

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2 АЕШЧРР

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по физике

Гареева Артёма Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Гареев

41-95-04-35
(2.12)

См. задание № 1

2.2.2.

1-2-3-1:

1-2: $A=0, Q_n = \Delta U = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0 +$

2-3: $A = 8 p_0 V_0 (12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0) = 8 p_0 V_0 +$

$Q_n = \frac{1+2}{2} (12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0) = 20 p_0 V_0 +$

3-1: $p(V) = \frac{3}{2} p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{p_0}{2} = \frac{3}{2} p_0 \left(\frac{3V}{V_0} - 1 \right)$

$\Delta U(V) = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{p_0}{2} \right) (V - V_0) = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right)$

$A(V) = \int_{V_0}^V p(V) dV = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0)$

$Q = A + \Delta U = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0) + \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0)$

$Q = 0$

$12V^2 - 5V_0V - 93V_0^2 = 0$

$D = 25V_0^2 + 4 \cdot 93V_0^2 = 449V_0^2 = (67V_0)^2$

$V = \frac{5 \pm 67}{24} V_0 = 3V_0 \text{ или } -\frac{62}{24} V_0$

Получим $Q_n(V_0, 3V_0) \leq 0, Q_n = 0$

$\eta = \frac{A_0}{Q_n} = \frac{3 p_0 V_0}{20 p_0 V_0} = \frac{3}{20} = 0.15$

1-3: $\Delta U(V) = \frac{1}{2} (p(V)V - p_0 V_0) = \frac{3 p_0}{4 V_0} (3V^2 - V_0 V - 2V_0^2)$

$A(V) = \frac{p_0 + p(V)}{2} (V - V_0) = \frac{p_0}{4 V_0} (2V_0 + 3V - V_0) (V - V_0) = \frac{p_0}{4 V_0} (3V + V_0) (V - V_0)$

$Q(V) = A + \Delta U = \frac{p_0}{4 V_0} (12V^2 - 5V_0 V - 7V_0^2)$

$Q_n = 0$

$12V^2 - 5V_0 V - 7V_0^2 = 0$

$D = 25V_0^2 + 4 \cdot 7V_0^2 = 49V_0^2 = (7V_0)^2$

$V = \frac{5 \pm 7}{24} V_0 = 3V_0 \text{ или } -\frac{2}{24} V_0$

на $3-4-1$ $A \leq 0$ и $U < 0, Q_n = 0$ (только затр.)

$\eta_2 = \frac{A_0}{Q_n} = \frac{6}{43}, \eta_1 = \frac{43}{49}$

Ответ: $\frac{43}{49}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

41-95-04-35
(2.12)

См. задание № 1

2.2.2.

1-2-3-1:

1-2: $A=0, Q_n = \Delta U = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0 +$

2-3: $A = 8 p_0 V_0 (12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0) = 8 p_0 V_0 +$

$Q_n = \frac{1+2}{2} (12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0) = 20 p_0 V_0 +$

3-1: $p(V) = \frac{3}{2} p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{p_0}{2} = \frac{3}{2} p_0 \left(\frac{3V}{V_0} - 1 \right)$

$\Delta U(V) = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_0 \frac{V}{V_0} - \frac{p_0}{2} \right) (V - V_0) = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right)$

$A(V) = \int_{V_0}^V p(V) dV = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0)$

$Q = A + \Delta U = \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0) + \frac{1}{4} p_0 \left(\frac{3V^2}{V_0} - 2V - V_0 \right) (V - V_0)$

$Q = 0$

$12V^2 - 5V_0V - 93V_0^2 = 0$

$D = 25V_0^2 + 4 \cdot 93V_0^2 = 449V_0^2 = (67V_0)^2$

$V = \frac{5 \pm 67}{24} V_0 = 3V_0 \text{ или } -\frac{62}{24} V_0$

Получим $Q_n(V_0, 3V_0) \leq 0, Q_n = 0$

$\eta = \frac{A_0}{Q_n} = \frac{3 p_0 V_0}{20 p_0 V_0} = \frac{3}{20} = 0.15$

1-3: $\Delta U(V) = \frac{1}{2} (p(V)V - p_0 V_0) = \frac{3 p_0}{4 V_0} (3V^2 - V_0 V - 2V_0^2)$

$A(V) = \frac{p_0 + p(V)}{2} (V - V_0) = \frac{p_0}{4 V_0} (2V_0 + 3V - V_0) (V - V_0) = \frac{p_0}{4 V_0} (3V + V_0) (V - V_0)$

$Q(V) = A + \Delta U = \frac{p_0}{4 V_0} (12V^2 - 5V_0 V - 7V_0^2)$

$Q_n = 0$

$12V^2 - 5V_0 V - 7V_0^2 = 0$

$D = 25V_0^2 + 4 \cdot 7V_0^2 = 49V_0^2 = (7V_0)^2$

$V = \frac{5 \pm 7}{24} V_0 = 3V_0 \text{ или } -\frac{2}{24} V_0$

на $3-4-1$ $A \leq 0$ и $U < 0, Q_n = 0$ (только затр.)

$\eta_2 = \frac{A_0}{Q_n} = \frac{6}{43}, \eta_1 = \frac{43}{49}$

Ответ: $\frac{43}{49}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

1.1.2.

0) $kx_0 = mg$
 $x_0 = \frac{mg}{k}$

1) h v_x $2mg$

2) $v=0$

3) $v=0$ если kx в точке максимума $> mg$, то шнур соскочит и шарик будет параболить.

Затем 3С) по энергии:
 $mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + mg(x-x_0) = \text{const}$ $x = x_0 + \Delta x$

3С) по энергии:
 $2m\dot{x}^2 + \frac{k\Delta x^2}{2} + mg(x-x_0) = \text{const}$

3С) по энергии:
 $m\dot{x}^2 = 2m\dot{x}_0$ $\dot{x}_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

Задача А:

по 3С) по 1) $\frac{2m\dot{x}_0^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{k(x_0+A)^2}{2} - mgA$

по 2) $2m\dot{x}'' + kx = mg$
 $2m(\Delta x)'' + k(\Delta x) = 0$
 $\frac{k}{2m}\Delta x + \Delta x'' = 0$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$

$\Delta x(t) = A \sin(\omega t)$
 $\Delta x(0) = 0$
 $x(t) = x_0 + A \sin(\omega t)$

$mghk + m^2g^2 = m^2g^2 + 2mgAk + k^2A^2 - 2mgAk$

$A = \sqrt{\frac{mgh}{k}}$

по 3), $x = A - x_0$
 $k(A - x_0) \leq mg$
 $\sqrt{mghk} - mg \leq mg$
 $\sqrt{mghk} \leq 2mg$
 $\sqrt{h} \leq \frac{2\sqrt{mg}}{\sqrt{k}}$
 $h \leq \frac{4mg}{k}$

Ответ: 4 см

Blank area for calculations or diagrams.

3.3.2. преобразуем магнитную цепь в эквивалентную электрическую, что создаст $\mathcal{E}_{\text{Ind}}$ $B = \text{const}$

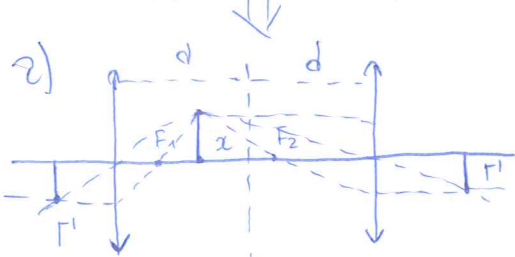
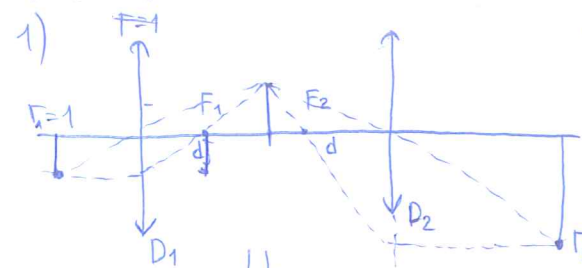
$\mathcal{E}_{\text{Ind}} = (B \cdot S)' = B \cdot S'$ $S = V_{\text{ст}} \cdot d$

$B \cdot S' = B \cdot \frac{2\pi d \cdot d}{2\pi d} = B \cdot d$ $B = \frac{\sqrt{P_m R}}{2d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1}} = \frac{0,02}{0,04} = 0,5 \text{ Тл}$

$P \leq P_m = \frac{\mathcal{E}_{\text{Ind}}^2}{R}$ $\mathcal{E}_{\text{Ind}} = \sqrt{P_m R}$ $\sim$ *недостаток*

Ответ: 0,5 Тл *не хватает ~ недостаток* **12**

4.8.2. Из данных: $d > F$



Скривляем к фокусу, Γ увеличивается. По ФТЛ: $\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$
 при этом, из-за формулы $F = \frac{dF}{d-F}$ $\Gamma = \frac{F}{d-F}$
 на х для 1 линзы $d \rightarrow d+x$ (Гумен)
 $\Rightarrow$ для второй $d \rightarrow d-x$ (Гумен),
 при этом не следует забывать
 центр, т.к. при этом $\Gamma < 0$,
 а на 1-й линзе у нас
 только $\Gamma > 0$, т.к. при
 $d+x$ центр будет между
 и фокусом.

Чтобы сравнить Γ , необходимо
 учесть Γ для линзы с $\Gamma=1$
 и фокуса Γ для линзы с $\Gamma=3$,
 т.е. сравним друг в другом
 линзы D_1 .

$$\text{по ФТЛ: } \frac{1}{d-x} + \frac{1}{F(d-x)} = \frac{1}{F_1}$$

для 1): ФТЛ:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F_1 d} = \frac{1}{F_1} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{F_2 d} = \frac{1}{F_2} \quad \text{ⓧ}$$

$$\frac{2}{d} = \frac{1}{F_1} \quad F_1 = \frac{d}{2} \quad \frac{4}{3d} = \frac{1}{F_2} \quad F_2 = \frac{3}{4}d$$

2) ФТЛ:

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{F(d-x)} = \frac{1}{F_1} = \frac{2}{d} \quad \frac{\Gamma+1}{F(d-x)} = \frac{2}{d}$$

$$\frac{1}{d+x} + \frac{1}{F(d+x)} = \frac{1}{F_2} = \frac{4}{3d} \quad \frac{\Gamma+1}{F(d+x)} = \frac{4}{3d}$$

$$\frac{d-x}{d+x} = \frac{d}{2} \cdot \frac{4}{3d} = \frac{2}{3}$$

$$3d-3x=2d+2x$$

$$d=5x \quad x=5 \text{ см}$$

Ответ: 25 см ⓧ

неб
букв. абаба

