

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени И.Э. Баумана

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

Физика

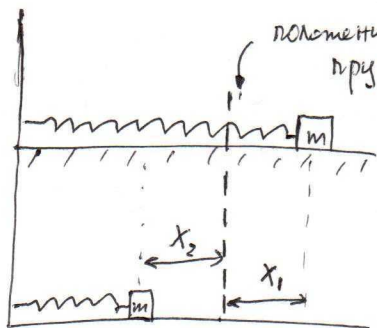
Шифр 90200 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



Задача №2.

- Р/м полу период колебания такого бруска (из крайнего правого в крайнее левое положение)



положение ненапряж. пружины:

из-за диссипации энергии системы неконс. силой трения $X_1 \neq X_2$:

$$\text{ЗиЭ: } \frac{kX_1^2}{2} + A_{\text{тр}} = \frac{kX_2^2}{2}; A_{\text{тр}} = -\mu mg(X_1 + X_2)$$

$$\text{тогда: } \frac{k}{2}(X_1^2 - X_2^2) - \mu mg(X_1 + X_2) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{k}{2}(X_1 - X_2)(X_1 + X_2) - \mu mg(X_1 + X_2) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{k}{2}(X_1 - X_2) = \mu mg \Leftrightarrow X_1 - X_2 = \frac{2\mu mg}{k}; X_1 - X_2 - \text{потеря амплитуды } \Delta X$$

$$\boxed{\Delta X = \frac{2\mu mg}{k}}$$

за полупериод

за целое колебание произойдет

- остановка произойдет тогда, когда амплитуда станет меньше "равновесной зоны" $X_r \neq \mu mg = kX_r \Leftrightarrow X_r = \frac{\mu mg}{k}$ (вокруг положения ненапряженной пружины)

Таким образом условие остановки $X_n \leq X_r = \frac{\mu mg}{k}$, где $X_n = X_0 - 2\Delta X \cdot N$, где N - кол-во колебаний

тогда μmg достигается при $X_n = X_r = \frac{\mu mg}{k}$

$$\text{т.е. } \frac{\mu mg}{k} = X_0 - 2N \cdot \frac{2\mu mg}{k} = \frac{\mu mg}{k} = X_0 - \frac{4\mu mg}{k} \cdot N \Leftrightarrow X_0 = \frac{\mu mg}{k}(1 + 4N)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{m = \frac{kX_0}{\mu g(1 + 4N)}}$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{kX_0}{\mu g(1 + 4N)}.$$

f



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$

$$\frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}} = \frac{ab}{a+b}$$

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 90200 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



• Емкость конденсаторов зависит от температуры:

$$C(t) = \epsilon(t) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}, \text{ где по усл } \epsilon(t) = \epsilon(0^\circ\text{C}) + 0,1 \cdot \Delta T$$

тогда $C = 4 \frac{\epsilon_0 S}{d}$; $C_1 = (4-1) \frac{\epsilon_0 S}{d} = 3 \frac{\epsilon_0 S}{d}$; $C_2 = (4+2) \frac{\epsilon_0 S}{d} = 6 \frac{\epsilon_0 S}{d}$

таким образом: $\frac{C_1}{C} = \frac{3}{4} \Rightarrow C_1 = \frac{3C}{4}$; $\frac{C_2}{C} = \frac{6}{4} \Rightarrow C_2 = \frac{3C}{2}$

$$(1) \Rightarrow \frac{1}{C_{\text{эkv2}}} = \frac{1}{\frac{3 \cdot 3C}{4}} + \frac{1}{\frac{6 \cdot 3C}{2}} + \frac{1}{\frac{3 \cdot 3C}{4}} = \frac{4}{9C} + \frac{2}{18C} + \frac{4}{9C} = \frac{16}{18C} + \frac{2}{18C} = \frac{1}{C}$$

$$\Rightarrow C_{\text{эkv2}} = C$$

тогда $\frac{C_{\text{эkv2}}}{C_{\text{эkv1}}} = \frac{C}{\frac{6C}{5}} = \frac{5C}{6C} = \frac{5}{6}$

Ответ: $\frac{C_{\text{эkv2}}}{C_{\text{эkv1}}} = \frac{5}{6}$





Задача №4

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

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

$$\frac{\Delta E}{E_H} \cdot 100\% = ?$$

• Начальная энергия фотона E_H ; в ходе взаимодействия с электроном фотон отдает ΔE

$$E_H = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda_1}; \Delta E = E_H - E_K = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} - \frac{h \cdot c}{\lambda_2}$$

$$\Delta E = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

$$\frac{\Delta E}{E_H} = \frac{hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)}{hc \cdot \frac{1}{\lambda_1}} \Rightarrow \frac{\Delta E}{E_H} = \lambda_1 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

$$\frac{\Delta E}{E} = 1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{\Delta E}{E} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right) \cdot 100\%$$

• численный расчет:

$$\frac{\Delta E}{E} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{2,4 \cdot 10^{-11}}{2,6 \cdot 10^{-11}} \right) \cdot 100\% \approx \left(1 - \frac{12}{13} \right) \cdot 100\% =$$

$$= \frac{1}{13} \cdot 100\% \approx 7,7\%$$

Ответ: $\sim 7,7\%$

+



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



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 90200 Класс 11

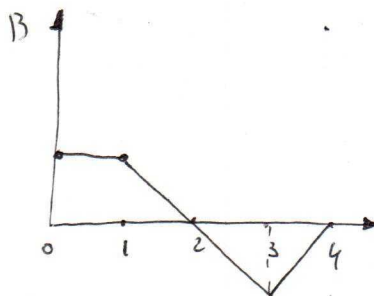
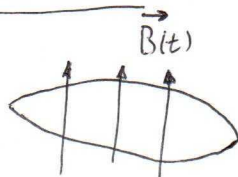
Вариант 1 Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	1	6	1	6	1	6	2	4
Оценка цифрами					Оценка прописью				
100					сто				
					Подпись				

Задача №1



- ток в кольце обусловлен явлением Э-М индукции
- $$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt}, \text{ где}$$

$$\Phi = B \cdot S.$$

- считая площадь кольца S постоянной, вынесем ее за знак производной
- $$\mathcal{E}_i = S \frac{dB}{dt} \text{ т.е. } I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{S}{R} \cdot \frac{dB}{dt}, \text{ } I - \text{ток через кольцо}$$

R - его сопротивление.
получается, что ток в кольце есть тогда, когда $\frac{dB}{dt} \neq 0$
т.е. $B(t) \neq \text{const}$ т.е. на промежутке от 1 до 2 секунд
и от 2 до 3 сек $\Rightarrow$ ток течет 3 секунды.

Ответ: 3 сек.





Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Задача №3

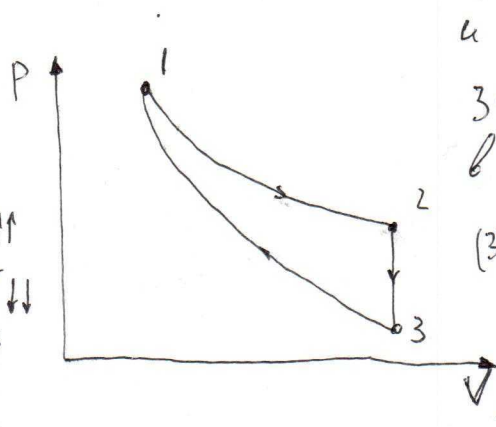
η ΔT

$\emptyset$

1-2: $T = \text{const}$ $V \uparrow$

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

3-1: $Q = 0$ $T \uparrow$



- разность максимальной и минимальной температур за цикл - разность температур в точках 1 и 3:

$$(3) \Delta T = T_1 - T_3 = T_2 - T_3 \quad (1-2: T = \text{const})$$

- при процессе 1-2:

$$Q_{12} = \Delta U_{12}^0 + A_{12} \quad (T_{12} = \text{const})$$

$$Q_{12} = A_{12}$$

- заметим, что процесс 1-2 - единственный, в котором теплота к газу подводится $\Rightarrow Q_{12} = A_{12} = Q_H$ ⁽¹⁾ ($Q_{23} < 0$; $Q_{31} = 0$)

- процесс 2-3 - единственный, в котором теплота отводится $\Rightarrow -Q_{23} = Q_X$ ⁽²⁾

по опр. КПД $\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$ ^{(1) и (2)} $\Rightarrow \eta = 1 + \frac{Q_{23}}{A_{12}}$ ⁽⁴⁾

- в процессе 2-3: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ ⁽³⁾ ($V = \text{const}$) $\Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$$\Rightarrow Q_{23} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

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

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

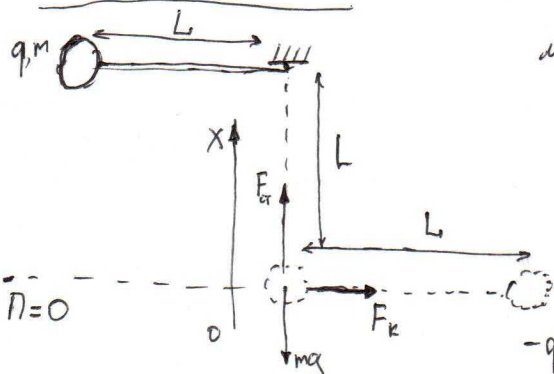




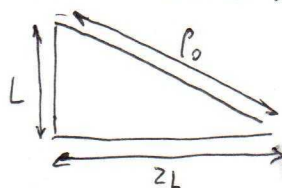
Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Задача №5



• Найдём расстояние между шариками в начальный момент:
Т. Пифагора



$$\rho_0^2 = L^2 + (2L)^2 = 5L^2$$

$$\Rightarrow \rho_0 = L\sqrt{5}$$

• Пусть в нижней точке находится О потенц. энергии тяжести тогда энергия системы двух шаров в начале: $E_n = mgL - \frac{kq^2}{\rho_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_n = mgL - \frac{kq^2}{L\sqrt{5}}$$

• Энергия этой же системы, когда маятник в нижней точке:

$$E_k = \frac{mv_k^2}{2} - \frac{kq^2}{L}$$

• В системе не работают неконсерв. силы $\Rightarrow E_n = E_k$:

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

$$\Rightarrow v_k^2 = 2gL + \frac{2kq^2}{Lm} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right), (1)$$

• 2-ой 3-н. Ньютона ОХ для шара в нижнем положении (см. рис)

$$F_{ct} - mg = ma_n, \text{ где } a_n - \text{центростремительное ускор: } a_n = \frac{v_k^2}{L}$$

$$\Rightarrow F_{ct} = m \left(\frac{v_k^2}{L} + g \right) \stackrel{(1)}{\Rightarrow} F_{ct} = m \left(g + 2g + \frac{2kq^2}{L^2 m} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) \right)$$

$$\Rightarrow F_{ct} = 3mg + \frac{2kq^2}{L^2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$$

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





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

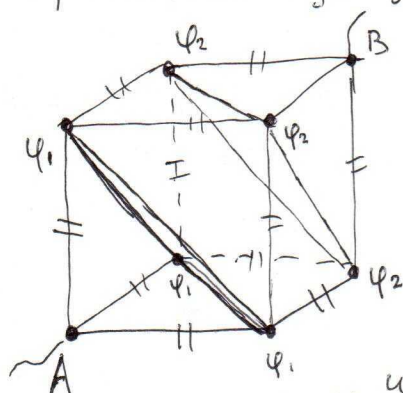
Шифр 90200 Класс 11

Вариант 1 Дата 20.02.2022



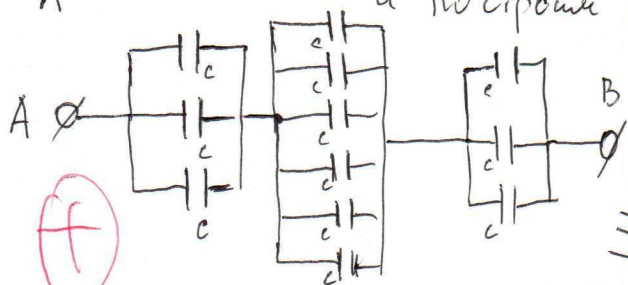
Задача №6

- рассчитаем куб в начальном состоянии (при 0°C)



- в силу симметрии цепи в точках равноудаленных от точки подключения А установится одинаковый потенциал (отметим эти точки ϕ_1)
- аналогично для точек равноудаленных от В (ϕ_2)
- точки, в которых потенциал одинаков соединим идеальными проводниками.

и построим эквивалентную схему:



- при паралл. соединении емкости конд. складываются:

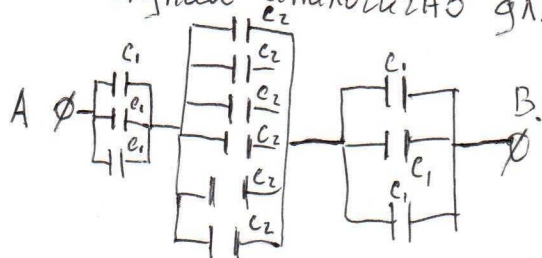
$$\equiv A \begin{matrix} 3c & 6c & 3c \end{matrix} B$$

$$\text{а при посл: } \frac{1}{C_{\text{экв}1}} = \sum \frac{1}{C}$$

$$\text{т.е. } \frac{1}{C_{\text{экв}1}} = \frac{1}{3c} + \frac{1}{6c} + \frac{1}{3c} = \frac{4}{6c} + \frac{1}{6c} = \frac{5}{6c} \Rightarrow C_{\text{экв}1} = \frac{6c}{5} \quad (2)$$

где c - емкость конд. при 0°C .

- поступая аналогично для ситуации при изм. температуре:



$$\equiv A \begin{matrix} 3c_1 & 6c_2 & 3c_1 \end{matrix} B$$

$$\frac{1}{C_{\text{экв}2}} = \frac{1}{3c_1} + \frac{1}{6c_2} + \frac{1}{3c_1} \quad (1)$$