{\Sigma} = \frac{C}{2}$$

Тогда



т.к. За 1 часть — «извезд», придем и в том,
и в том случаях с одинаковой ёмкостью, то
они эквивалентны «треугольнику».

Тогда мою схему я замению на три равно
Треуг. призм.



получаю, что схема «куб»
замещается на «призму»,
а «призма» — это три паралл.
соединённых «треугольника».

$$\Rightarrow C_{\Sigma} = C_{\text{тр}1} + C_{\text{тр}2} + C_{\text{тр}3}$$

$$C_{\text{тр}1} = C_{\text{тр}2} = C_{\text{тр}3}$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

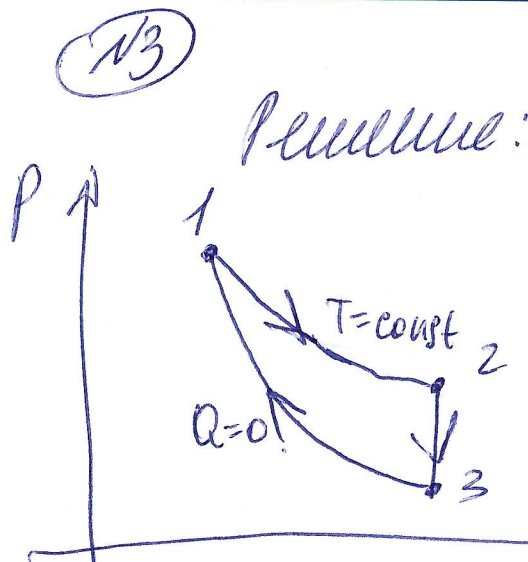
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Дано:
 $p, \Delta T,$
 $\tau = 1 \text{ мин};$
 $i = 3;$
 $A_{12} = ?$



$Q = A + \Delta U$
↑
всё
изменилось
Термодинамика

① Проанализируем график цикла.

$$1) Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$\Delta U_{12} = 0$, т.к. 1-2-изотерма $\rightarrow$
 $\hookrightarrow A_{12} = A_{12}$, т.к. $V_2 > V_1$, то $A_{12} > 0$
 $\hookrightarrow A_{12} > 0 \rightarrow$ на участке 1-2 тепло подводится $\hookrightarrow Q_{12} = A_{12}$

$$2) Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \tau R \Delta T$$

из ур-я (*):

$$\Delta U_{23} = p_3 V_3 - p_2 V_2$$

$V_2 = V_3$, т.к. 2-3-изохора

$\hookrightarrow \Delta U_{23} = (p_3 - p_2) V_3 < 0$, т.к. $p_3 < p_2$ из графика

$\hookrightarrow$ тепло на участке 2-3 отводится $\hookrightarrow Q_{23} = A_{23}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр

86934 Класс

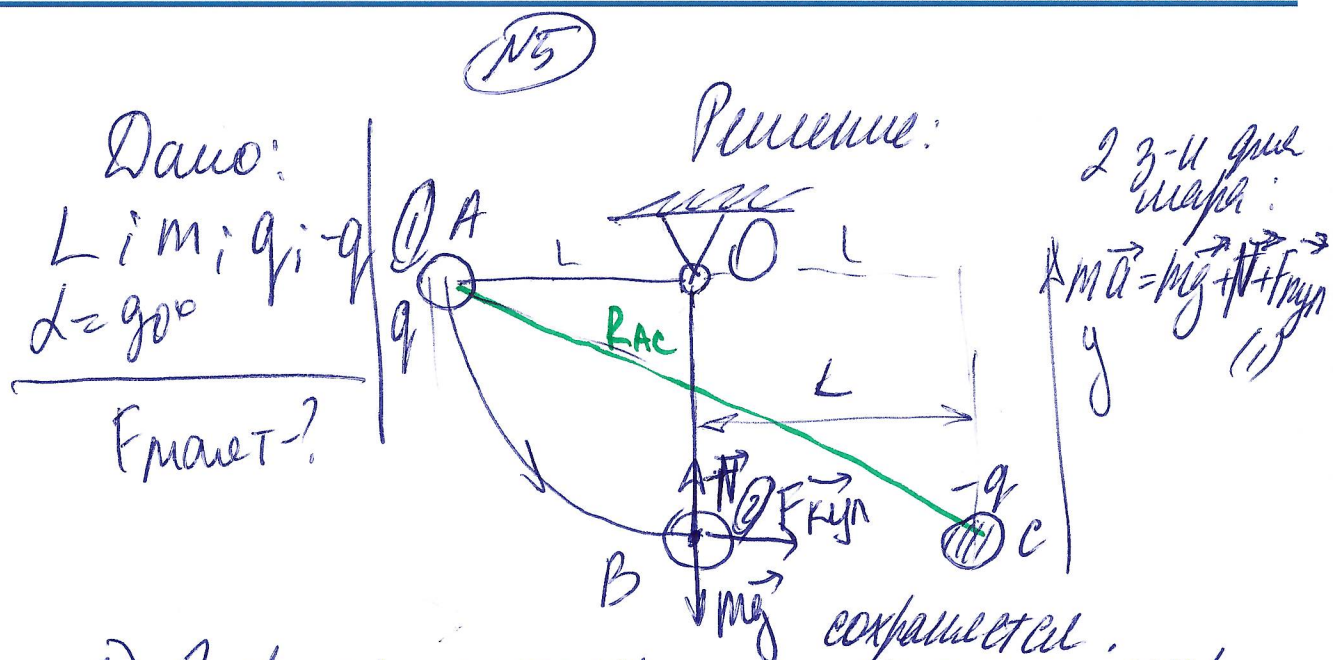
11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



- 1) Энергия системы "шары", т.к. на шар действует только сила "центральной" силы — сила реакции опоры $\vec{N}$ с стороны стержня.
но! $\vec{N} \perp d\vec{r}$ в каждый момент времени,
где $d\vec{r}$ — перем. шарика $\Rightarrow A_N = 0$.
 $\Rightarrow$ Рассчитаем по п. 1 и 2.

$$\Delta W_{\text{пот}} + \Delta W_{\text{кин}} = 0$$

$$\Delta W_{\text{пот}} = 0 - mgL + W_{2\text{эл}} - W_{1\text{эл}}$$

$$W_{2\text{эл}} = q\varphi_2 = q\varphi_B = -\frac{kq^2}{L}$$

$$W_{1\text{эл}} = q\varphi_1 = q\varphi_A = -\frac{kq^2}{L}, \text{ т.к. } \varphi_B = -\frac{kq}{L}$$

$$R_{AC} = \sqrt{4L^2 + L^2} = \sqrt{5}L$$

$$R_{AC}, \text{ т.к. } \varphi_A = -\frac{kq}{R_{AC}} \Rightarrow$$

$$\Delta W_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = 0.$$

$$\Rightarrow \varphi_A = -\frac{kq}{\sqrt{5}L} \Rightarrow W_{1\text{эл}} = -\frac{kq^2}{\sqrt{5}L}$$

$\Rightarrow$



$$(ab)^c = a(b^c)$$

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



3) уч-ток 1-3 - адиабата $\hookrightarrow Q \equiv 0$

②) Идем из рассужд. ① 1) 2) делаем вывод, что

$$Q_{12} = Q_{13}$$

$$\text{для сф. ктд: } \eta = \frac{Q_{12} - Q_{13}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} - Q_{13} = A_{12}$$

$$4) A_{12} = A_{12} - A_{13}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{12} - |A_{13}|}{A_{12}} \quad (1)$$

③ $Q_{13} < 0$, т.е. адиабата $\hookrightarrow$

$$\hookrightarrow \Delta U_{13} = -A_{13} \quad | \Rightarrow$$

$$| \Rightarrow |A_{13}| = \Delta U_{13} \quad (2) \quad \leftarrow \text{с учетом знака (} A_{13} < 0, \text{ т.е. газ расширяется)}$$

④ из ② из (1) и (2):

$$\eta = \frac{A_{12} - \Delta U_{13}}{A_{12}} \cdot 100\%$$

$$A_{12} \eta = A_{12} - \Delta U_{13}$$

$$A_{12} = \frac{-\Delta U_{13}}{\eta - 1} \quad A_{12} = \frac{\Delta U_{13}}{1 - \eta} \quad (3)$$

$$⑤ \Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

Замечу, что в процессе 1-2-3 $T_1 = T_{\max}$ (т.е.

$p_1 = p_{\max}$ и $V_1 = V_{\max}$) $\hookrightarrow$ из ур-я Менг-Ки $pV = \nu RT$ ($T = T_{\max}$),

а $T_3 = T_{\min}$ (аналогично: $p_3 = p_{\min}$, $V_3 = V_{\min}$) $\hookrightarrow$

$$\hookrightarrow \Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_{\max} - T_{\min}), \text{ а по ур-ю } T_{\max} - T_{\min} = \Delta T \quad (4)$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр

86934 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



$$| \Rightarrow E_{\text{отг}} = h\nu_0 - h\nu_1 \quad | \Rightarrow \frac{E_{\text{отг}}}{E_0} = \frac{h\nu_0 - h\nu_1}{h\nu_0} = \frac{\nu_0 - \nu_1}{\nu_0} \quad (1)$$

(2) То определяем: $\lambda = \nu T$, а для ф/м волны:
 $\lambda = cT$, где $c = 3 \cdot 10^8$ - скорость
 что рентгеновское излучение - электромагн. волны $\Rightarrow$ $T = \frac{1}{\nu} \Rightarrow$ Тогда $\lambda = \frac{c}{\nu}$
 Тогда $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} \quad | \quad \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} \quad (2)$
 $\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1} \quad | \Rightarrow \nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} \quad (3)$

(3) Подставим (2) и (3) в (1):

$$\frac{E_{\text{отг}}}{E_0} = \frac{\nu_0 - \nu_1}{\nu_0} = \frac{\frac{c}{\lambda_0} - \frac{c}{\lambda_1}}{\frac{c}{\lambda_0}} = \frac{c(\lambda_1 - \lambda_0) \lambda_0}{\lambda_0 \lambda_1 c} = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_1} \quad | \Rightarrow$$

$$| \Rightarrow \frac{E_{\text{отг}}}{E_0} \cdot 100\% = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_1} \cdot 100\%$$

$$\frac{E_{\text{отг}}}{E_0} \cdot 100\% = \frac{(2,6 - 2,4) \cdot 10^{-11} \text{ м}}{2,6 \cdot 10^{-11} \text{ м}} \cdot 100\% =$$

$$= 7,7\%$$

Ответ:

$$k = 7,7\%$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



$$0 - mgL + \left(-\frac{kq^2}{L}\right) - \left(-\frac{kq^2}{\sqrt{5}L}\right) + \frac{mv^2}{2} - 0 = 0.$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2}{\sqrt{5}L}$$

$$v^2 = 2gL + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{Lm}$$

2) 2-й и 3-й шар в равновесии (2):

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{N} + m\vec{g}$$

пр-я кр-я

$$ma_y = N - mg$$

$$\frac{mv^2}{L} = N - mg$$

$$\Rightarrow N = \frac{mv^2}{L} + mg$$

$$N = 2mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2} + mg$$

$$N = 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2}$$

3) 1-й шар в равновесии

$$|N_{\text{ш.ст}}| = |N_{\text{ст.ш}}|$$

$$\Rightarrow F_{\text{магн}} = N_{\text{ст.ш}} =$$

$$= 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2}$$

$$\text{Ответ: } F_{\text{магн}} = 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2}$$

сила, действующая на шарик с стороны стержня

сила, действующая на стержень с стороны шарика



② Проанализируем график. 1) Из графика видно, что при $t \in [0; 1]$ $B_{01} = \text{const} \Rightarrow \text{из (2)} \quad \dot{\Phi}_{01} = \text{const} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi_{01}}{\Delta t} = \dot{\Phi}_{01} \neq 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{01} \neq 0 \Rightarrow \text{тока в контуре нет.}$

2) при $t \in [1; 3]$ $B_{13} \neq \text{const}$, $\Rightarrow \vec{B} = \text{var} \Rightarrow \dot{\Phi}_{13} = \text{var} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi_{13}}{\Delta t} \neq 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{13} \neq 0 \Rightarrow \text{тока в контуре протекает.}$

3) при $t \in [3; 4]$ $B_{34} \neq \text{const}$, $|\vec{B}| = \text{var} \Rightarrow \dot{\Phi}_{34} = \text{var} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi_{34}}{\Delta t} = \dot{\Phi}_{34} \neq 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{34} \neq 0 \Rightarrow \text{тока в контуре протекает.}$

Вывод: индуцированный ток в контуре протекает с $t = 1$ по $t = 4$ секунду, т.е. $t_{\text{инд тока}} = 3 \text{ с.}$

Ответ: $t_{\text{инд тока}} = 3 \text{ с.}$

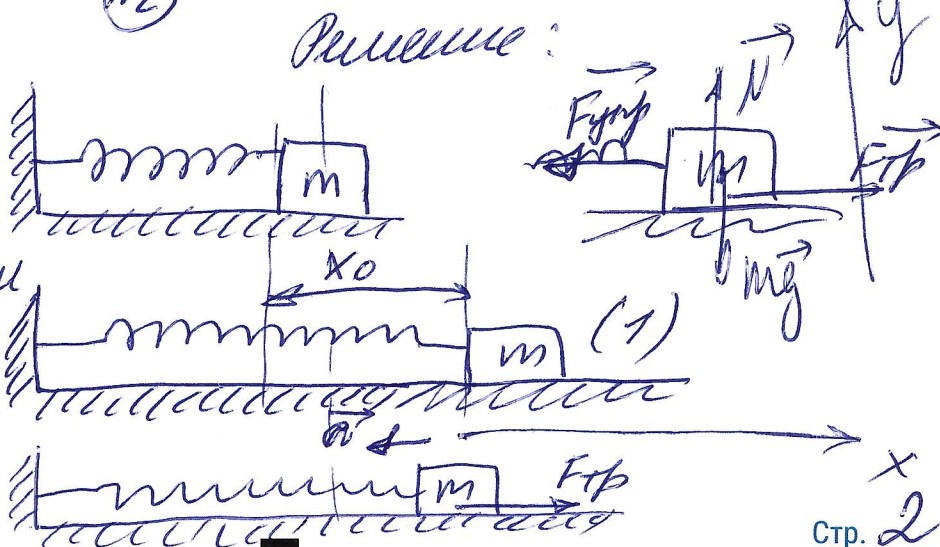
②

Дано:
 k, x_0
 N

μ - ?
наиб затухли



(2)





ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

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

Физика

Шифр 86934 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	3	4	5	6	7	8	9	0

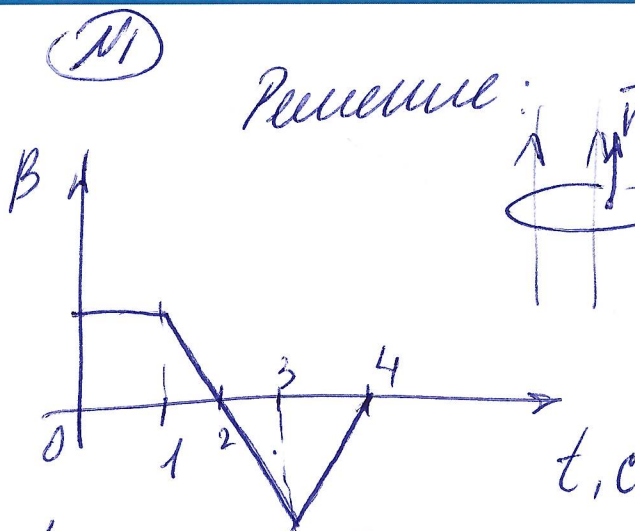
Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Дано:
 $\vec{B} \uparrow \uparrow \vec{n}$
градиент
 $B(t)$
 t и инд. ток?



Решение:
 $\vec{n} \uparrow \uparrow \vec{B}$

① По 3-му закону Фарадея для эл. индукции:
 $\mathcal{E}_{\text{ин}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} (1)$

т.е. при изменении магнитного потока сквозь замкнутую поверхность возникает вихревое эл. поле.
 $\Rightarrow$ в проводке возникает индукционный ток. По определению магн. потока:

$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha$, где B — индукция магнитного поля, S — площадь поверхности, α — угол между векторами $\vec{B}$ и $\vec{n}$ (нормалью к площади).
В нашем случае $\alpha = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 1$ т.е. $\vec{B} \uparrow \uparrow \vec{n}$ по условию.
Тогда из формулы (2) можно сделать вывод, что магнитный поток в нашем случае меняется только при изменении $|\vec{B}|$, т.е. $S = \text{const}$, $\alpha = \text{const}$.



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

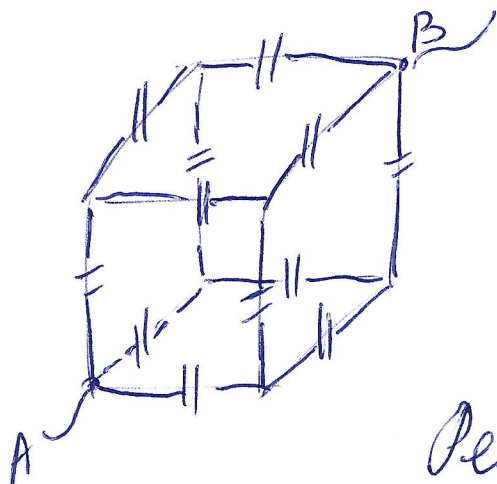
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



(№6)

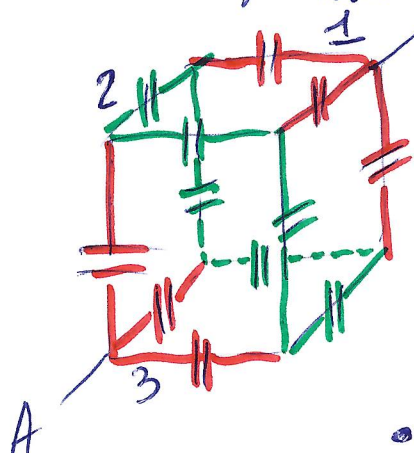


Дано:
куб. при $t = 20^\circ\text{C}$ $\epsilon = 4$
при $\Delta t = -1^\circ\text{C}$ $\Delta \epsilon = 0,1$
при $\Delta t = +1^\circ\text{C}$ $\Delta \epsilon = +0,1$

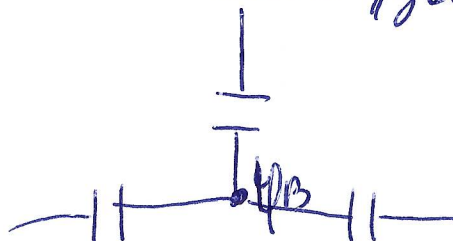
$$\frac{C_2}{C_1} = ?$$

Решение:

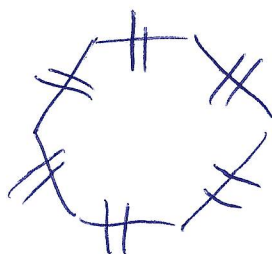
1) Ёмкость параллельно конденсаторов без диэлектрика равна C_0 . Разобьём куб на 3 части. (две разграничительные части, обведи их поперечными зелёными и красными)



• 3 и 1 части красные представляют собой "звезду" при развороте на 90° .



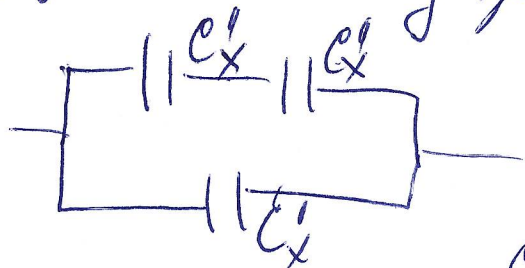
• 2 часть - зелёная - представляет собой шестигранный при развороте на 90° .



этот шестигранный эквивалентен схеме "треугольник", где у каждого конденсатора $C' = \frac{C}{2}$



Треугольник могу заменить на такую схему:



$$C_{\text{верх}} = \frac{C'_x}{2}$$

$$C_{\text{низи}} = C'_x$$

$C_{\text{верх}}$ и $C_{\text{низи}}$ - параллельно

$$\hookrightarrow C_{\Sigma \text{тр}} = \frac{C'_x}{2} + C'_x = \frac{3}{2} C'_x \quad (1)$$

② Тогда расем. C_{Σ} при 0°

$C_k = C = \epsilon C_0$ т.к. $C_{\text{контр}} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$
у верхней и нижней трез:

$$C_{\Sigma 10} = \frac{2}{2} \epsilon C_0 \quad (\text{см. 1})$$

у средней трез: $C_{\Sigma 20} = \frac{3}{2} \frac{\epsilon C_0}{2}$

$$\hookrightarrow \frac{1}{C_{\Sigma \text{куб } 0^\circ}} = \frac{1}{C_{\Sigma 10^\circ}} + \frac{1}{C_{\Sigma 20^\circ}} + \frac{1}{C_{\Sigma 30^\circ}}$$

$$\frac{1}{C_{\Sigma \text{куб } 0^\circ}} = \frac{2}{3\epsilon C_0} + \frac{2}{3\epsilon C_0} + \frac{4}{3\epsilon C_0} = \frac{8}{3\epsilon C_0}$$

$$C_{\Sigma \text{куб } 0^\circ} = \frac{3\epsilon C_0}{8}$$

③ Расем. C_{Σ} при в зам. случае: $\hookrightarrow$
 $C_{\text{контр}} = (\epsilon - 0,110) C_0 = (\epsilon - 1) C_0$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Шифр 86934 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



$$C_{\text{поверх}} = (E + 0,1 \cdot 20) C_0 = (E + 2) C_0 \rightarrow C_{\text{поверх}} = \frac{(E+2)C_0}{2}$$

$$C_{\Sigma 100} = \frac{3}{2} (E-1) C_0$$

$$C_{\Sigma 300} = \frac{3}{2} (E-1) C_0$$

$$C_{\Sigma 200} = \frac{3}{2} \cdot \frac{(E+2) C_0}{2}$$

$$\hookrightarrow \frac{1}{C_{\Sigma \text{уб}_2}} = \frac{(E-1) C_0 \cdot 2}{3(E-1) C_0} + \frac{2}{3(E-1) C_0} + \frac{4}{3(E+2) C_0}$$

$$\frac{1}{C_{\Sigma \text{уб}_2}} = \frac{4}{3(E-1) C_0} + \frac{4}{3(E+2) C_0}$$

$$\frac{1}{C_{\Sigma \text{уб}_2}} = \frac{12(E+2) C_0 + 4(E-1) C_0}{3(E-1)(E+2) C_0}$$

Ответ: $\frac{2(E-1)(E+2)}{(2E+1)E}$

$$\frac{1}{C_{\Sigma \text{уб}_2}} = \frac{4E+8+4E-4}{3(E-1)(E+2) C_0}$$

$$C_{\Sigma \text{уб}_2} = \frac{3(E-1)(E+2) C_0}{8E+4}$$

$$C_{\Sigma \text{уб}_2} = \frac{3(E-1)(E+2) C_0}{8E+4} = 4(2E+1)$$

$$\frac{C_{\Sigma \text{уб}_2}}{C_{\Sigma \text{уб}_0}} = \frac{3(E-1)(E+2) C_0}{2E+1(8E+4) C_0} = \frac{2(E-1)(E+2)}{(2E+1)E}$$

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

Физика

Площадка написания

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Шифр

86934 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



2 3-и Ньютона для бруса:

$$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_{\text{упр}}$$

$$-m\ddot{x} = -kx + \mu N \quad (1)$$

по 3-му закону Ньютона

$$|\vec{F}_{\text{тр}}| = \mu N$$

показывая, что колебания затухающие, из дифф. ур-а:

$$\omega_{\text{собств. колеб}} = \frac{k}{m} \Rightarrow$$

$$T_{\text{собств. колеб}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_{\text{колеб}} = 2\pi N \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

в момент $t=0$:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

в момент $t=0$:

$$a = -\omega^2 A$$

$$a = -\frac{k}{m} x_0$$

сил на (1):

$$-m \frac{k}{m} x_0 = -k x_0 + \mu N$$

по 3-му закону Ньютона:

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{k x_0}{2mg}$$

работает сила трения

колеб.

(1) и

колеб.

(2)

$$\frac{k x_0^2}{2} = \mu mg$$

$$\mu = \frac{k x_0}{2mg}$$

$$\frac{k x_0^2}{2} = \mu mg \Rightarrow \mu = \frac{k x_0}{2mg}$$