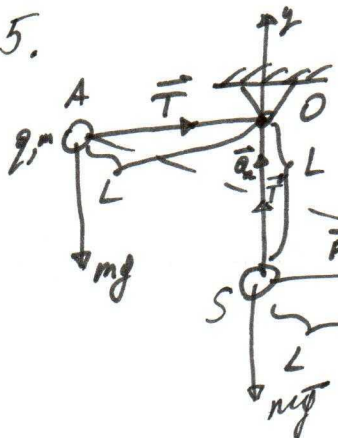




5.



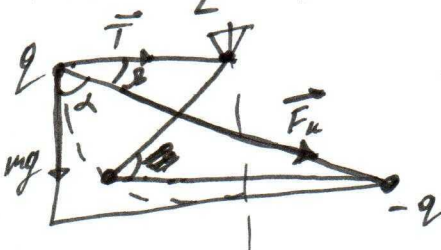
В положении равновесия $A_2 S$:
ВЗН: $m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_k$

$$O_z: m \cdot a_n = T - mg; T = mg + m \cdot a_n$$

$$O_x: m \cdot a_z = F_k = \frac{k \cdot q^2}{L^2}$$

В положении A_5 на ось действует
сила T (по третьему з. Ньютона)

$$a_n = \frac{v^2}{L}; v - \text{скорость в положении } A$$



$$AC = L \cdot \sqrt{5} \text{ (по т. Пифагора)}$$

$$\cos 2 = \frac{L}{L\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}; \sin 2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Работа всех сил действующих
на шарик линейно зависит

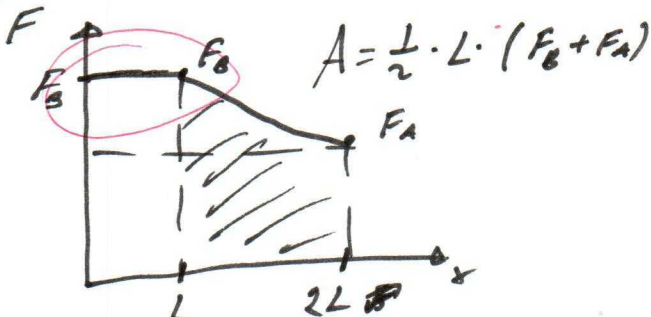
от синуса угла между струей и
прямой, соединяющей q и $-q$. Значит
работа всех сил увеличивается

Все силы, действующие на шарик в положении A :

$$\Sigma F_A = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \cos 2 = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}$$

Сумма сил в положении S :

$$\Sigma F_S = \frac{kq^2}{L^2}$$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

85600 Класс

11

Вариант 1

Дата

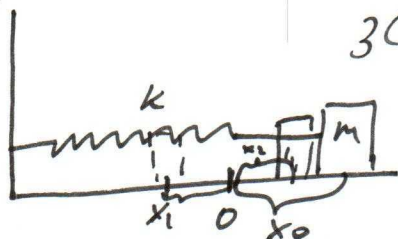
20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

2.



$$3CЭ: \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot (x_1 + x_0) \quad (1)$$

$$\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = -\mu mg (x_2 + x_1)$$

$$\frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{k \cdot x_{n-1}^2}{2} = -\mu mg (x_n + x_{n-1})$$

$$\text{Из (1)} \quad \frac{k}{2}(x_1 - x_0) = -\mu mg; \quad x_1 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k}; \quad x_n = x_0 - \frac{2\mu mg \cdot N}{k}$$

$$\text{Просуммируем: } \frac{kx_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg (x_n + 2x_{n-1} + \dots + 2x_1 + x_0)$$

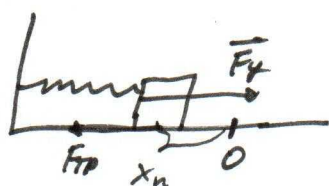
$$x_n + 2x_{n-1} + 2x_{n-2} + \dots + 2x_1 + x_0 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) \right) +$$

$$+ \dots + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \right) + x_0 = 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) + \dots + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \right) = -2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot ((N-1) + (N-2) + \dots + 1) + 2x_0 N =$$

$$= 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot \frac{N(N-1)}{2} \right) = \underline{2 \cdot N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2}$$

$$\text{Тогда } \frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot \left(2N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2 \right)$$

Рассмотрим брусок в момент остановки:



$$F_{ср} = F_{тр}; \quad \mu mg = k \cdot x_n \Rightarrow x_n = \frac{\mu mg}{k}$$





ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 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

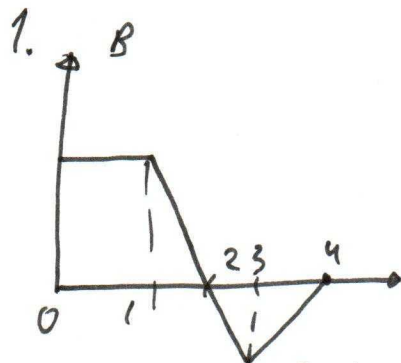
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0	8	4	восемьдесят четыре	
---	---	---	--------------------	--

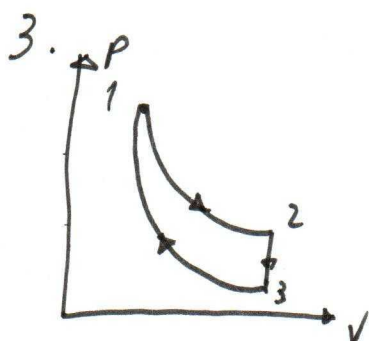


$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Индукционный ток возникает при изменении ~~тока~~ магнитного потока.

Так как у медного кольца постоянная площадь, то ток возникает при изменении магнитной индукции. Следовательно ток течет на промежутке $t \in [1; 4]$

Ответ: 3с



$$\Delta T = T_1 - T_3$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} - A_{13}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = A_{12}; \quad 0 = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \cdot \nu R \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T \Rightarrow |A_{13}| = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T$$

$$A_{12} \cdot \eta = A_{12} - \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T; \quad A_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T}{1 - \eta}$$

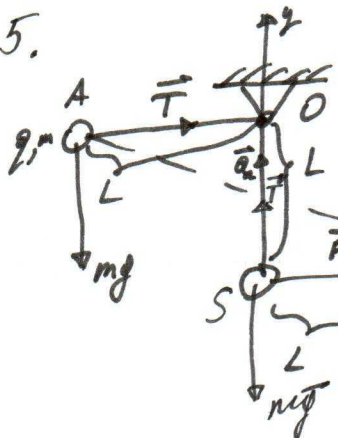
$$\nu = 1: \quad A_{12} = \frac{3R \cdot \Delta T}{2 \cdot (1 - \eta)}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{3 \cdot R \cdot \Delta T}{2 \cdot (1 - \eta)}$

Стр. 1



5.



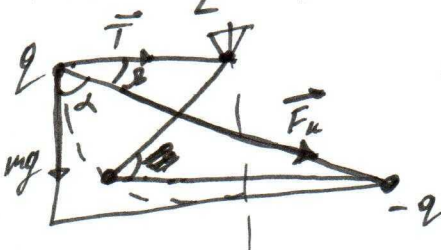
В положении равновесия $A_2 S$:
ВЗН: $m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_k$

$$O_z: m \cdot a_n = T - mg; T = mg + m \cdot a_n$$

$$O_x: m \cdot a_z = F_k = \frac{k \cdot q^2}{L^2}$$

В положении A_5 на ось действует
сила T (по третьему з. Ньютона)

$$a_n = \frac{v^2}{L}; v - \text{скорость в положении } A$$



$$AC = L \cdot \sqrt{5} \text{ (по т. Пифагора)}$$

$$\cos 2 = \frac{L}{L\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}; \sin 2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Работа всех сил действующих
на шарик линейно зависит

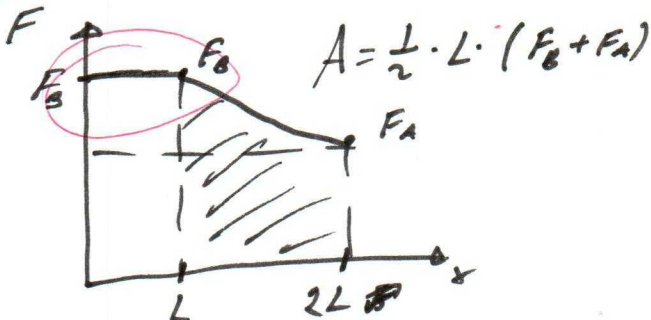
от синуса угла между струей и
прямой, соединяющей q и $-q$. Значит
работа всех сил увеличивается

Все силы, действующие на шарик в положении A :

$$\Sigma F_A = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \cos 2 = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}$$

Сумма сил в положении S :

$$\Sigma F_S = \frac{kq^2}{L^2}$$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



4.

$$h \cdot \nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}; A_{\text{вых}} = \Delta E = E_1 - E_2$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda_1}; \nu = \lambda_2 \cdot \nu = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot c$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = \frac{mv^2}{2} + \Delta E \Rightarrow \Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - \frac{mv^2}{2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - \frac{m \lambda_2^2}{\lambda_1^2} \cdot c^2$$

$$E_1 = mc^2; \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{h - \frac{m \lambda_2^2}{\lambda_1^2} \cdot \frac{c}{\lambda_1}}{mc} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \approx 0,4$$

Ответ: 0,4

0,5. $\Delta E = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

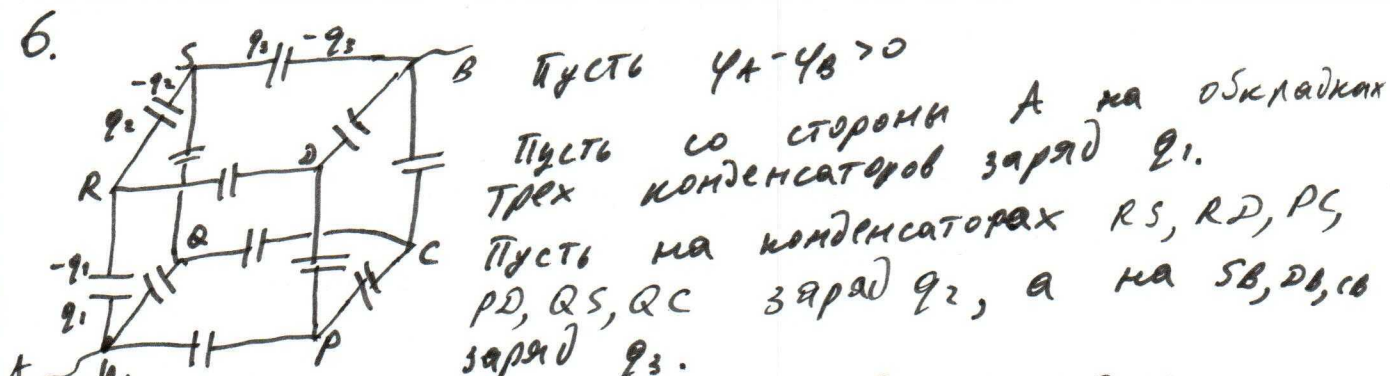
Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

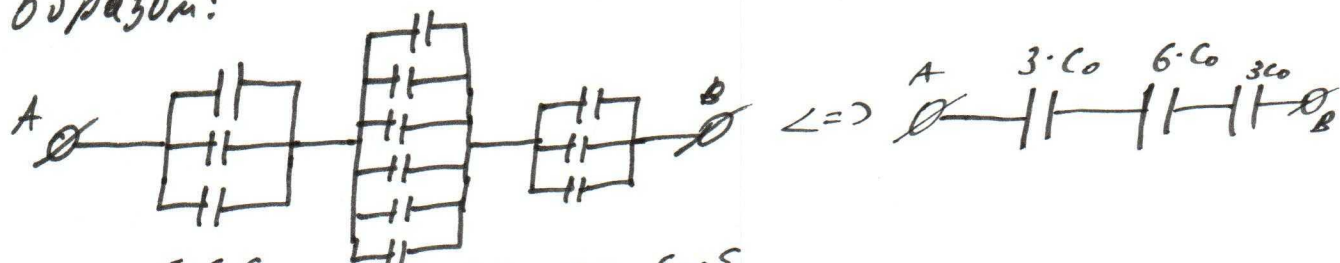
Шифр 85600 Класс

11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



По закону сохранения заряда: $q_1 = 2 \cdot q_2$
 $q_3 = 2 \cdot q_2$; $q_1 = q_3$. Так как в точках P, Q, R
и S, D, C потенциалы равны,
то схему можно перерисовать следующим
образом:



$$C_0 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \epsilon \cdot C, \text{ где } C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

Таким образом при $t = 0^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3 \cdot \epsilon \cdot C} + \frac{1}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon C}$

$$C_{\Sigma 1} = \left(\frac{2}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \right)^{-1} = \frac{6}{5} \cdot \epsilon \cdot C$$

При $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = +20^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{2}{3 \cdot (\epsilon - 1) \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot (\epsilon + 2) \cdot C}$

$$\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{4 \cdot (\epsilon + 2) + \epsilon - 1}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C} = \frac{5 \cdot \epsilon + 7}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C}; C_{\Sigma 2} = \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} \cdot C$$

$$\frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \cdot \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} = \frac{5 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{\epsilon \cdot (5 \cdot \epsilon + 7)}$$

$$\epsilon = 4: \frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 6}{4 \cdot 27} = \frac{5}{6}$$

Ответ: $\frac{5}{6}$



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

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

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

Физика

Шифр

85600 Класс

11

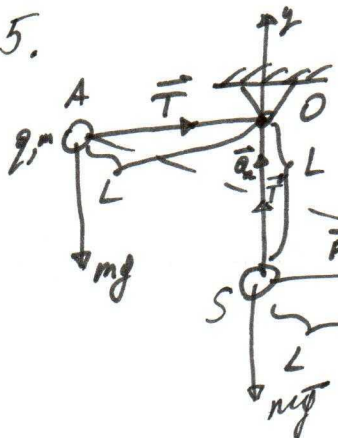
Вариант 1

Дата

20.02.2022



5.



В положении равновесия $A_2 S$:
ВЗН: $m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_k$

$$O_y: m \cdot a_n = T - mg; T = mg + m \cdot a_n$$

$$O_x: m \cdot a_z = F_k = \frac{k \cdot q^2}{L^2}$$

В положении A_5 на ось действует
сила T (по третьему з. Ньютона)

$$a_n = \frac{v^2}{L}$$

v — скорость в положении A

$$AC = L \cdot \sqrt{5} \text{ (по т. Пифагора)}$$

$$\cos 2 = \frac{L}{L\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}; \sin 2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Работа всех сил действующих
на шарик линейно зависит

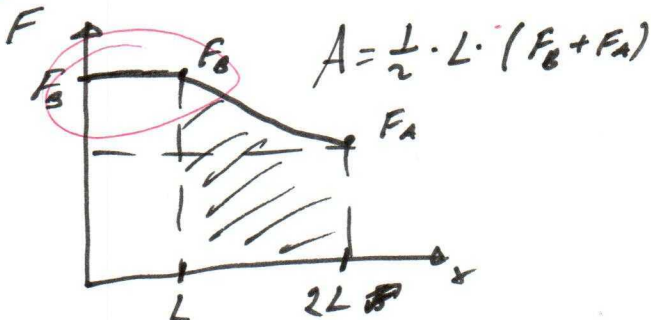
от синуса угла между струей и
прямой, соединяющей q и $-q$. Значит
работа всех сил увеличивается

Все силы, действующие на шарик в положении A :

$$\Sigma F_A = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \cos 2 = mg + \frac{kq^2}{5L^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}$$

Сумма сил в положении S :

$$\Sigma F_S = \frac{kq^2}{L^2}$$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

85600 Класс

11

Вариант 1

Дата

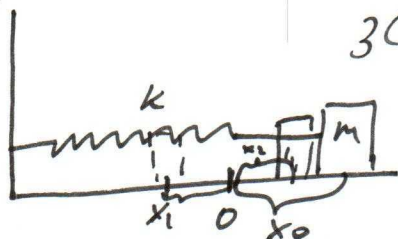
20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

2.



$$3CЭ: \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot (x_1 + x_0) \quad (1)$$

$$\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = -\mu mg (x_2 + x_1)$$

$$\frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{k \cdot x_{n-1}^2}{2} = -\mu mg (x_n + x_{n-1})$$

$$\text{Из (1)} \quad \frac{k}{2}(x_1 - x_0) = -\mu mg; \quad x_1 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k}; \quad x_n = x_0 - \frac{2\mu mg \cdot N}{k}$$

$$\text{Просуммируем: } \frac{kx_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg (x_n + 2x_{n-1} + \dots + 2x_1 + x_0)$$

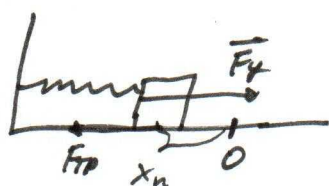
$$x_n + 2x_{n-1} + 2x_{n-2} + \dots + 2x_1 + x_0 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) \right) +$$

$$+ \dots + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \right) + x_0 = 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) + \dots + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \right) = -2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot ((N-1) + (N-2) + \dots + 1) + 2x_0 N =$$

$$= 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot \frac{N(N-1)}{2} \right) = \underline{2 \cdot N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2}$$

$$\text{Тогда } \frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot \left(2N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2 \right)$$

Рассмотрим брусок в момент остановки:



$$F_{гp} = F_y; \quad \mu mg = k \cdot x_n \Rightarrow x_n = \frac{\mu mg}{k}$$





ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр

85600 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

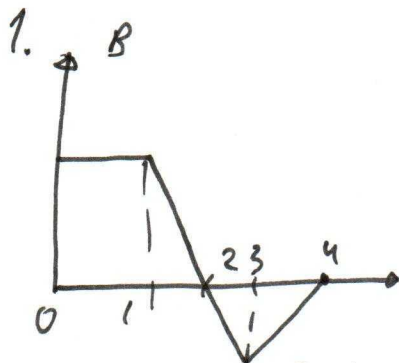
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0	8	4	восемьдесят четыре	
---	---	---	--------------------	--



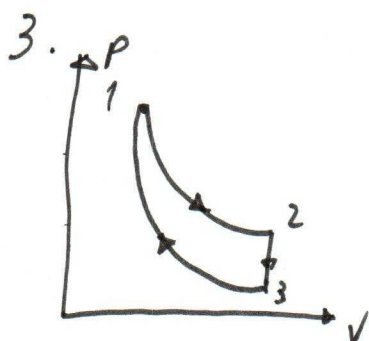
$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Индукционный

ток возникает при изменении потока магнитного потока.

Так как у медного кольца постоянная площадь, то ток возникает при изменении магнитной индукции. Следовательно ток течет на промежутке $t \in [1; 4]$

Ответ: 3с



$$\Delta T = T_1 - T_3$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} - A_{13}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = A_{12}; \quad 0 = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \cdot \nu R \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T \Rightarrow |A_{13}| = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T$$

$$A_{12} \cdot \eta = A_{12} - \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T; \quad A_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T}{1 - \eta}$$

$$\nu = 1: \quad A_{12} = \frac{3R \cdot \Delta T}{2 \cdot (1 - \eta)}$$

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

Стр. 1



2. (продолжение)

$$x_n = \frac{\mu \mu_f}{k}; \quad \frac{k x_n^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = -\mu \mu_f N \left(2x_0 - \frac{2\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{x}{2} \cdot \frac{\mu^2 (\mu_f)^2}{k^2} - \frac{k x_0^2}{2} = -2\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{\mu^2 \cdot (\mu_f)^2}{k} - k x_0^2 = -4\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot \mu \mu_f N \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot x_0 \cdot \mu \mu_f \cdot N + 4 \cdot \mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot N^2$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1) - (4 \cdot k \cdot x_0 \cdot \mu_f) N \mu + k^2 x_0^2 = 0 \quad \left| : \frac{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} \right.$$

$$\mu^2 - \frac{4k x_0 N}{(\mu_f) \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \mu + \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} = 0$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \pm \sqrt{\frac{4k^2 x_0^2 N^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)^2} - \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{2 \cdot k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{\frac{N^2 - (4N^2 + 1)}{4}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{(\mu_f) (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{4N^2 - 4N^2 + 1}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$$

Ответ: четное количество
N - четное: $\mu = \frac{3k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$
N - четное: $\mu = \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



4.

$$h \cdot \nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}; A_{\text{вых}} = \Delta E = E_1 - E_2$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda_1}; \nu = \lambda_2 \cdot \nu = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot c$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = \frac{mv^2}{2} + \Delta E \Rightarrow \Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - \frac{mv^2}{2} = \frac{h \cdot \lambda_2^2}{\lambda_1^2} \cdot c^2$$

$$E_1 = mc^2; \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{h - \frac{mv^2}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{c}}{mc} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \approx 0,4$$

Ответ: 0,4

$$0,5. \Delta E = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}$$



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

$$E = mc^2$$



Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

5. (продолжение)

$$A = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (F_B + F_A) = \frac{L}{2} \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right)$$

$$3 \text{ СЭ: } A = \frac{mv^2}{2}; \quad L \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right) = mv^2;$$

$$m \frac{v^2}{L} = mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$T = mg + ma_n = mg + m \cdot \frac{v^2}{L} = 2mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2mg + \frac{k \cdot q^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$W_{\text{коп}} = W_{\text{тр}} + W_{\text{электр.}}$$

(0,5)



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр

85600 Класс

11

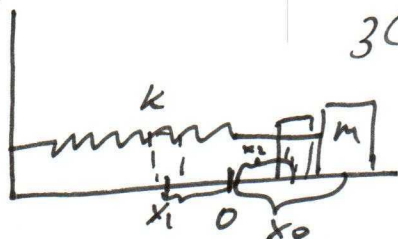
Вариант 1

Дата

20.02.2022



2.



3СЭ: $\frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot (x_1 + x_0) \quad (1)$

$$\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = -\mu mg (x_2 + x_1)$$

$$\frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{k \cdot x_{n-1}^2}{2} = -\mu mg (x_n + x_{n-1})$$

Из (1) $\frac{k}{2}(x_1 - x_0) = -\mu mg$; $x_1 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k}$
 $x_n = x_0 - \frac{2\mu mg \cdot N}{k}$

Просуммируем: $\frac{kx_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg (x_n + 2x_{n-1} + \dots + 2x_1 + x_0)$

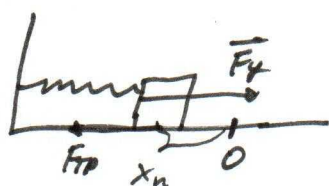
$$x_n + 2x_{n-1} + 2x_{n-2} + \dots + 2x_1 + x_0 = x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) \right) +$$

$$+ \dots + 2 \cdot \left(x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \right) + x_0 = 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot (N-1) + \dots + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \right) = -2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot ((N-1) + (N-2) + \dots + 1) + 2x_0 N =$$

$$= 2 \cdot x_0 \cdot N - \left(\frac{2\mu mg}{k} \cdot N + 2 \cdot \frac{2\mu mg}{k} \cdot \frac{N(N-1)}{2} \right) = \underline{2 \cdot N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2}$$

Тогда $\frac{k \cdot x_n^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = -\mu mg \cdot \left(2N \cdot x_0 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot N^2 \right)$

Рассмотрим брусок в момент остановки:



$$F_{гp} = F_y; \quad \mu mg = k \cdot x_n \Rightarrow x_n = \frac{\mu mg}{k}$$





ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 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

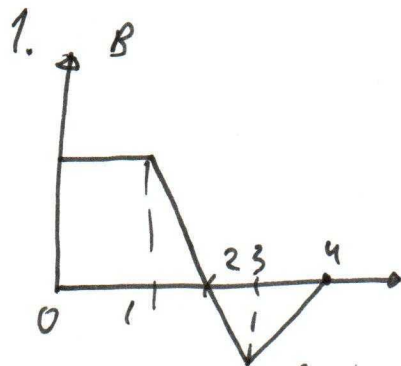
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0	8	4	восемьдесят четыре						
---	---	---	--------------------	--	--	--	--	--	--

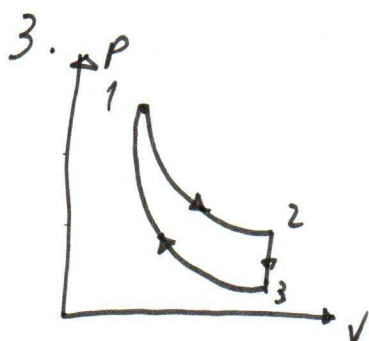


$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Индукционный ток возникает при изменении ~~тока~~ магнитного потока.

Так как у медного кольца постоянная площадь, то ток возникает при изменении магнитной индукции. Следовательно ток течет на промежутке $t \in [1; 4]$

Ответ: 3с



$$\Delta T = T_1 - T_3$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} - A_{13}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = A_{12}; \quad 0 = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \cdot \nu R \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T \Rightarrow |A_{13}| = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T$$

$$A_{12} \cdot \eta = A_{12} - \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T; \quad A_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T}{1 - \eta}$$

$$\nu = 1: \quad A_{12} = \frac{3R \cdot \Delta T}{2 \cdot (1 - \eta)}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{3 \cdot R \cdot \Delta T}{2 \cdot (1 - \eta)}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

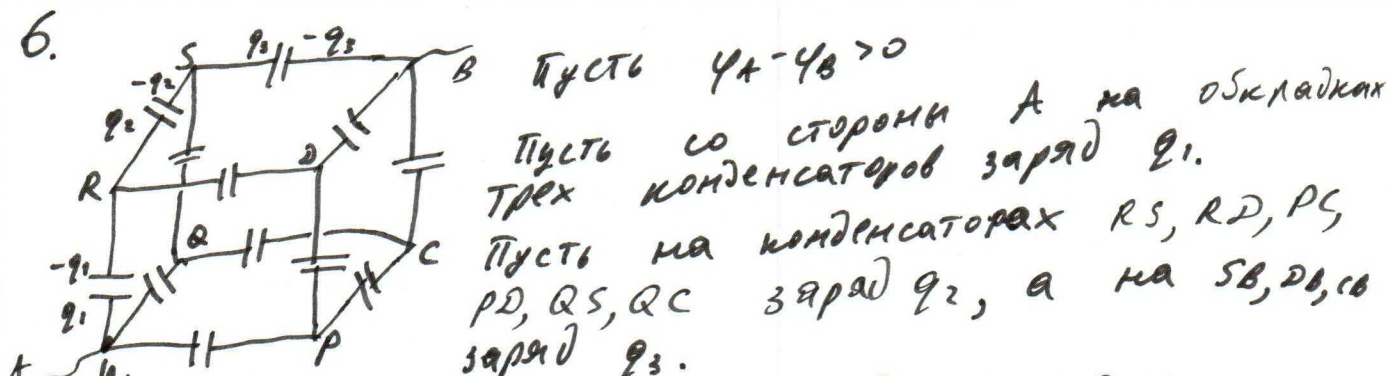
Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

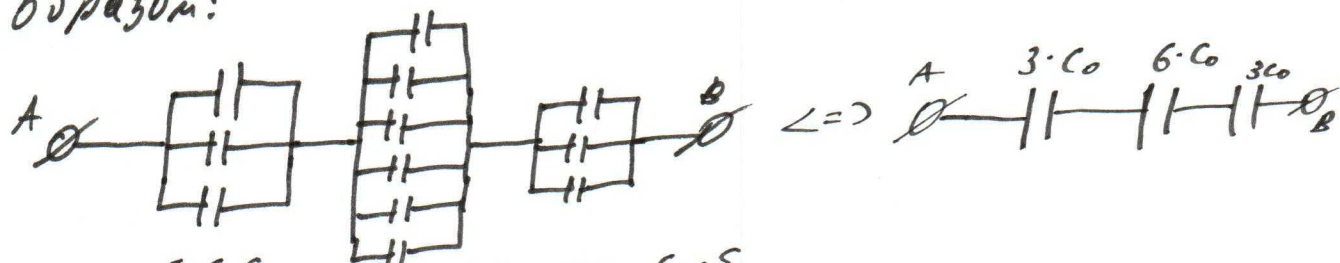
Шифр 85600 Класс

11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



По закону сохранения заряда: $q_1 = 2 \cdot q_2$
 $q_3 = 2 \cdot q_2$; $q_1 = q_3$. Так как в точках P, Q, R
и S, D, C потенциалы равны,
то схему можно перерисовать следующим
образом:



$$C_0 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \epsilon \cdot C, \text{ где } C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

Таким образом при $t = 0^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3 \cdot \epsilon \cdot C} + \frac{1}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon C}$

$$C_{\Sigma 1} = \left(\frac{2}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \right)^{-1} = \frac{6}{5} \cdot \epsilon \cdot C$$

При $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = +20^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{2}{3 \cdot (\epsilon - 1) \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot (\epsilon + 2) \cdot C}$

$$\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{4 \cdot (\epsilon + 2) + \epsilon - 1}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C} = \frac{5 \cdot \epsilon + 7}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C}; C_{\Sigma 2} = \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} \cdot C$$

$$\frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \cdot \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} = \frac{5 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{\epsilon \cdot (5 \cdot \epsilon + 7)}$$

$$\epsilon = 4: \frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 6}{4 \cdot 27} = \frac{5}{6}$$

Ответ: $\frac{5}{6}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



4.

$$h \cdot \nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}; A_{\text{вых}} = \Delta E = E_1 - E_2$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda_1}; \nu = \lambda_2 \cdot \nu = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot c$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = \frac{mv^2}{2} + \Delta E \Rightarrow \Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - \frac{mv^2}{2} = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - \frac{m \lambda_2^2}{\lambda_1^2} \cdot c^2$$

$$E_1 = mc^2; \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{h - \frac{m \lambda_2^2}{\lambda_1^2} \cdot c}{\lambda_1} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \approx 0,4$$

Ответ: 0,4

$$0,5. \Delta E = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



2. (продолжение)

$$x_n = \frac{\mu \mu_f}{k} ; \quad \frac{k x_n^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = -\mu \mu_f N \left(2x_0 - \frac{2\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{x}{2} \cdot \frac{\mu^2 (\mu_f)^2}{k^2} - \frac{k x_0^2}{2} = -2\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{\mu^2 \cdot (\mu_f)^2}{k} - k x_0^2 = -4\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot \mu \mu_f N \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot x_0 \cdot \mu \mu_f \cdot N + 4 \cdot \mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot N^2$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1) - (4 \cdot k \cdot x_0 \cdot \mu_f) N \mu + k^2 x_0^2 = 0 \quad \left| : \frac{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} \right.$$

$$\mu^2 - \frac{4k x_0 N}{(\mu_f) \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \mu + \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} = 0$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \pm \sqrt{\frac{4k^2 x_0^2 N^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)^2} - \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{2 \cdot k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{\frac{N^2 - (4N^2 + 1)}{4}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{(\mu_f) (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{4N^2 - 4N^2 + 1}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$$

Ответ: четное количество
N - четное: $\mu = \frac{3k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$
N - четное: $\mu = \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

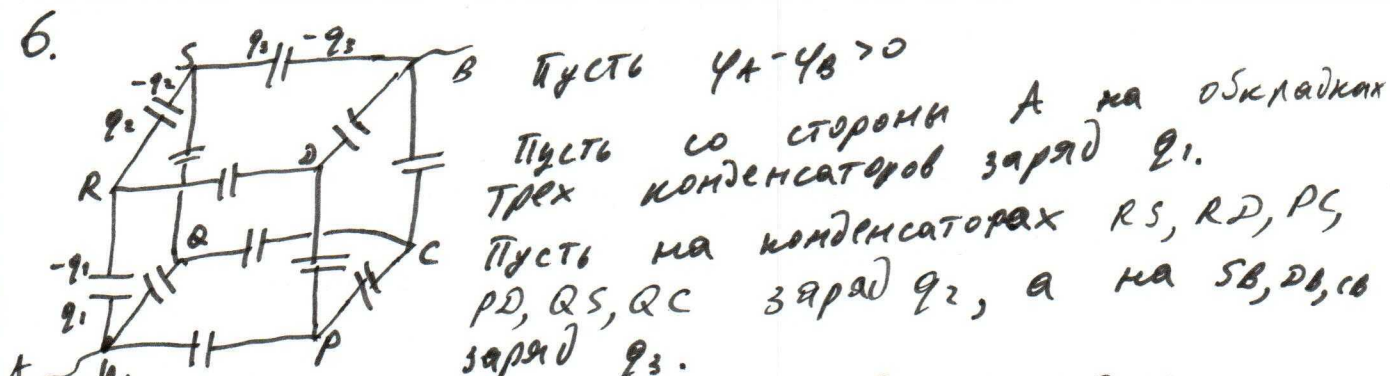
Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

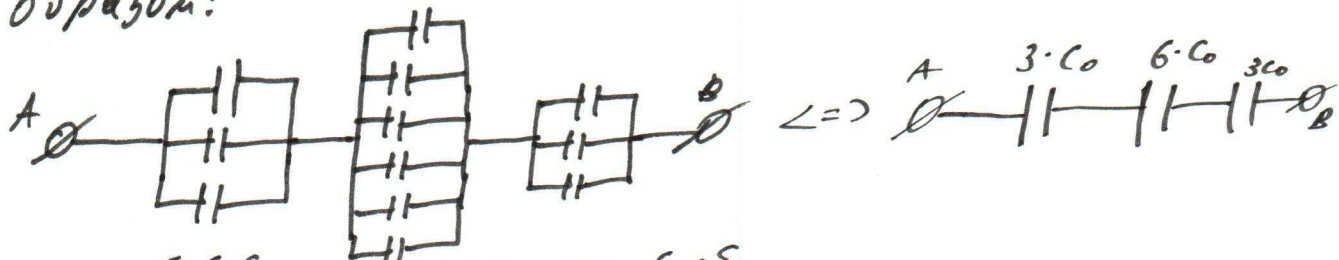
Шифр 85600 Класс

11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



По закону сохранения заряда: $q_1 = 2 \cdot q_2$
 $q_3 = 2 \cdot q_2$; $q_1 = q_3$. Так как в точках P, Q, R
и S, D, C потенциалы равны,
то схему можно перерисовать следующим
образом:



$$C_0 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \epsilon \cdot C, \text{ где } C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

Таким образом при $t = 0^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3 \cdot \epsilon \cdot C} + \frac{1}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon C}$

$$C_{\Sigma 1} = \left(\frac{2}{3 \epsilon \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \right)^{-1} = \frac{6}{5} \cdot \epsilon \cdot C$$

При $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = +20^\circ\text{C}$: $\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{2}{3 \cdot (\epsilon - 1) \cdot C} + \frac{1}{6 \cdot (\epsilon + 2) \cdot C}$

$$\frac{1}{C_{\Sigma 2}} = \frac{4 \cdot (\epsilon + 2) + \epsilon - 1}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C} = \frac{5 \cdot \epsilon + 7}{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2) \cdot C}; C_{\Sigma 2} = \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} \cdot C$$

$$\frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5}{6 \cdot \epsilon \cdot C} \cdot \frac{6 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{5 \cdot \epsilon + 7} = \frac{5 \cdot (\epsilon - 1)(\epsilon + 2)}{\epsilon \cdot (5 \cdot \epsilon + 7)}$$

$$\epsilon = 4: \frac{C_{\Sigma 2}}{C_{\Sigma 1}} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 6}{4 \cdot 27} = \frac{5}{6}$$

Ответ: $\frac{5}{6}$



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

$$E = mc^2$$



Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

5. (продолжение)

$$A = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (F_B + F_A) = \frac{L}{2} \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right)$$

$$3 \text{ СЭ: } A = \frac{mv^2}{2}; \quad L \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right) = mv^2;$$

$$m \frac{v^2}{L} = mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$T = mg + ma_n = mg + m \cdot \frac{v^2}{L} = 2mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2mg + \frac{k \cdot q^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$W_{\text{коп}} = W_{\text{тр}} + W_{\text{электр.}}$$

(0,5)



2. (продолжение)

$$x_n = \frac{\mu \mu_f}{k}; \quad \frac{k x_n^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = -\mu \mu_f N \left(2x_0 - \frac{2\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{x}{2} \cdot \frac{\mu^2 (\mu_f)^2}{k^2} - \frac{k x_0^2}{2} = -2\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\frac{\mu^2 \cdot (\mu_f)^2}{k} - k x_0^2 = -4\mu \mu_f N \cdot \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot \mu \mu_f N \left(x_0 - \frac{\mu \mu_f}{k} \cdot N \right)$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 - k^2 \cdot x_0^2 = -4k \cdot x_0 \cdot \mu \mu_f \cdot N + 4 \cdot \mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot N^2$$

$$\mu^2 \cdot (\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1) - (4 \cdot k \cdot x_0 \cdot \mu_f) N \mu + k^2 x_0^2 = 0 \quad \left| : \frac{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} \right.$$

$$\mu^2 - \frac{4k x_0 N}{(\mu_f) \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \mu + \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 (4N^2 - 1)} = 0$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \pm \sqrt{\frac{4k^2 x_0^2 N^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)^2} - \frac{k^2 x_0^2}{(\mu_f)^2 \cdot (4N^2 - 1)}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{2 \cdot k x_0}{\mu_f \cdot (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{\frac{N^2 - (4N^2 + 1)}{4}}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{(\mu_f) (4N^2 - 1)} \cdot \sqrt{4N^2 - 4N^2 + 1}$$

$$\mu = \frac{2k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)} \pm \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$$

Ответ: четное количество
N - четное: $\mu = \frac{3k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$
N - четное: $\mu = \frac{k x_0}{\mu_f (4N^2 - 1)}$



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

$$E = mc^2$$



Физика

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 85600 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

5. (продолжение)

$$A = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (F_B + F_A) = \frac{L}{2} \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right)$$

$$3 \text{ СЭ: } A = \frac{mv^2}{2}; \quad L \cdot \left(mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5\sqrt{5}} \right) \right) = mv^2;$$

$$m \frac{v^2}{L} = mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$T = mg + ma_n = mg + m \cdot \frac{v^2}{L} = 2mg + \frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2mg + \frac{k \cdot q^2}{L^2} \cdot \frac{(5\sqrt{5}+1)}{5\sqrt{5}}$$

$$W_{\text{коп}} = W_{\text{тр}} + W_{\text{электр.}}$$

(0,5)