



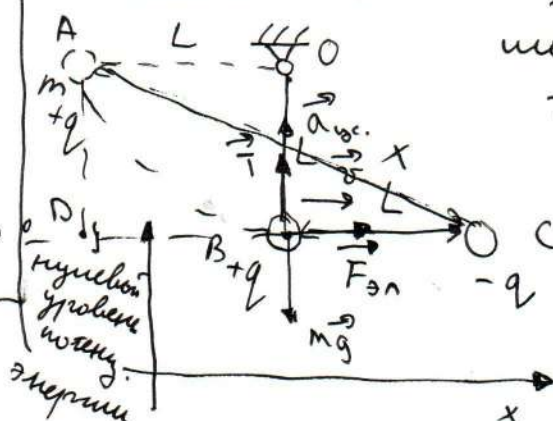
Дано:

L
 m
 q

$v_0 = 0$
 $\alpha = 90^\circ$

$F_{\text{ав}} = ?$

Решение:



1) По 2-му закону Ньютона для шара в нижней точке траектории:

$$0y: T - mg = ma_{y.c.}$$

$$T = m(g + \frac{v^2}{2L})$$

2) По 3-му закону Ньютона для шаров:

$$F_{\text{ав}} = T$$

3) ЗСЭ для шаров в точках A и B:

$$mgL + \frac{kq^2}{x} = \frac{kq^2}{L} + \frac{mv^2}{2}, \text{ из прямоугол. } \triangle ADC \text{ по т. Пифагора: } x^2 = L^2 + 4L^2; x = L\sqrt{5}$$

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

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

$$\frac{mgL^2\sqrt{5} - \sqrt{5}kq^2 + kq^2}{L\sqrt{5}} = \frac{mv^2}{2}; v^2 = \frac{2(mgL^2\sqrt{5} - \sqrt{5}kq^2 + kq^2)}{4Lm\sqrt{5}}$$

$$= \frac{2(mgL^2\sqrt{5} + kq^2(1 - \sqrt{5}))}{4Lm\sqrt{5}}$$

$$4) F_{\text{ав}} = T = m(g + \frac{2(mgL^2\sqrt{5} + kq^2(1 - \sqrt{5}))}{4L^2m\sqrt{5}}) = m(g + g + \frac{kq^2(1 - \sqrt{5})}{L^2\sqrt{5}}) = 2mg + \frac{kq^2(1 - \sqrt{5})}{L^2\sqrt{5}}$$

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

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 88438 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	0	4	1	6	1	6	1	2
2	4								
Оценка цифрами	Оценка прописью	Подпись							
84	восемьдесят четыре	ИЗ							

~ 1

Пусть кольцо имеет сопротивление R , тогда индуцированный ток находится по формуле: $I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$, в свою

$\mathcal{E}_i = -N \frac{d\Phi}{dt}$
 $\mathcal{E}_i = \frac{d(BS \cos(\vec{B} \wedge \vec{n}))}{dt} = S \frac{dB}{dt} = SB' \Rightarrow$

$\mathcal{E}_i$ будет возникать при переменном B . Из графика видно, что B уменьшается от $t_1 = 1c$ до $t_2 = 4c \Rightarrow$
 $\Rightarrow \mathcal{E}_i$ в кольцо будет действовать $\Delta t = t_2 - t_1 = 3c \Rightarrow$
 $\Rightarrow I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$ протечет по кольцу $\Delta t = 3c$.

Ответ: $\Delta t = 3$ секунды



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

$$E = mc^2$$



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 88438 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Дано:
 $\epsilon = 4$
 $\Delta t_1 = -10^\circ\text{C}$
 $\Delta t_2 = 20^\circ\text{C}$
 $\Delta \epsilon = 0,1$
 $C_{\text{общ}} = ?$
 $C_{\text{общ}}$

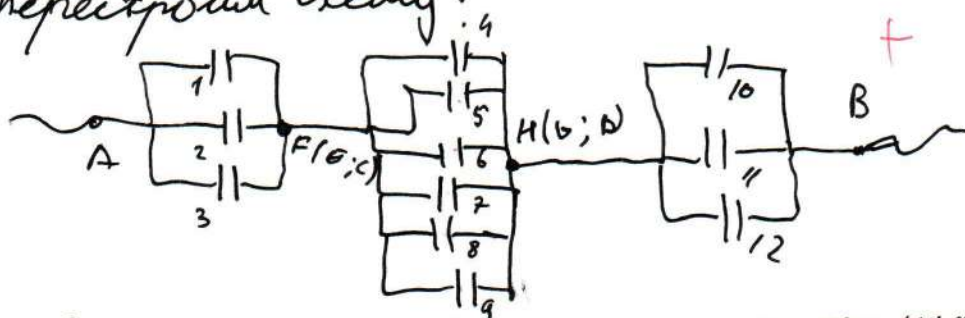
Решение: N_6 1.0
1) Найдём ёмкость конденсаторов при $t = 0^\circ\text{C}$: $C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{4 \epsilon_0 S}{d}$
Далее найдём ёмкость конденсаторов, температуру которых уменьшили на 10°C :
 $C_{10^\circ} = \frac{(\epsilon + \Delta \epsilon_{\Delta t_1}) \epsilon_0 S}{d} = \frac{3 \epsilon_0 S}{d} = \frac{3}{4} \cdot \frac{4 \epsilon_0 S}{d} = \frac{3}{4} C_0$

и конденсаторов, температуру которых увеличили на 20°C :
 $C_{20^\circ} = \frac{(\epsilon + \Delta \epsilon_{\Delta t_2}) \epsilon_0 S}{d} = \frac{6 \epsilon_0 S}{d} = \frac{6}{4} C_0 = \frac{3}{2} C_0$

2) Заметим, что $\varphi_F = \varphi_B = \varphi_C$ и $\varphi_H = \varphi_G = \varphi_D$, т.е.

ёмкости конденсаторов 1, 2 и 3 равны не зависимо от рассматриваемого случая и ёмкости конденсаторов 4, 5, 6, 7, 8, 9 также равны не зависимо от случая, также как и ёмкости 10, 11 и 12 равны в 2 ситуациях.

Перестроим схему:



3) В случае когда все конденсаторы находятся при 0°C
 $C_{1-3} = 3C_0$; $C_{10-12} = 3C_0$ - т.е. конденсаторы соединены
параллельно

$$C_{4-9} = 6C_0$$

им. следующую
структуру



№ 6 продолжение

$$C_{1-9} = \frac{3C_0 \cdot 6C_0}{3C_0 + 6C_0} = 2C_0, \text{ т.к. } C_{1-3} \text{ и } C_{4-9} \text{ соединены последовательно. И намотку } C_{\text{обц}} = \frac{C_{1-9} \cdot C_{10-12}}{C_{1-9} + C_{10-12}} = \frac{2C_0 \cdot 3C_0}{2C_0 + 3C_0} = \boxed{\frac{6}{5}C_0}$$

4) Теперь же найдём ёмкость цепи во 2 случае. В этом случае $C_1 = C_2 = C_3 = C_{10} = C_{11} = C_{12} = C_{10^0} = \frac{3}{4}C_0$, а $C_4 = C_5 = \dots = C_8 = C_9 = \frac{3}{2}C_0 = \frac{3}{2}C_0 \Rightarrow$ Аналогично первой ширине $C_{1-3} = 3C_{10^0} = 3 \cdot \frac{3}{4}C_0 = \frac{9}{4}C_0$; $C_{10-12} = 3C_{10^0} = \frac{9}{4}C_0$;

$$C_{4-9} = 6C_{10^0} = 6 \cdot \frac{3}{4}C_0 = \frac{9}{2}C_0 \Rightarrow C_{1-9} = \frac{\frac{9}{4}C_0 \cdot \frac{9}{2}C_0}{\frac{9}{4}C_0 + \frac{9}{2}C_0} = \frac{\frac{81}{8}C_0^2}{\frac{45}{4}C_0} = \frac{9}{5}C_0$$

$$C_{\text{обц}} = \frac{C_{1-9} \cdot C_{10-12}}{C_{1-9} + C_{10-12}} = \frac{\frac{9}{5}C_0 \cdot \frac{9}{4}C_0}{\frac{9}{5}C_0 + \frac{9}{4}C_0} = \frac{\frac{81}{20}C_0^2}{\frac{81}{20}C_0} = C_0$$

5) Отношение ёмкости батарей в 2 случаях:

$$\frac{C_{\text{обц}}^1}{C_{\text{обц}}} = \frac{C_0}{\frac{6}{5}C_0} = \frac{5}{6}$$

Ответ: $\frac{C_{\text{обц}}^1}{C_{\text{обц}}} = \frac{5}{6}$ 

[Handwritten signature]



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 88438 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



№ 1,0

Дано:

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

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

$n = ?$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Пусть эти же ν_1

$$n = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}}{\frac{hc}{\lambda_1}} = \lambda_1 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2} \approx$$

$$\approx 0,077 \Rightarrow n \approx 7,7\%$$

Решение:

Энергия до рассеяния на электроне:

$$E_1 = h\nu_1$$

Энергия после рассеяния:

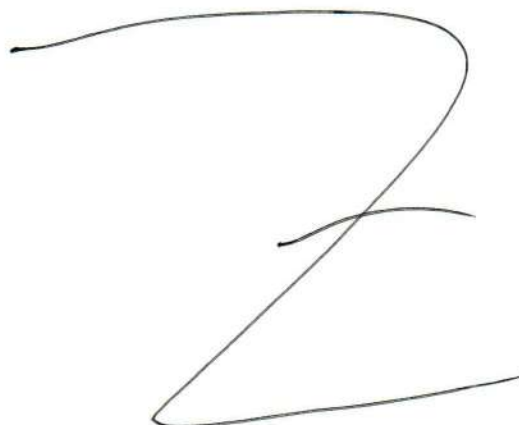
$$E_2 = h\nu_2$$

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}; \nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} \Rightarrow E_1 = \frac{hc}{\lambda_1}; E_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$n = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}}{\frac{hc}{\lambda_1}} = \lambda_1 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2} \approx$$

Ответ: $n \approx 7,7\%$

см. следующие страницы





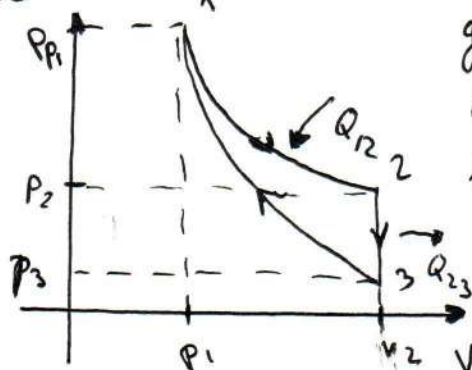
Дано:

η
 ΔT

$V = 1 \text{ моль}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$A_{12} = ?$

Решение:



или 3 из уравнений состояния $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ 1) 2 закон термодинамики

для процесса 1-2:

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

1-2: изотерма $\Rightarrow$

$$\Delta T_{12} = 0 \Rightarrow \Delta U_{12} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12}, \text{ т.к.}$$

$$V_2 > V_1 \Rightarrow A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

2) 2 закон термодинамики для процесса 2-3:

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}, \text{ 2-3: изохора } \Rightarrow \Delta V_{23} = 0 \Rightarrow A_{23} = 0,$$

при этом $P_3 < P_2 \Rightarrow T_3 < T_2 \Rightarrow \Delta T < 0 \Rightarrow \Delta U_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$

$$Q_{23} = -\frac{3}{2} V R \Delta T; Q_{23} = -\frac{3}{2} R \Delta T$$

3) 2 закон термодинамики для 3-1:

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}, \text{ 3-1: изобара } \Rightarrow Q_{31} = 0$$

$$A_{31} = -\Delta U_{31}, T_1 > T_3 \Rightarrow \Delta U_{31} > 0 \Rightarrow A_{31} < 0$$

$$A_{31} = -\frac{3}{2} R \Delta T$$

$$4) \eta = \frac{A_{полезн}}{Q_{затр}} = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - \frac{3}{2} R \Delta T}{A_{12}}$$

$$A_{12} - \frac{3}{2} R \Delta T = \eta A_{12}$$

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

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

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



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

$$E = mc^2$$



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

88438 Класс

11

Вариант

1

Дата

20.02.2022



Дано:

x_0

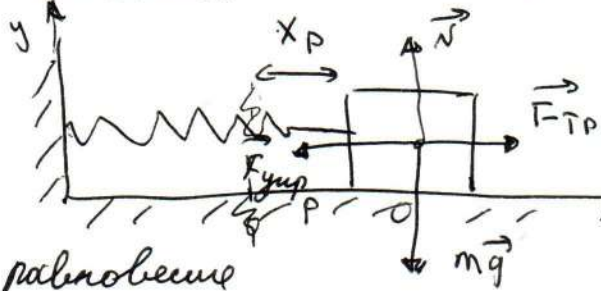
m

k

N

$\mu = ?$

Решение:



равновесие

$$\begin{cases} \mu N = k x_p \\ N = mg \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mu mg = k x_p; x_p = \frac{\mu mg}{k}$$

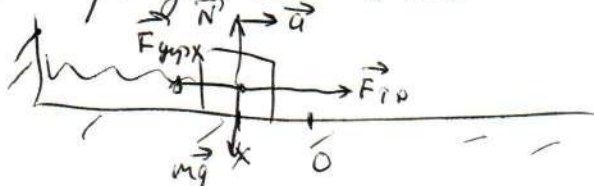
1) По 2-му Ньютону для положения равновесия:

$$\Sigma F_x: F_{тр} - F_{ср} = 0$$

$$\Sigma F_y: N - mg = 0$$

При этом $F_{тр} = \mu N$

2) В произвольный момент по 2-му Ньютону:



$$- F_{возвр} = ma$$

$$- (F_{тр} - F_{ср}) = m\ddot{x}$$

$$m\ddot{x} + kx + \mu mg - kx_p = 0$$

$$m\ddot{x} + kx + \mu mg - k \cdot \frac{\mu mg}{k} = 0$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

$$\ddot{x} + \left(\frac{k}{m}\right)x = 0$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

3) ЗСЭ для груза колеблющегося:

$$2 F_{тр} (x_0 + x) \cdot 2 = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx^2}{2}$$

$$4 \mu mg (x_0 + x) = kx_0^2 - kx^2$$

$$A_{F_{тр}} = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx^2}{2}$$

3) ЗСЭ для N колеблющихся: $N \cdot A_{F_{тр}} = \frac{kx_0^2}{2} - 0$

$$N \cdot \mu \cdot mg \cdot 4N x_0 = \frac{kx_0^2}{2}$$

$$4N^2 \mu mg = \frac{kx_0}{2}; \mu = \frac{kx_0}{8N^2 mg}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{kx_0}{8N^2 mg}$$