



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E=mc^2$$

$$v = \frac{c}{n}$$

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

Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

№ 6.

$$\varepsilon = 4$$

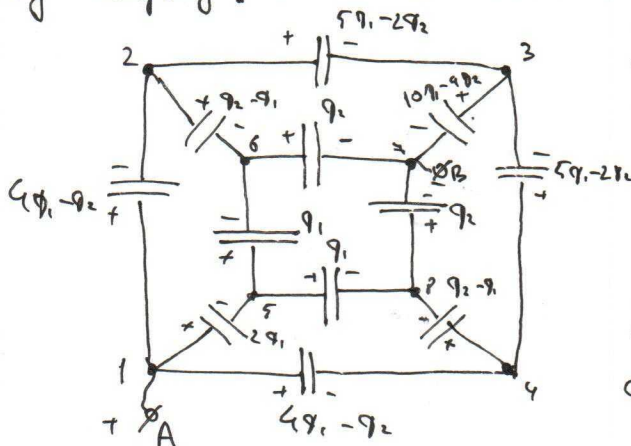
$$\Delta \varepsilon = 0,1$$

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

1) Пусть C — ёмкости конденсаторов при 0°C .

Тогда $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь обкладки и расстояние между ними

2) Рассчитаем ёмкости батарей конденсаторов при 0°C без сверху. Пусть $\varphi_A - \varphi_B > 0$. Рассмотрим потенциалы произвольно.



Заметим, что схема симметрична относительно прямой $AB \Rightarrow$ конденсаторы, симметричные относительно этой прямой имеют одинаковые заряды.

Рассмотрим заряды q_1 и q_2

3-и рассмотрим заряды для конденсатора между точками 8 и 9.

$$q_2 - q_1 - q_3 = 0 \Rightarrow q_3 = q_2 - q_1, \text{ заряд конденсатора между}$$

3-и 3 для C'' между точками 1 и 5:

3-и 3 для узла обкладки между узлами 5:

$$-q_4 + 2q_1 = 0 \Rightarrow q_4 = 2q_1$$

$$\text{II по Кирхгофа: } 1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 1: -\frac{q_5}{C} + \frac{2q_1}{C} + \frac{q_1}{C} - \frac{q_2 - q_1}{C} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_5 = 4q_1 - q_2$$

$$3-и 3 для узла 4: ~~q_6 + q_2 - q_1 + 4q_1 - q_2 = 0 \Rightarrow q_6 =~~$$

$$-4q_1 + q_2 + q_2 - q_1 \neq q_6 = 0 \Rightarrow q_6 = 5q_1 - 2q_2$$



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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



получаем
горячий воздух его координата увеличивается на Δx . Запишем условие того, что брусок останется на N горячих. В этом случае воздух его координаты должны быть $\leq x_k$

$$x_0 - N \Delta s \leq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2N\mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (2N+1) \Rightarrow \mu \geq \frac{k x_0}{mg(2N+1)}$$

б). Запишем условие, что $k_0(N-1)/2$ горячих брусков не останется, тогда воздух его координаты должны быть $\geq x_k$

$$x_0 - (N-1) \Delta s \geq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2(N-1)\mu mg}{k} \geq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \geq \frac{\mu mg}{k} (2N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$$

6). Получаем, что $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

Ответ: $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

ПРОДОЛЖЕНИЕ на
стр 13 !!!

$\eta; \Delta T$

$\nu = 1 \text{ моль}$

$i = 3$

$A_{12} = ?$

ω 3.

1). P_i, T_i, V_i - давление, температура, объем газа в i -ом состоянии.

2). $T_1 = T_2 = T_{\text{max}}$, м.д. $1 \rightarrow 2$ - изотермический

$V_2 = V_3$, м.д. $2 \rightarrow 3$ - изохора

3). Пересечение графиков



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022

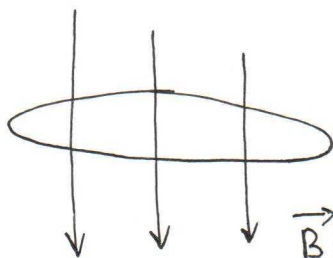


Заполняется проверяющим строго по образцу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	1	6	1	6	1	6	2	4
Оценка цифрами					Оценка прописью				
0 9 6					девяносто шесть				
					Подпись				

1-?

1)



ω1

S-площадь кольца

3-й Параграф: $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = B \cdot S$ - поток через кольцо $\Rightarrow$

$\Rightarrow d\Phi = S dB$ (площадь

кольца не изменяется $\Rightarrow$ вычисляем как константа)

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = - \frac{S dB}{dt} = - S \frac{dB}{dt} = \mathcal{E}_{AC}$$

индукция, которая возникает в кольце за счет вихревого электрического поля.

2) Рассмотрим 3 промежутка времени

2.1) $t \in [0; 1c]$. Из графика получаем, что $B(t) = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = - S \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow$ ток через кольцо

не возникает, т.к. по II пр-ку Кирхгофа $\mathcal{E} = IR \Rightarrow 0 = IR \Rightarrow I = 0$
(R - сопротивление кольца)

2.2) $t \in [1c; 3c]$. Из графика получаем $B(t) = B_0 - \alpha t$, где B_0 - некоторая константа, $\alpha \geq 0$ - коэффициент пропорциональности.



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

$$E=mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

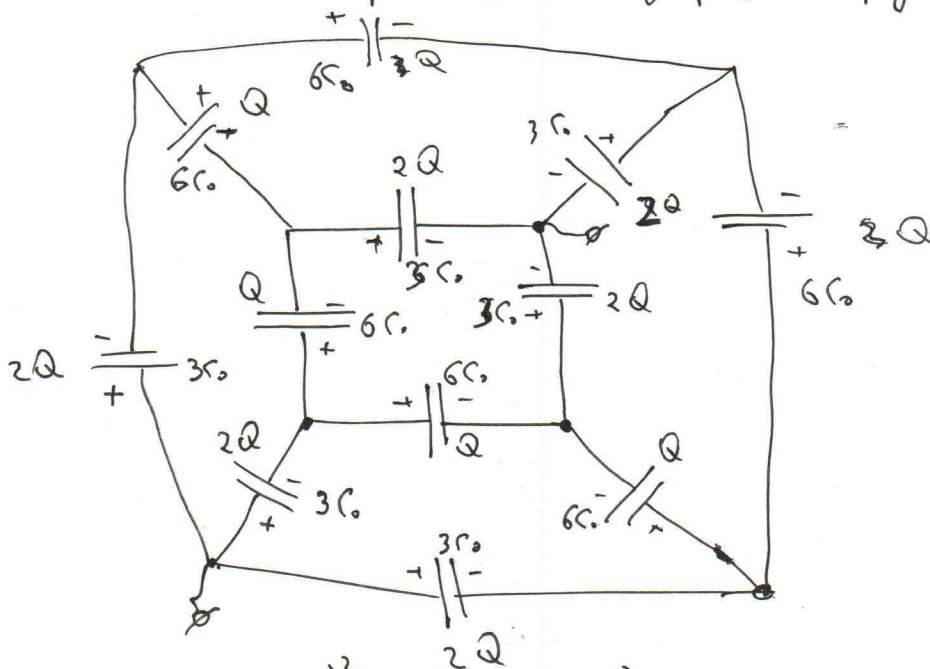
20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Перерисуйте схему, выразив все заряды через Q .



Получаем $U_{AB} = \frac{2Q}{3C_0} + \frac{Q}{6C_0} + \frac{2Q}{3C_0} = \frac{9Q}{6C_0} = \frac{3Q}{2C_0}$;

$$C_0 \neq \frac{Q}{\varepsilon} \Rightarrow U_{AB}$$

$$C_2 \neq \frac{U_{AB}}{Q_0} = \frac{U_{AB}}{6Q} = \frac{3Q}{2C_0 \cdot 6Q}$$

$$C_2 = \frac{Q_0}{U_{AB}} = \frac{6Q}{3Q} \cdot 2C_0 =$$

$$= 4C_0 = \left\{ C_0 = \frac{C}{\varepsilon} \right\} = \frac{4C}{\varepsilon}$$

$$Q. \begin{cases} C_2 = \frac{4C}{\varepsilon} \\ C_1 = \frac{6}{5}C \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{C_2}{C_1} = \frac{4 \cdot 5}{6 \cdot \varepsilon} = \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 4} = \frac{5}{6}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{6}}$$

(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

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

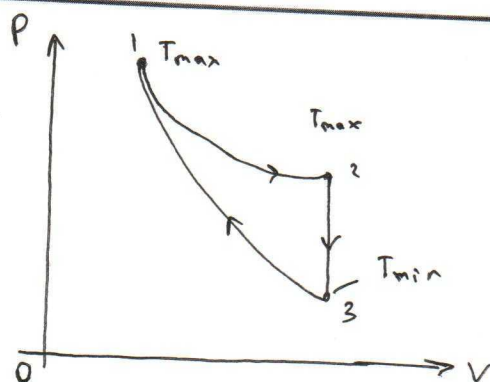
Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана



4). Докажем, что на участке

$2 \rightarrow 3$ температура газа
мгновенно убывает

I начало Термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta A, \quad \delta A = p dV = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{3}{2} \nu R dT \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

у-ие Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow V dp = \nu R dT$, p - увеличивается $\Rightarrow$

$\Rightarrow T$ - увеличивается ($dp < 0$; $dT < 0$) $\Rightarrow$ от 2 до 3 температура
мгновенно увеличивается $\Rightarrow T_3 < T_2$

5). Докажем, что на участке $3 \rightarrow 1$ температура мгновенно
уменьшается. II начало термодинамики: $\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 = p dV + dU \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT = -p dV, \quad dV < 0 \Rightarrow -p dV > 0 \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT > 0 \Rightarrow$$

$dT > 0 \Rightarrow$ температура мгновенно увеличивается $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ в точке 1 и 2 - температура максимальна, в точке
3 - минимальна $\Rightarrow \Delta T = T_{\max} - T_{\min} = T_2 - T_3$

6). I начало Т-ки $2 \rightarrow 3$: $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$$Q_{23} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{много отрицательное}$$

$$\Rightarrow |Q_x| = |Q_{23}| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{много отрицательное от газа}$$

7). $Q_H = Q_{12}$ - много положительное к газу. Докажем, что
на участке $1 \rightarrow 2$ много тепла передается

I начало термодинамики: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \delta Q = \delta A$, $\delta A > 0$, т.к.
 $dV > 0 \Rightarrow$ много тепла передается

$$8). \eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{2 Q_H} \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1 - \eta$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Продифференцируем по времени $B(t)$ и получим

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha$$

Поэтому $\mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -S \cdot (-\alpha) = \alpha S$. Получим, что

в моменты $t \in [1c; 3c]$ ЭДС induced в проводнике
ток. По пр-му Ленца определим направление
тока



$$B(t) = B_0 - \alpha t$$

И пр-по Кирхгофа:

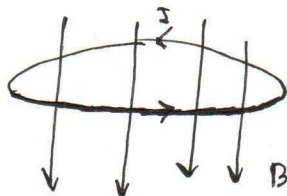
$$\mathcal{E} = I_1 R \Rightarrow \alpha S = I_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\alpha S}{R}$$

в моменты $t \in [1c; 3c]$ - ток постоянный ток $I_1 = \frac{\alpha S}{R}$

2.3) $t \in [3c; 4c]$: $B(t) = B_1 + \beta t$, где B_1 - некоторая
константа, β - коэфф. пропорциональности, $\beta > 0$.

Продифференцируем и получим $\frac{dB}{dt} = \beta$. Подставим
 $\mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -\beta S$. По пр-му Ленца определим направление тока.



$$B(t) = B_1 + \beta t$$

И пр-по Кирхгофа:

$$|\mathcal{E}| = I_2 R \Rightarrow \beta S = I_2 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{\beta S}{R}$$

$\Rightarrow$ в моменты $t \in [3c; 4c]$ ток будет протекать постоянный
ток.

3) В итоге получим, что ток протекать с $1c$ по $4c$. $\Rightarrow t = 3c$

Ответ: $t = 3c$





ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$

$$v = \frac{c}{n}$$

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

Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

№ 6.

$$\varepsilon = 4$$

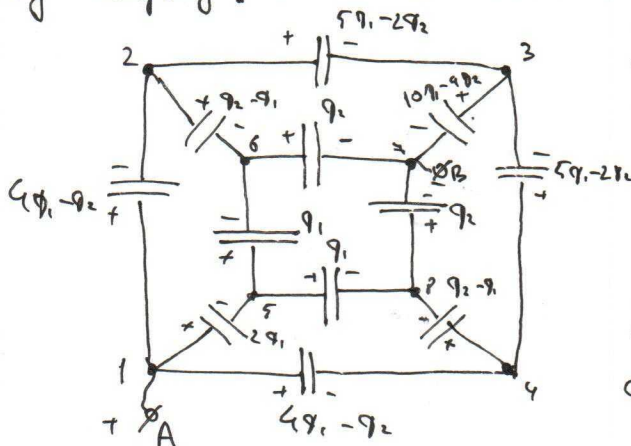
$$\Delta \varepsilon = 0,1$$

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

1) Пусть C — ёмкости конденсаторов при 0°C .

Тогда $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь обкладки и расстояние между ними

2) Рассчитаем ёмкости батарей конденсаторов при 0°C
Вид сверху. Пусть $\varphi_A - \varphi_B > 0$. Рассмотрим потенциалы произвольно.



Заметим, что схема симметрична относительно прямой $AB \Rightarrow$ конденсаторы, симметричные относительно этой прямой имеют одинаковые заряды.

Рассчитаем заряды q_1 и q_2

3-и сохраним заряды для конденсатора между точками 8 и 6.

$$q_2 - q_1 - q_3 = 0 \Rightarrow q_3 = q_2 - q_1, \text{ заряд конденсатора между}$$

3 и 3 для C'' между точками 1 и 5:

3 и 3 для узла обкладки между узлами 5:

$$-q_4 + 2q_1 = 0 \Rightarrow q_4 = 2q_1$$

$$\text{II по Кирхгофа: } 1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 1: -\frac{q_5}{C} + \frac{2q_1}{C} + \frac{q_1}{C} - \frac{q_2 - q_1}{C} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_5 = 4q_1 - q_2$$

$$3 \text{ и } 3 \text{ для узла 4: } q_6 + q_2 - q_1 + 4q_1 - q_2 = 0 \Rightarrow q_6 =$$

$$-4q_1 + q_2 + q_2 - q_1 \neq q_6 = 0 \Rightarrow q_6 = 5q_1 - 2q_2$$



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

$$E = mc^2$$



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

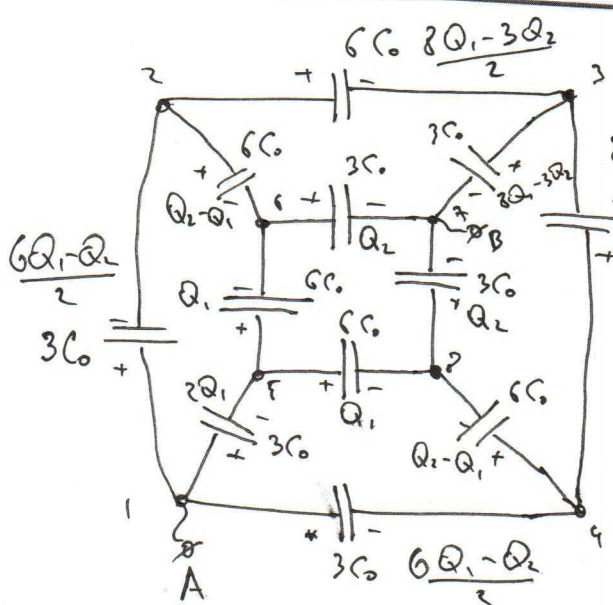
Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания
Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана



Решение. Схема симметрична
от-о прямой AB $\Rightarrow$
 $\rightarrow$ заряды на симметричных
конденсаторах
одинаковые. Рассмотрим
заряды Q_1 и Q_2 .

ЗСЗ узел 8: $-Q_3 - Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_3 = Q_2 - Q_1$

ЗСЗ узел 5: $-Q_4 + Q_1 + Q_1 = 0 \Rightarrow Q_4 = 2Q_1$

II по Кирхгофу: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1$: $\frac{Q_5}{3C_0} + \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} = \frac{2Q_1}{3C_0} + \frac{Q_1}{6C_0} \mid \cdot 6$
 $2Q_5 + Q_2 - Q_1 = 4Q_1 + Q_1 \Rightarrow 2Q_5 = 6Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_5 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2}$

ЗСЗ узел 4: $Q_7 + Q_2 - Q_1 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2} \Rightarrow Q_7 = \frac{6Q_1 - Q_2 + 2Q_1 - 2Q_2}{2}$

$$Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2}$$

ЗСЗ узел 3: $Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2} \cdot 2 = 8Q_1 - 3Q_2$

II по Кирхгофу $7 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 7$: $-\frac{Q_2}{3C_0} - \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{12C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{3C_0} = 0 \mid \cdot 12$

$$-4Q_2 - 2Q_2 + 2Q_1 + 8Q_1 - 3Q_2 + 32Q_1 - 12Q_2 = 0$$

$$21Q_2 = 42Q_1 \mid : 7 \Rightarrow 3Q_2 = 6Q_1 \Rightarrow Q_2 = 2Q_1 = 2Q$$



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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



получаем
горячий воздух его координаты увеличивается на Δx . Запишем условие того, что брусок останется на N горячих. В этом случае координаты должны быть $\leq x_k$

$$x_0 - N \Delta s \leq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2N \mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (2N+1) \Rightarrow \mu \geq \frac{k x_0}{mg(2N+1)}$$

б). Запишем условие, что $k_0(N-1)/2$ горячих брусок не останется, тогда координаты должны быть $\geq x_k$

$$x_0 - (N-1) \Delta s \geq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2(N-1) \mu mg}{k} \geq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \geq \frac{\mu mg}{k} (2N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$$

6). Получаем, что $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

Ответ: $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

ПРОДОЛЖЕНИЕ на
стр 13 !!!

$\eta; \Delta T$

$\nu = 1 \text{ моль}$

$i = 3$

$A_{12} = ?$

ω 3.

1). P_i, T_i, V_i - давление, температура, объем газа в i -ом состоянии.

2). $T_1 = T_2 = T_{\text{max}}$, м.д. $1 \rightarrow 2$ - изотермический

$V_2 = V_3$, м.д. $2 \rightarrow 3$ - изохора

3). Пересечение графиков



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022

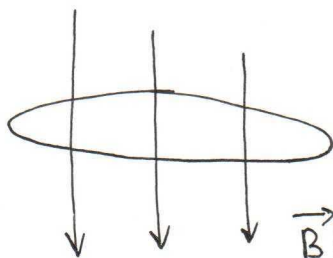


Заполняется проверяющим строго по образцу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	1	6	1	6	1	6	2	4
Оценка цифрами					Оценка прописью				
0 9 6					девяносто шесть				
					Подпись				

1-?

1)



ω1

S-площадь кольца

3-й Параграф: $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = B \cdot S$ - поток через кольцо $\Rightarrow$

$\Rightarrow d\Phi = S dB$ (площадь

кольца не изменяется $\Rightarrow$ вычисляем как константа)

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = - \frac{S dB}{dt} = - S \frac{dB}{dt} = \mathcal{E}_{AC}$$

индукции, которая возникает в кольце за счет вихревого электрического поля.

2) Рассмотрим 3 промежутка времени

2.1) $t \in [0; 1c]$. Из графика получаем, что $B(t) = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = - S \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow$ ток через кольцо

не возникает, т.к. по II пр-ку Кирхгофа $\mathcal{E} = IR \Rightarrow 0 = IR \Rightarrow I = 0$
(R - сопротивление кольца)

2.2) $t \in [1c; 3c]$. Из графика получаем $B(t) = B_0 - \alpha t$, где B_0 - некоторая константа, $\alpha \geq 0$ - коэффициент пропорциональности.



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

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

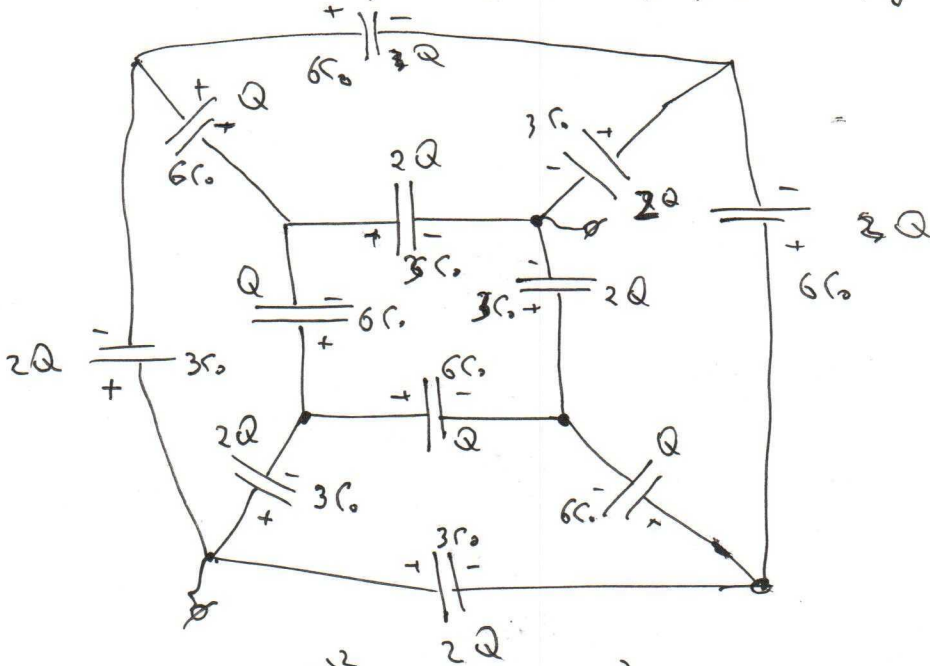
20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Перерисуйте схему, выразив все заряды через Q .



Получаем $U_{AB} = \frac{2Q}{3C_0} + \frac{Q}{6C_0} + \frac{2Q}{3C_0} = \frac{9Q}{6C_0} = \frac{3Q}{2C_0}$;

$$C_0 \neq \frac{Q}{\varepsilon} \Rightarrow U_{AB}$$

$$C_2 \neq \frac{U_{AB}}{Q_0} = \frac{U_{AB}}{6Q} = \frac{3Q}{2C_0 \cdot 6Q}$$

$$C_2 = \frac{Q_0}{U_{AB}} = \frac{6Q}{3Q} \cdot 2C_0 =$$

$$= 4C_0 = \left\{ C_0 = \frac{C}{\varepsilon} \right\} = \frac{4C}{\varepsilon}$$

$$Q. \begin{cases} C_2 = \frac{4C}{\varepsilon} \\ C_1 = \frac{6}{5}C \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{C_2}{C_1} = \frac{4 \cdot 5}{6 \cdot \varepsilon} = \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 4} = \frac{5}{6}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{6}}$$

(4)



$\varepsilon = 4$

$\Delta \varepsilon = 0,1$

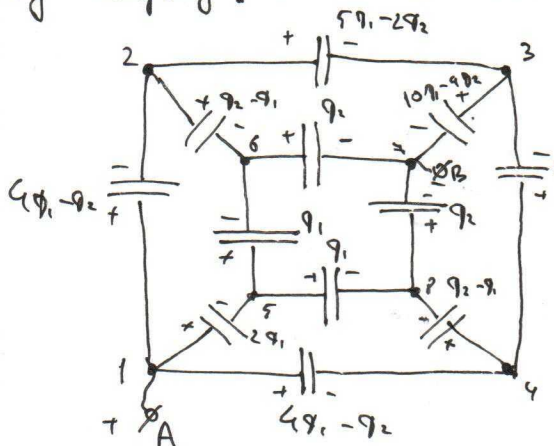
$\frac{C_2}{C_1} = ?$

№ 6.

1) Пусть C — ёмкости конденсаторов при 0°C .

Тогда $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$, где S — площадь обкладки и расстояние между ними

2) Рассчитаем ёмкости батарей конденсаторов при 0°C без сверху. Пусть $\varphi_A - \varphi_B > 0$. Рассмотрим потенциалы произвольно.



Заметим, что схема симметрична относительно прямой $AB \Rightarrow$ конденсаторы, симметричные относительно этой прямой имеют одинаковые заряды.

Рассчитаем заряды q_1 и q_2

3-и сохраним заряды для конденсатора между точками 8 и 9.

$q_2 - q_1 - q_3 = 0 \Rightarrow q_3 = q_2 - q_1$; заряд конденсатора между

3 и 3 для C'' между точками 1 и 5: точка (8 и 9) и (2 и 6)

3 и 3 для узла обкладки между точками 4 и 5:

$-q_4 + 2q_1 = 0 \Rightarrow q_4 = 2q_1$

II по Кирхгофа: $1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 1: -\frac{q_5}{C} + \frac{2q_1}{C} + \frac{q_1}{C} - \frac{q_2 - q_1}{C} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow q_5 = 4q_1 - q_2$

3 и 3 для узла 4: $q_6 + q_1 - q_2 - q_4 = 0 \Rightarrow q_6 = -4q_1 + q_2 + q_2 - q_1 =$

$-4q_1 + q_2 + q_2 - q_1 = 2q_2 - 5q_1 \Rightarrow q_6 = 5q_1 - 2q_2$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

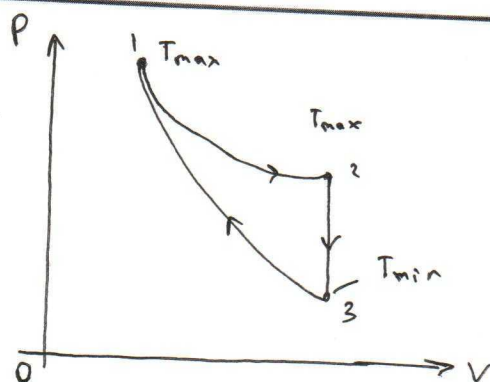
Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана



4). Докажем, что на участке

2 → 3 температура газа
мгновенно убывает

I закон Термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta A, \delta A = p dV = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{3}{2} \nu R dT \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

у-ие Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow V dp = \nu R dT$, p - увеличивается $\Rightarrow$

$\Rightarrow T$ - увеличивается ($dp < 0$; $dT < 0$) $\Rightarrow$ от 2 до 3 температура
мгновенно увеличивается $\Rightarrow T_3 < T_2$

5). Докажем, что на участке 3 → 1 температура мгновенно
увеличивается. II закон термодинамики: $\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 = p dV + dU \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT = -p dV, dV < 0 \Rightarrow -p dV > 0 \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT > 0 \Rightarrow$$

$dT > 0 \Rightarrow$ температура мгновенно увеличивается $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ в точке 1 и 2 - температура максимальна, в точке
3 - минимальна $\Rightarrow \Delta T = T_{\max} - T_{\min} = T_2 - T_3$

6). I закон Т-ки 2 → 3: $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$$Q_{23} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{тепло отдается}$$

$$\Rightarrow |Q_x| = |Q_{23}| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{тепло отдается от газа}$$

7). $Q_H = Q_{12}$ - тепло передано к газу. Докажем, что
на участке 1 → 2 тепло всегда передается

I закон термодинамики: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \delta Q = \delta A$, $\delta A > 0$, т.к.
 $dV > 0 \Rightarrow$ тепло всегда передается

$$8). \eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{2 Q_H} \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1 - \eta$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



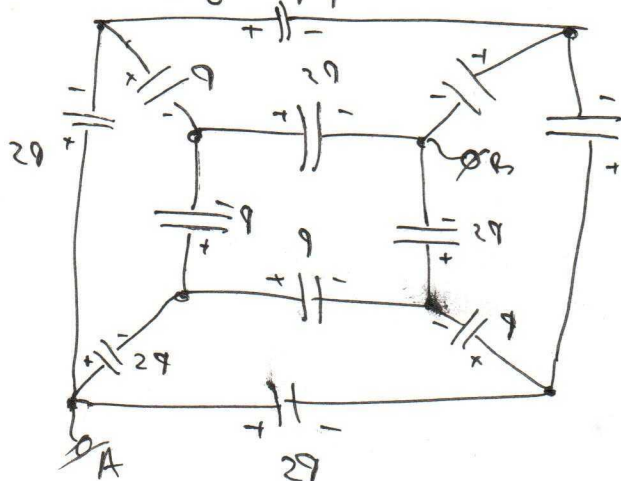
Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

3СЗ дано узко 3: $q_7 = 10$ $q_7 + 2q_2 - 5q_1 + 2q_2 - 5q_1 = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow q_7 = 10q_1 - 4q_2$

II по ко Гирхгофа $4 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 1$: $\frac{q_2 - q_1}{C} + \frac{q_2}{C} - \frac{10q_1 - 4q_2}{C} -$
 $- \frac{5q_1 - 2q_2}{C} = 0 \Rightarrow 8q_2 = 16q_1 \Rightarrow q_2 = 2q_1 = 2q$

Перерисовываем схему и рассчитываем заряды, выразив их через q



$$U_{AB} = \frac{2q}{C} + \frac{q}{C} + \frac{2q}{C} = \frac{5q}{C}$$

$$C_1 = \left(\frac{U_{AB}}{q_0} \right)^{-1} = \left(\frac{U_{AB}}{2q + 2q + 2q} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{U_{AB}}{6q} \right)^{-1} = \left(\frac{5q}{6q} \right)^{-1} = \frac{6}{5} C$$

- ёмкость узла при $t = 0^\circ C$

3) Для конденсаторов, которые прилегают к А и В $\epsilon_1 = \epsilon_0 + \Delta \epsilon \frac{T_1}{\Delta T} = 4 - 1 = 3$. Для остальных $\epsilon_2 = \epsilon_0 + \Delta \epsilon \frac{T_2}{\Delta T} = 4 + 2 = 6$. Пусть

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}; \text{ тогда } C_1' = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d} = 3C_0, \text{ ёмкости}$$

конденсаторов, которые выходят из А и В.

$$C_2' = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d} = 6C_0 - \text{ёмкости остальных конденсаторов}$$



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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



получаем
горячий воздух его координаты увеличивается на Δx . Запишем условие того, что брусок останется на N горячих. В этом случае координаты должны быть $\leq x_k$

$$x_0 - N \Delta s \leq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2N \mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (2N+1) \Rightarrow \mu \geq \frac{k x_0}{mg(2N+1)}$$

б). Запишем условие, что $k_0(N-1)/2$ горячих брусок не останется, тогда координаты $k_0(N-1)/2$ горячих должны быть $\geq x_k$

$$x_0 - (N-1) \Delta s \geq x_k \Rightarrow x_0 - \frac{2(N-1) \mu mg}{k} \geq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 \geq \frac{\mu mg}{k} (2N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$$

б). Получаем, что $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

Ответ: $\frac{k x_0}{mg(2N+1)} \leq \mu \leq \frac{k x_0}{mg(2N-1)}$

ПРОДОЛЖЕНИЕ на
стр 13 !!!

$\eta; \Delta T$

$D = 1 \text{ моль}$
 $i = 3$

$A_{12} = ?$

ω 3.

1). P_i, T_i, V_i - давление, температура, объем газа в i -ом состоянии.

2). $T_1 = T_2 = T_{\text{max}}$, м.д. $1 \rightarrow 2$ - изотермический

$V_2 = V_3$, м.д. $2 \rightarrow 3$ - изохора

3). Пересечение графиков



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022

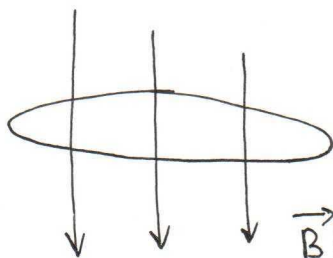


Заполняется проверяющим строго по образцу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	1	6	1	6	1	6	2	4
Оценка цифрами					Оценка прописью				
0 9 6					девяносто шесть				
					Подпись				

1-?

1)



ω1

S-площадь кольца

3-й Параграф: $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = B \cdot S$ - поток через кольцо $\Rightarrow$

$\Rightarrow d\Phi = S dB$ (площадь

кольца не изменяется $\Rightarrow$ вычисляем как константа)

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = - \frac{S dB}{dt} = - S \frac{dB}{dt} = \mathcal{E}_{AC}$$

индукция, которая возникает в кольце за счет вихревого электрического поля.

2) Рассмотрим 3 промежутка времени

2.1) $t \in [0; 1c]$. Из графика получаем, что $B(t) = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = - S \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow$ ток через кольцо

не возникает, т.к. по II пр-ку Кирхгофа $\mathcal{E} = IR \Rightarrow 0 = IR \Rightarrow I = 0$
(R - сопротивление кольца)

2.2) $t \in [1c; 3c]$. Из графика получаем $B(t) = B_0 - \alpha t$, где

B_0 - некоторая константа, $\alpha \geq 0$ - коэффициент пропорциональности.



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Продифференцируем по времени $B(t)$ и получим

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha. \text{ Тогда } \mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -S \cdot (-\alpha) = \alpha S. \text{ Получим, что}$$

в моменты $t \in [1c; 3c]$ ЭДС induced в проводнике
ток. По пр-му Ленца определим направление
тока



$$B(t) = B_0 - \alpha t$$

И пр-по Кирхгофа:

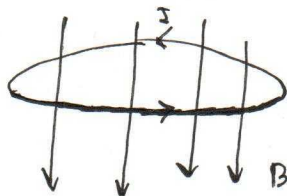
$$\mathcal{E} = I_1 R \Rightarrow \alpha S = I_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\alpha S}{R} \Rightarrow$$

в моменты $t \in [1c; 3c]$ - ток постоянный ток $I_1 = \frac{\alpha S}{R}$

2.3) $t \in [3c; 4c]$: $B(t) = B_1 + \beta t$, где B_1 - некоторая
константа, β - коэфф. пропорциональности, $\beta > 0$.

Продифференцируем и получим $\frac{dB}{dt} = \beta$. Подставим
 $\mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -\beta S$. По пр-му Ленца определим направление тока.



$$B(t) = B_1 + \beta t$$

И пр-по Кирхгофа:

$$|\mathcal{E}| = I_2 R \Rightarrow \beta S = I_2 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{\beta S}{R} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ в моменты $t \in [3c; 4c]$ ток будет протекать постоянный
ток.

3) В итоге получим, что ток протекать с $1c$ по $4c$. $\Rightarrow t = 3c$

Ответ: $t = 3c$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

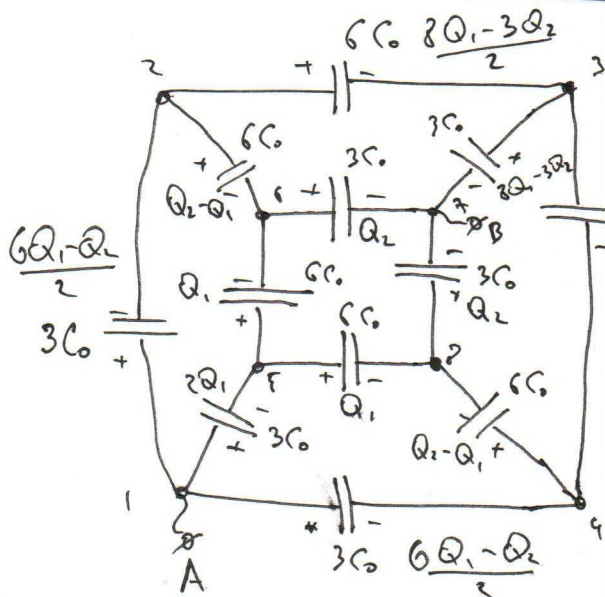
Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана



Решение. Схема симметрична
от-о прямой AB $\Rightarrow$
 $\rightarrow$ заряды на симметричных
конденсаторах
одинаковые. Рассмотрим
заряды Q_1 и Q_2 .

ЗСЗ узел 8: $-Q_3 - Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_3 = Q_2 - Q_1$

ЗСЗ узел 5: $-Q_4 + Q_1 + Q_1 = 0 \Rightarrow Q_4 = 2Q_1$

II по Кирхгофу: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1$: $\frac{Q_5}{3C_0} + \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} = \frac{2Q_1}{3C_0} + \frac{Q_1}{6C_0} \mid \cdot 6$
 $2Q_5 + Q_2 - Q_1 = 4Q_1 + Q_1 \Rightarrow 2Q_5 = 6Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_5 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2}$

ЗСЗ узел 4: $Q_7 + Q_2 - Q_1 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2} \Rightarrow Q_7 = \frac{6Q_1 - Q_2 + 2Q_1 - 2Q_2}{2}$

$$Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2}$$

ЗСЗ узел 3: $Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2} \cdot 2 = 8Q_1 - 3Q_2$

II по Кирхгофу $7 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 7$: $-\frac{Q_2}{3C_0} - \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{12C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{3C_0} = 0 \mid \cdot 12$

$$-4Q_2 - 2Q_2 + 2Q_1 + 8Q_1 - 3Q_2 + 32Q_1 - 12Q_2 = 0$$

$$21Q_2 = 42Q_1 \mid : 7 \Rightarrow 3Q_2 = 6Q_1 \Rightarrow Q_2 = 2Q_1 = 2Q$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

5) $\Pi_2 = -mgL$ - потенциальная энергия шара в нижней точке

6) 3-й закон сохранения энергии: $\Pi_1 + W_{\text{эл}1} = \Pi_2 + W_{\text{эл}2} + K$, где

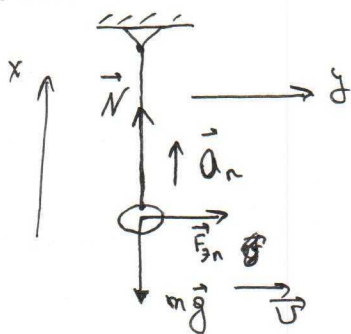
K - кинетическая энергия шара $K = \frac{mv^2}{2}$

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

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2}{L\sqrt{5}} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2(\sqrt{5}-1)}{L}$$

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

7) Рассмотрим силы, действующие на шарик в нижней точке



II 3-й закон Ньютона Ox :

$N - mg = ma_n$, где a_n - центростремительное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{L} = 2g + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{mL^2}$$

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

$$N = 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2} - \text{сила, со стороны стержня на шар по оси } Ox.$$



8) Предположим, что на стержне со стороны шара действует сила, горизонтальная составляющая которой $\neq 0$, тогда закон сохранения импульса относительно O имеет вид:



Закон сохранения импульса относительно O имеет вид: $I \cdot \varepsilon = \sum M$, т.е. $M = 0$, то

$$0 \cdot \varepsilon = M \Rightarrow M = 0 - \text{получим противоречие} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ сила направлена в точку шарика



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

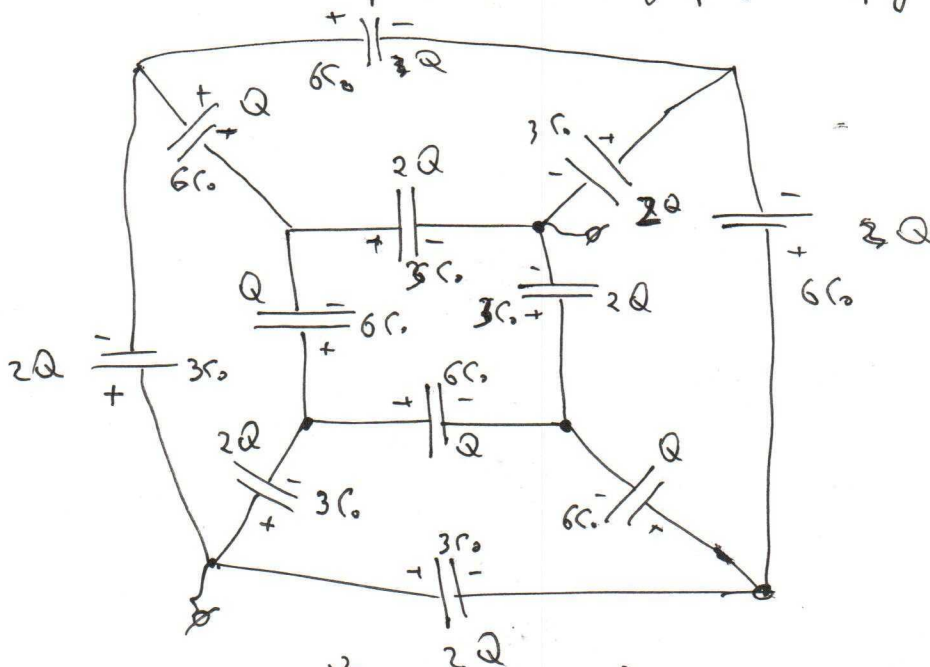
20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Перерисуйте схему, выразив все заряды через Q .



Получаем $U_{AB} = \frac{2Q}{3C_0} + \frac{Q}{6C_0} + \frac{2Q}{3C_0} = \frac{9Q}{6C_0} = \frac{3Q}{2C_0}$;

$$C_0 \neq \frac{Q}{U} \Rightarrow U_{AB}$$

$$C_2 \neq \frac{U_{AB}}{Q_0} = \frac{U_{AB}}{6Q} = \frac{3Q}{2C_0 \cdot 6Q}$$

$$C_2 = \frac{Q_0}{U_{AB}} = \frac{6Q}{3Q} \cdot 2C_0 =$$

$$= 4C_0 = \left\{ C_0 = \frac{C}{\varepsilon} \right\} = \frac{4C}{\varepsilon}$$

$$Q. \begin{cases} C_2 = \frac{4C}{\varepsilon} \\ C_1 = \frac{6}{5}C \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{C_2}{C_1} = \frac{4 \cdot 5}{6 \cdot \varepsilon} = \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 4} = \frac{5}{6}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{6}}$$

(4)



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



12 (продолжение).

г) На вопрос какое n число колебаний совершает брус, Жюри отвечает: да, $\Rightarrow$ брус останавливается

Если он совершил N ~~колебаний~~ ~~колебаний~~ ~~колебаний~~, то кол-во полуколебаний $2N$. Т.к. за одно полуколебание модуль его координаты увеличивается на Δx , то в конце его координата будет $x_{\text{конечное}} = x_0 - 2N\Delta S =$

$$= x_0 - \frac{4N\mu mg}{k}. \text{ Т.к. он останавливается, то } x_{\text{конечное}} \leq x_k$$

$$x_0 - \frac{4N\mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (1 + 4N) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{kx_0}{mg(1+4N)}$$

Т.к. при $(2N-1)$ -ом полуколебании брусу еще не оставалось покоя, то ~~до того~~ модуль его координаты в $2N$ -ом моменте $x_k > x_{\text{конечное}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow x_0 - (2N-1)\Delta S > x_k \Rightarrow x_0 - \frac{(2N-1) \cdot 2\mu mg}{k} > \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 > \frac{\mu mg}{k} (4N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$$

б) Получаем $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$. Запомним, что если $N \geq 1$,

$$\text{то } \mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$$

Ответ: $\frac{kx_0}{4mgN} \leq \mu$

Ответ: $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$ если $N \geq 1$, то $\mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

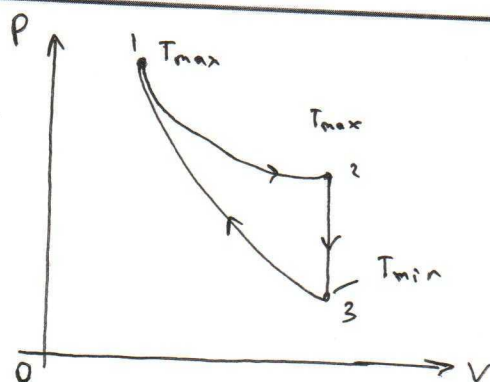
Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана



4). Докажем, что на участке

2 → 3 температура газа
мгновенно убывает

I закон Термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta A, \delta A = p dV = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{3}{2} \nu R dT \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

у-ие Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow V dp = \nu R dT$, p - уменьшается $\Rightarrow$

$\Rightarrow T$ - уменьшается ($dp < 0$; $dT < 0$) $\Rightarrow$ от 2 до 3 температура
мгновенно уменьшается $\Rightarrow T_3 < T_2$

5). Докажем, что на участке 3 → 1 температура мгновенно
увеличивается. II закон термодинамики: $\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 = p dV + dU \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT = -p dV, dV < 0 \Rightarrow -p dV > 0 \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R dT > 0 \Rightarrow$$

$dT > 0 \Rightarrow$ температура мгновенно увеличивается $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ в точке 1 и 2 - температура максимальна, в точке
3 - минимальна $\Rightarrow \Delta T = T_{\max} - T_{\min} = T_2 - T_3$

6). I закон Т-ки 2 → 3: $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$$Q_{23} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{тепло отдается}$$

$$\Rightarrow |Q_x| = |Q_{23}| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - \text{тепло отдается от газа}$$

7). $Q_H = Q_{12}$ - тепло передано к газу. Докажем, что
на участке 1 → 2 тепло всегда передается

I закон термодинамики: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \delta Q = \delta A$, $\delta A > 0$, т.к.
 $dV > 0 \Rightarrow$ тепло всегда передается

$$8). \eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{2 Q_H} \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1 - \eta$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

9) По III з-ку Ньютона: сила с которой сфера действует на шарик равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой ^{шарик}сфера действует на ~~шарик~~ сферу $\Rightarrow$

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

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

+ верно.

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

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

а-?

(54)

1). $E_1 = h\nu_1$ - энергии фотона до рассеивания
 ν_1 - частота

2). $\lambda_1 = cT_1 = c \cdot \frac{1}{\nu_1} \Rightarrow c = \lambda_1 \nu_1$ - скорость света

3). $E_2 = h\nu_2$ энергии после рассеивания

4). $\lambda_2 = cT_2 = c \cdot \frac{1}{\nu_2} \Rightarrow c = \lambda_2 \nu_2$ (4)

$$5). \begin{cases} (2) \\ (4) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = \lambda_1 \nu_1 \\ c = \lambda_2 \nu_2 \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$6). \alpha = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = 1 - \frac{E_2}{E_1} = 1 - \frac{h\nu_2}{h\nu_1} = 1 - \frac{\nu_2}{\nu_1} = 1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2} =$$

$$= 1 - \frac{2,4 \cdot 10^{-11}}{2,6 \cdot 10^{-11}} = 1 - \frac{24}{26} = 1 - \frac{12}{13} = \frac{1}{13} \approx 0,0769 \approx 7,69\%$$

$$\text{Ответ: } \alpha \approx 7,69\%$$

+ (2)



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Продифференцируем по времени $B(t)$ и получим

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha. \text{ Тогда } \mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -S \cdot (-\alpha) = \alpha S. \text{ Получим, что}$$

в моменты $t \in [1c; 3c]$ ЭДС induced в проводнике
токтока. По пр-му Ленца определим направление
тока



$$B(t) = B_0 - \alpha t$$

И пр-по Кирхгофа:

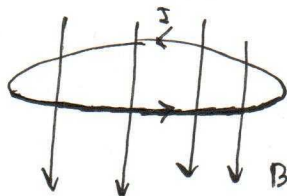
$$\mathcal{E} = I_1 R \Rightarrow \alpha S = I_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\alpha S}{R} \Rightarrow$$

в моменты $t \in [1c; 3c]$ - ток постоянный ток $I_1 = \frac{\alpha S}{R}$

2.3) $t \in [3c; 4c]$: $B(t) = B_1 + \beta t$, где B_1 - некоторая
константа, β - коэфф. пропорциональности, $\beta > 0$.

Продифференцируем и получим $\frac{dB}{dt} = \beta$. Подставим
 $\mathcal{E} = -S \frac{dB}{dt} = -\beta S$. По пр-му Ленца определим направление тока.



$$B(t) = B_1 + \beta t$$

И пр-по Кирхгофа:

$$|\mathcal{E}| = I_2 R \Rightarrow \beta S = I_2 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{\beta S}{R} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ в моменты $t \in [3c; 4c]$ ток будет протекать постоянный
ток.

3) В итоге получим, что ток протекать с $1c$ по $4c$. $\Rightarrow t = 3c$

Ответ: $t = 3c$





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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

$$Q_H = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = Q_{12}$$

9) I канал термодинамики $1 \rightarrow 2$: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12} \quad (\Delta U_{12} = 0, \text{ т.е. } T = \text{const})$$

$$\text{т.е. } \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = A_{12} \quad A_{12} = Q_{12} = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = \frac{3 R \Delta T}{2(1-\eta)}$$

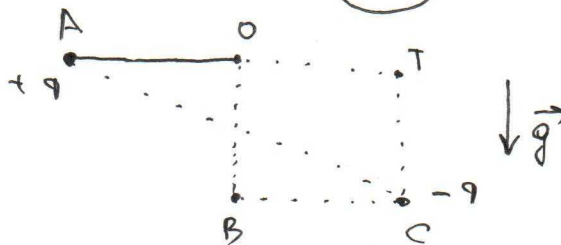
$$\text{Ответ: } A_{12} = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = \frac{3 R \Delta T}{2(1-\eta)}$$



$L; m; q; g; k$

$T = ?$

55.

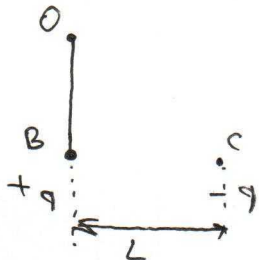


1) The диагональ: $AC^2 = AD^2 + DC^2 \Rightarrow AC^2 = 4L^2 + L^2 \Rightarrow AC = L\sqrt{5}$

2) $W_{\partial 1} = - \frac{k q^2}{AC} = - \frac{k q^2}{L\sqrt{5}}$ - энергия взаимодействия зарядов в канале.

3) Пусть в точке O - 0 потенциальной энергии, тогда $\Pi_1 = 0$ - потенциальная энергия заряда +q в канале

4) $W_{\partial 2} = - \frac{k q^2}{BC} = - \frac{k q^2}{L}$ - энергия взаимодействия зарядов, когда +q в нижней точке траектории





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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



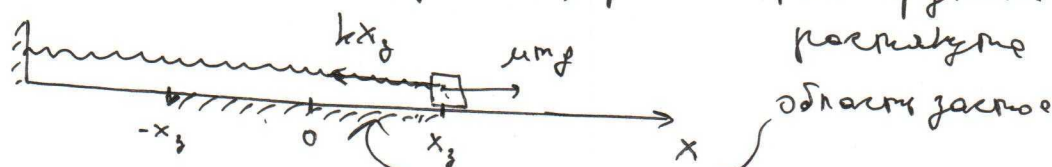
$k; x_0; m; N$

μ ?

12. (продолжение из страницы 13)

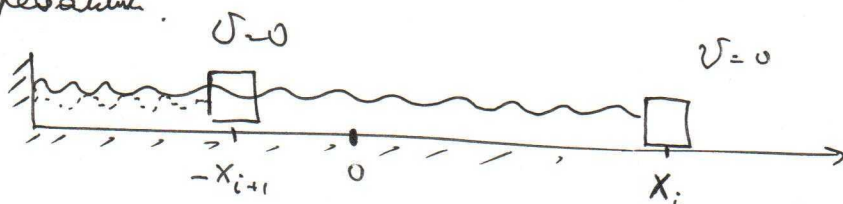
1). Т. к. брусок движется, то на него действует сила трения скольжения $F_{тр} = \mu mg$.

2). Найдем область застоя. То есть ту область, при попадании в которую при скорости $v = 0$ брусок останавливается. 0 - координата, при которой пружина не растянута



в максимальном уравнении $F_{тр} = \mu mg \Rightarrow kx_3 = \mu mg \Rightarrow x_3 = \frac{\mu mg}{k}$ - максимальная координата области застоя.

3). Рассмотрим брусок в двух крайних точках при колебании.



3-и сохранение энергии: $\frac{kx_i^2}{2} + A_{тр} = \frac{kx_{i+1}^2}{2}$, $A_{тр}$ - работа силы трения.

$$A_{тр} = -\mu mg(x_i + x_{i+1})$$

$$\frac{k}{2}(x_i - x_{i+1})(x_i + x_{i+1}) = \mu mg(x_i + x_{i+1}) \Rightarrow x_i - x_{i+1} = \frac{2\mu mg}{k} = \Delta x_0$$

- то, насколько уменьшается координата бруска за одно ~~полупериодное~~ ~~колебание~~ ~~полупериодное~~

4). Брусок будет колебаться до тех пор, пока он не остановится в области застоя. Значит



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

$$E = mc^2$$



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

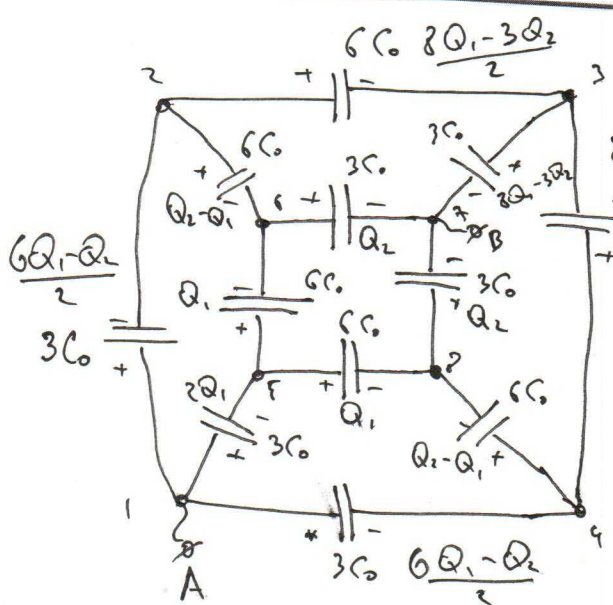
Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания
Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана



Решение. Схема симметрична
от-о прямой AB $\Rightarrow$
 $\rightarrow$ заряды на симметричных
конденсаторах
одинаковые. Рассмотрим
заряды Q_1 и Q_2 .

ЗЗ узел 8: $-Q_3 - Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_3 = Q_2 - Q_1$

ЗЗ узел 5: $-Q_4 + Q_1 + Q_1 = 0 \Rightarrow Q_4 = 2Q_1$

II по Кирхгофу: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1$: $\frac{Q_5}{3C_0} + \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} = \frac{2Q_1}{3C_0} + \frac{Q_1}{6C_0} \mid \cdot 6$
 $2Q_5 + Q_2 - Q_1 = 4Q_1 + Q_1 \Rightarrow 2Q_5 = 6Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_5 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2}$

ЗЗ узел 4: $Q_7 + Q_2 - Q_1 = \frac{6Q_1 - Q_2}{2} \Rightarrow Q_7 = \frac{6Q_1 - Q_2 + 2Q_1 - 2Q_2}{2}$

$$Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2}$$

ЗЗ узел 3: $Q_7 = \frac{8Q_1 - 3Q_2}{2} \cdot 2 = 8Q_1 - 3Q_2$

II по Кирхгофу $7 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 7$: $-\frac{Q_2}{3C_0} - \frac{Q_2 - Q_1}{6C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{12C_0} + \frac{8Q_1 - 3Q_2}{3C_0} = 0 \mid \cdot 12$

$$-4Q_2 - 2Q_2 + 2Q_1 + 8Q_1 - 3Q_2 + 32Q_1 - 12Q_2 = 0$$

$$21Q_2 = 42Q_1 \mid : 7 \Rightarrow 3Q_2 = 6Q_1 \Rightarrow Q_2 = 2Q_1 = 2Q$$



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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

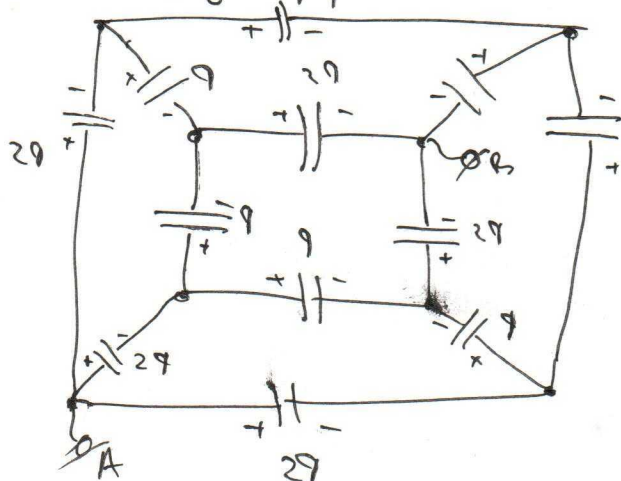
20.02.2022



3 C3 дано узко 3: $q_7 = 10$ $q_7 + 2q_2 - 5q_1 + 2q_2 - 5q_1 = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow q_7 = 10q_1 - 4q_2$

II по ко Гирхгофа $4 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 1$: $\frac{q_2 - q_1}{C} + \frac{q_2}{C} - \frac{10q_1 - 4q_2}{C} -$
 $- \frac{5q_1 - 2q_2}{C} = 0 \Rightarrow 8q_2 = 16q_1 \Rightarrow q_2 = 2q_1 = 2q$

Перерисовываем схему и рассчитываем заряды, выразив их через q



$$U_{AB} = \frac{2q}{C} + \frac{q}{C} + \frac{2q}{C} = \frac{5q}{C}$$

$$C_1 = \left(\frac{U_{AB}}{q_0} \right)^{-1} = \left(\frac{U_{AB}}{2q + 2q + 2q} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{U_{AB}}{6q} \right)^{-1} = \left(\frac{5q}{6q} \right)^{-1} = \frac{6}{5} C$$

- ёмкость узла при $t = 0^\circ C$

3) Для конденсаторов, которые присоединены к А и В $\epsilon_1 = \epsilon_0 + \alpha \epsilon \frac{T_1}{\Delta T} = 4 - 1 = 3$. Для остальных $\epsilon_2 = \epsilon_0 + \alpha \epsilon \frac{T_2}{\Delta T} = 4 + 2 = 6$. Пусть

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}; \text{ тогда } C'_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d} = 3C_0, \text{ ёмкости}$$

конденсаторов, которые выходят из А и В.

$$C'_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d} = 6C_0 - \text{ёмкости остальных конденсаторов}$$



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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



5) $\Pi_2 = -mgL$ - потенциальная энергия шара в нижней точке

6) 3-й закон сохранения энергии: $\Pi_1 + W_{\text{эл}1} = \Pi_2 + W_{\text{эл}2} + K$, где

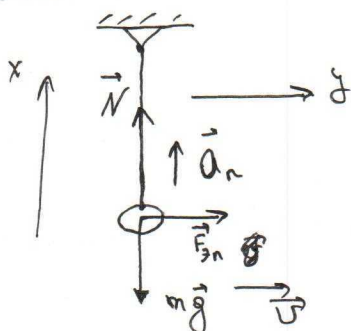
K - кинетическая энергия шара $K = \frac{mv^2}{2}$

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

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2}{L\sqrt{5}} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2(\sqrt{5}-1)}{L}$$

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

7) Рассмотрим силы, действующие на шарик в нижней точке



II 3-й закон Ньютона OX :

$N - mg = ma_n$, где a_n - центростремительное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{L} = 2g + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{mL^2}$$

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

$$N = 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2} - \text{сила, со стороны стержня на шар по оси } OX.$$



8) Предположим, что на стержне со стороны шара действует сила, горизонтальная составляющая которой $\neq 0$, тогда



Законим про-по y -ю вращением, равенств оми. т.о. $I \cdot \varepsilon = \sum M$, т.к. $M = 0$, то

$$0 \cdot \varepsilon = M \Rightarrow M = 0 - \text{получим противоречие} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ сила направлена в точку шарика



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



12 (продолжение).

г) На вопрос какое n число колебаний совершает брус, Жюри отвечает: да, $\Rightarrow$ брус останавливается

Если он совершил N ~~колебаний~~ ^{колебаний} ~~колебаний~~, то кол-во полуколебаний $2N$. Т.к. за одно полуколебание модуль его координаты увеличивается на Δx , то в конце его координата будет $x_{\text{конечное}} = x_0 - 2N\Delta S =$

$$= x_0 - \frac{4N\mu mg}{k}. \text{ Т.к. он останавливается, то } x_{\text{конечное}} \leq x_k$$

$$x_0 - \frac{4N\mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (1 + 4N) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{kx_0}{mg(1+4N)}$$

Т.к. при $(2N-1)$ -ом полуколебании брусок еще не останавливается, то ~~до того~~ ^{до того} модуль его координаты в $2N$ -ом моменте $x_k > x_k \Rightarrow$

$$\Rightarrow x_0 - (2N-1)\Delta S > x_k \Rightarrow x_0 - \frac{(2N-1) \cdot 2\mu mg}{k} > \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 > \frac{\mu mg}{k} (4N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$$

б) Получаем $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$. Запомним, что если $N \geq 1$,

$$\text{то } \mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$$

Ответ: $\frac{kx_0}{4mgN} \leq \mu$

Ответ: $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$ если $N \geq 1$, то $\mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

9) По III 3-ку Ньютона: сила с которой сфера действует на шарик равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой ^{шарик} ~~сфера~~ действует на ~~шарик~~ сферу $\Rightarrow$

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

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

+ верно.

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

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

а-?

(54)

1). $E_1 = h\nu_1$ - энергии фотона до рассеивания
 ν_1 - частота

2). $\lambda_1 = cT_1 = c \cdot \frac{1}{\nu_1} \Rightarrow c = \lambda_1 \nu_1$ - скорость света

3). $E_2 = h\nu_2$ энергии после рассеивания

4). $\lambda_2 = cT_2 = c \cdot \frac{1}{\nu_2} \Rightarrow c = \lambda_2 \nu_2$ (4)

$$5). \begin{cases} (2) \\ (4) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = \lambda_1 \nu_1 \\ c = \lambda_2 \nu_2 \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$6). \alpha = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = 1 - \frac{E_2}{E_1} = 1 - \frac{h\nu_2}{h\nu_1} = 1 - \frac{\nu_2}{\nu_1} = 1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2} =$$

$$= 1 - \frac{2,4 \cdot 10^{-11}}{2,6 \cdot 10^{-11}} = 1 - \frac{24}{26} = 1 - \frac{12}{13} = \frac{1}{13} \approx 0,0769 \approx 7,69\%$$

$$\text{Ответ: } \alpha \approx 7,69\%$$

+ (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 89390 Класс 11

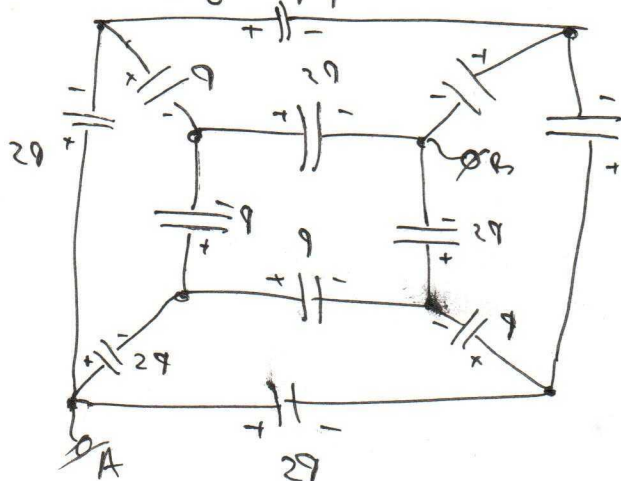
Вариант 1 Дата 20.02.2022



3 СЗ дано узко 3: $q_7 = 10$ $q_7 + 2q_2 - 5q_1 + 2q_2 - 5q_1 = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow q_7 = 10q_1 - 4q_2$

II по ко Гирхгофа $4 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 1$: $\frac{q_2 - q_1}{C} + \frac{q_2}{C} - \frac{10q_1 - 4q_2}{C} -$
 $- \frac{5q_1 - 2q_2}{C} = 0 \Rightarrow 8q_2 = 16q_1 \Rightarrow q_2 = 2q_1 = 2q$

Перерисовываем схему и рассчитываем заряды, выраженные через q



$$U_{AB} = \frac{2q}{C} + \frac{q}{C} + \frac{2q}{C} = \frac{5q}{C}$$

$$C_1 = \left(\frac{U_{AB}}{q_0} \right)^{-1} = \left(\frac{U_{AB}}{2q + 2q + 2q} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{U_{AB}}{6q} \right)^{-1} = \left(\frac{5q}{6q} \right)^{-1} = \frac{6}{5} C$$

- емкость узла при $t = 0^\circ C$

3) Для конденсаторов, которые присоединены к А и В $\epsilon_1 = \epsilon_0 + \alpha \epsilon \frac{T_1}{\Delta T} = 4 - 1 = 3$. Для остальных $\epsilon_2 = \epsilon_0 + \alpha \epsilon \frac{T_2}{\Delta T} = 4 + 2 = 6$. Пусть

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}; \text{ тогда } C'_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d} = 3C_0, \text{ емкость}$$

конденсаторов, которые выходят из А и В.

$$C'_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d} = 6C_0 - \text{емкость остальных конденсаторов}$$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

$$Q_H = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = Q_{12}$$

9) I канал термодинамики $1 \rightarrow 2$: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12} \quad (\Delta U_{12} = 0, \text{ т.е. } T = \text{const})$$

$$\text{т.е. } \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = A_{12} \quad A_{12} = Q_{12} = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = \frac{3 R \Delta T}{2(1-\eta)}$$

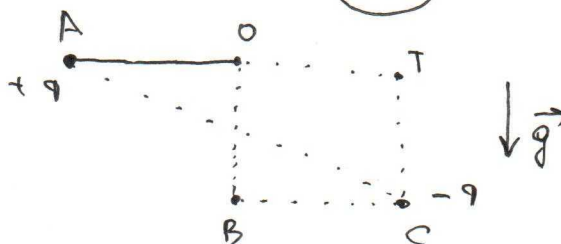
$$\text{Ответ: } A_{12} = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = \frac{3 R \Delta T}{2(1-\eta)}$$



$L; m; q; g; k$

$T = ?$

55.

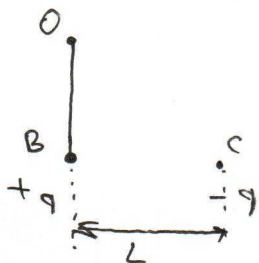


1) The диагональ: $AC^2 = CD^2 + AD^2 \Rightarrow AC^2 = 4L^2 + L^2 \Rightarrow AC = L\sqrt{5}$

2) $W_{\partial 1} = - \frac{k q^2}{AC} = - \frac{k q^2}{L\sqrt{5}}$ - энергия взаимодействия зарядов в канале.

3) Пусть в точке O - 0 потенциальной энергии, тогда $\Pi_1 = 0$ - потенциальная энергия заряда +q в канале

4) $W_{\partial 2} = - \frac{k q^2}{BC} = - \frac{k q^2}{L}$ - энергия взаимодействия зарядов, когда +q в нижней точке траектории





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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



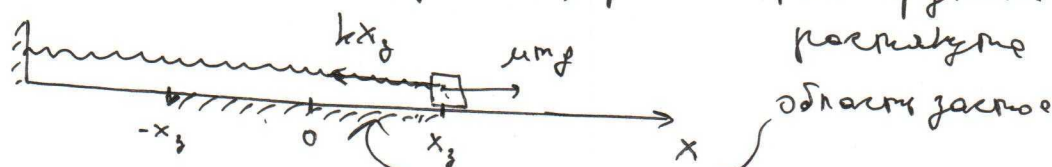
$k; x_0; m; N$

μ ?

12. (продолжение из страницы 13)

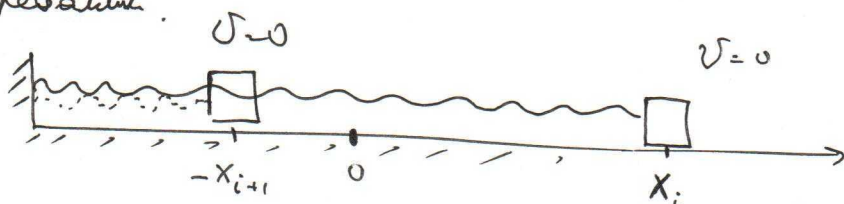
1). Т. к. брусок движется, то на него действует сила трения скольжения $F_{тр} = \mu mg$.

2). Найдем область застоя. То есть ту область, при попадании в которую при скорости $v = 0$ брусок останавливается. 0 - координата, при которой пружина не растянута



в максимальном уравнении $F_{тр} = \mu mg \Rightarrow kx_3 = \mu mg \Rightarrow x_3 = \frac{\mu mg}{k}$ - максимальная координата области застоя.

3). Рассмотрим брусок в двух крайних точках при колебании.



3-и сохранение энергии: $\frac{kx_i^2}{2} + A_{тр} = \frac{kx_{i+1}^2}{2}$, $A_{тр}$ - работа силы трения.

$$A_{тр} = -\mu mg(x_i + x_{i+1})$$

$$\frac{k}{2}(x_i - x_{i+1})(x_i + x_{i+1}) = \mu mg(x_i + x_{i+1}) \Rightarrow x_i - x_{i+1} = \frac{2\mu mg}{k} = \Delta x_0$$

- то, насколько уменьшается координата бруска за одно ~~полупериодное~~ ~~колебание~~ ~~полупериодное~~

4). Брусок будет колебаться до тех пор, пока он не остановится в области застоя. Значит



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

5) $\Pi_2 = -mgL$ - потенциальная энергия шара в нижней точке

6) 3-й закон сохранения энергии: $\Pi_1 + W_{\text{эл}1} = \Pi_2 + W_{\text{эл}2} + K$, где

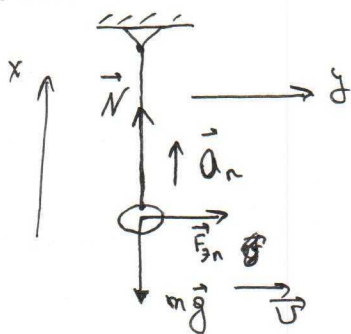
K - кинетическая энергия шара $K = \frac{mv^2}{2}$

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

$$\frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2}{L\sqrt{5}} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgL + \frac{kq^2(\sqrt{5}-1)}{L}$$

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

7) Рассмотрим силы, действующие на шарик в нижней точке



II 3-й закон Ньютона OX :

$N - mg = ma_n$, где a_n - центростремительное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{L} = 2g + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{mL^2}$$

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

$$N = 3mg + \frac{2kq^2(\sqrt{5}-1)}{L^2} - \text{сила, со стороны стержня на шар по оси } OX.$$



8) Предположим, что на стержень со стороны шара действует сила, горизонтальная составляющая которой $\neq 0$, тогда



Законим про-по y -ю вращением, равенств оми. т.о. $I \cdot \varepsilon = \sum M$, т.к. $M = 0$, то

$0 \cdot \varepsilon = M \Rightarrow M = 0$ - противоречие $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ сила направлена в направлении



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



12 (продолжение).

г) На вопрос какое n число колебаний совершает брус, Жюри отвечает: да, $\Rightarrow$ брус останавливается

Если он совершил N ~~колебаний~~ ~~колебаний~~ N ~~колебаний~~ N ~~колебаний~~, то
коп-во полуколебаний $2N$. Т.к. за одно полуколебание
модуль его координаты увеличивается на Δx , то
в конце его координата будет $x_{\text{конечное}} = x_0 - 2N\Delta S =$

$$= x_0 - \frac{4N\mu mg}{k}. \text{ Т.к. он останавливается, то } x_{\text{конечное}} \leq x_k$$

$$x_0 - \frac{4N\mu mg}{k} \leq \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow x_0 \leq \frac{\mu mg}{k} (1 + 4N) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{kx_0}{mg(1+4N)}$$

Т.к. при $(2N-1)$ -ом полуколебании брусок еще не
остановился, то ~~его координата~~ ~~его координата~~ ~~его координата~~
в ~~2-м~~ моменте $x_k > x_k \Rightarrow$

$$\Rightarrow x_0 - (2N-1)\Delta S > x_k \Rightarrow x_0 - \frac{(2N-1) \cdot 2\mu mg}{k} > \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 > \frac{\mu mg}{k} (4N-1) \Rightarrow \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$$

б) Получаем $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$. Запомним, что если $N \geq 1$,

$$\text{то } \mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$$

Ответ: $\mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$

Ответ: $\frac{kx_0}{mg(1+4N)} \leq \mu \leq \frac{kx_0}{mg(4N-1)}$ если $N \geq 1$, то $\mu \leq \frac{kx_0}{4mgN}$



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

9) По III 3-ку Ньютона: сила с которой сфера действует на шарик равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой ^{шарик}сфера действует на ~~шарик~~ сферу $\Rightarrow$

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

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

+ верно.

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

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

а-?

(54)

1). $E_1 = h\nu_1$ - энергии фотона до рассеивания
 ν_1 - частота

2). $\lambda_1 = cT_1 = c \cdot \frac{1}{\nu_1} \Rightarrow c = \lambda_1 \nu_1$ - скорость света

3). $E_2 = h\nu_2$ энергии после рассеивания

4). $\lambda_2 = cT_2 = c \cdot \frac{1}{\nu_2} \Rightarrow c = \lambda_2 \nu_2$ (4)

$$5). \begin{cases} (2) \\ (4) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = \lambda_1 \nu_1 \\ c = \lambda_2 \nu_2 \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$6). \alpha = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = 1 - \frac{E_2}{E_1} = 1 - \frac{h\nu_2}{h\nu_1} = 1 - \frac{\nu_2}{\nu_1} = 1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2} =$$

$$= 1 - \frac{2,4 \cdot 10^{-11}}{2,6 \cdot 10^{-11}} = 1 - \frac{24}{26} = 1 - \frac{12}{13} = \frac{1}{13} \approx 0,0769 \approx 7,69\%$$

$$\text{Ответ: } \alpha \approx 7,69\%$$

+ (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 89390 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

$$Q_H = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = Q_{12}$$

9) I канал термодинамики $1 \rightarrow 2$: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12} \quad (\Delta U_{12} = 0, \text{ т.к. } T = \text{const})$$

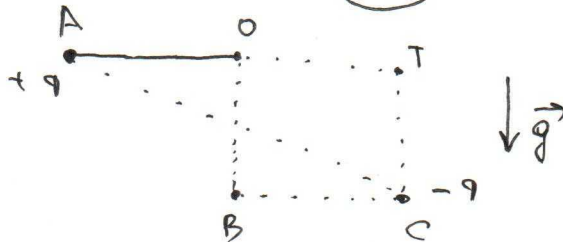
$$A_{12} = Q_{12} = \frac{3 \nu R \Delta T}{2(1-\eta)} = \frac{3 R \Delta T}{2(1-\eta)}$$

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

L; m; q; g; k

T - !

55.

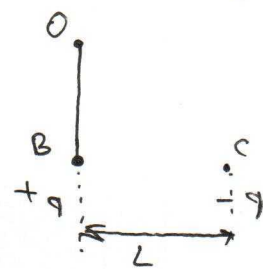


1) The гипотенуза: $AC^2 = L^2 + L^2 \Rightarrow AC^2 = 2L^2 \Rightarrow AC = L\sqrt{2}$

2) $W_{\partial 1} = - \frac{k q^2}{AC} = - \frac{k q^2}{L\sqrt{2}}$ - энергия взаимодействия зарядов в канале.

3) Пусть в точке O - 0 потенциальной энергии, тогда $\Pi_1 = 0$ - потенциальная энергия заряда +q в канале

4) $W_{\partial 2} = - \frac{k q^2}{BC} = - \frac{k q^2}{L}$ - энергия взаимодействия зарядов, когда +q в нижней точке траектории





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

$$E = mc^2$$



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

89390 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



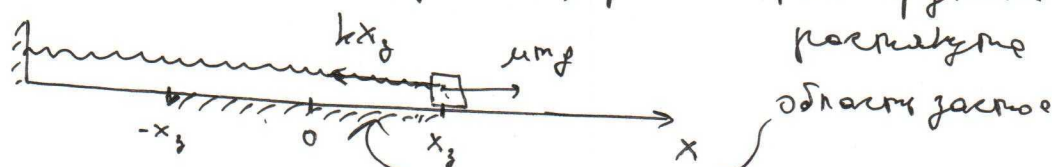
$k; x_0; m; N$

μ ?

12. (продолжение из страницы 13)

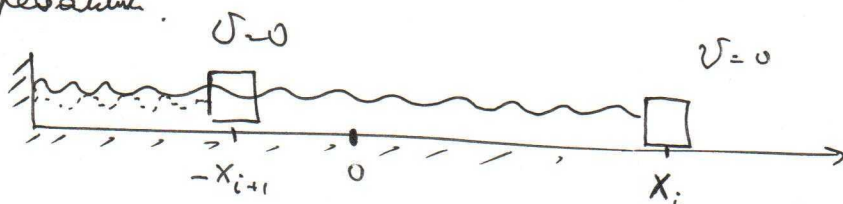
1). Т. к. брусок движется, то на него действует сила трения скольжения $F_{тр} = \mu mg$.

2). Найдем область застоя. То есть ту область, при попадании в которую при скорости $v = 0$ брусок останавливается. 0 - координата, при которой пружина не растянута



в максимальном уравнении $F_{тр} = \mu mg \Rightarrow kx_3 = \mu mg \Rightarrow x_3 = \frac{\mu mg}{k}$ - максимальная координата области застоя.

3). Рассмотрим брусок в двух крайних точках при колебании.



3-и сохранение энергии: $\frac{kx_i^2}{2} + A_{тр} = \frac{kx_{i+1}^2}{2}$, $A_{тр}$ - работа силы трения.

$$A_{тр} = -\mu mg(x_i + x_{i+1})$$

$$\frac{k}{2}(x_i - x_{i+1})(x_i + x_{i+1}) = \mu mg(x_i + x_{i+1}) \Rightarrow x_i - x_{i+1} = \frac{2\mu mg}{k} = \Delta x_0$$

- то, насколько уменьшается координата бруска за одно ~~полупериодное~~ ~~колебание~~ ~~полупериодное~~

4). Брусок будет колебаться до тех пор, пока он не остановится в области застоя. Значит