



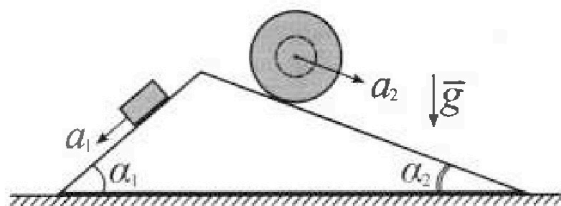
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

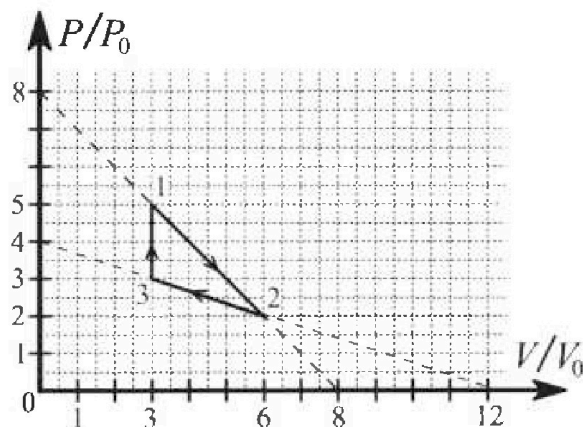


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

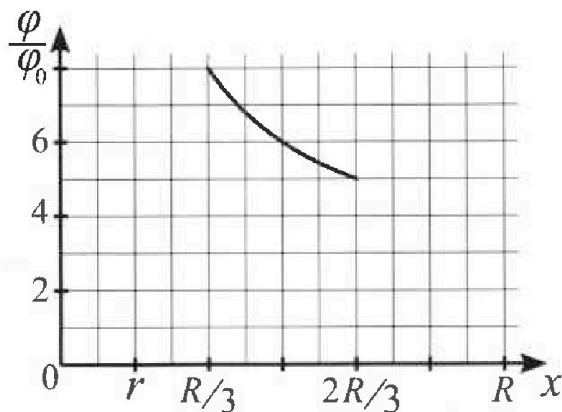
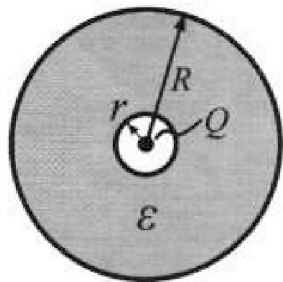
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



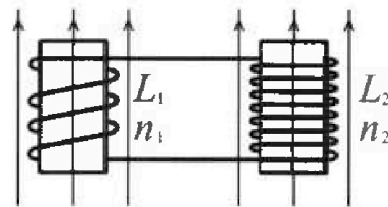
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

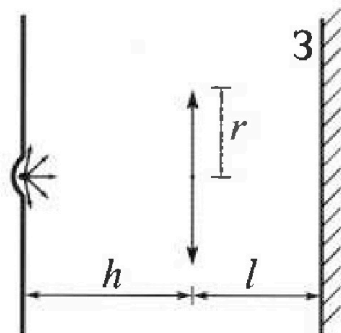


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

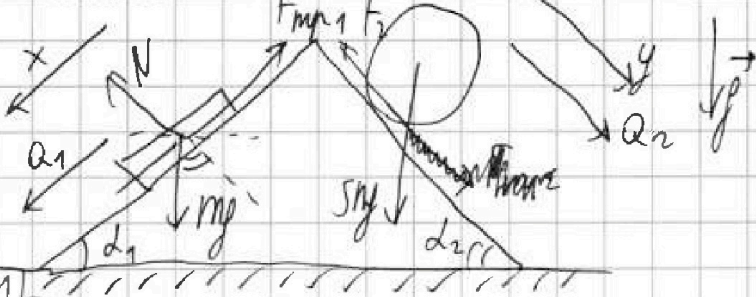
$$a_1 = \frac{7}{17}g$$

$$a_2 = \frac{8}{25}g$$

$$\sin d_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin d_2 = \frac{8}{17}$$

Решение:



Решение 23H для m:

$$ma_1 = mg \sin d_1 - F_1 \quad \leftarrow OX:$$

$$F_1 = mg \sin d_1 - ma_1$$

$$\left[F_1 = mg \left(\frac{7}{17} + \frac{3}{5} \right) = \frac{16}{85} mg \right]$$

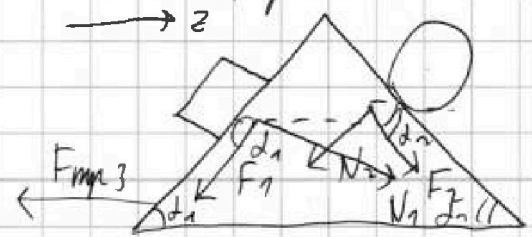
2) Решение 823H для 5m:

$$5ma_2 = 5mg \sin d_2 - F_2 \quad \leftarrow OY:$$

$$F_2 = 5mg \left(\sin d_2 - \frac{8a_2}{g} \right)$$

$$\left[F_2 = 5mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 5mg \left(\frac{8(25-17)}{17 \cdot 25} \right) = \frac{mg \cdot 64}{85} \right]$$

3) Рассмотрим клин:



На 33H на клин действуют силы F_1 и F_2 ; N_1 и N_2 .

По условию клин покоится, значит



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a_{\text{пл}} = 0$$

По 23И зададим направление:

$$02: 0 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_3$$

$$F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{64}{85} m g \cdot \frac{15}{17} - \frac{16}{85} m g \cdot \frac{4}{5} + m g \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 - 5 m g \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2$$

$$F_3 = m g \left(\frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} - \frac{64}{85 \cdot 5} + \frac{12}{25} - \frac{5 \cdot 8 \cdot 15}{17^2} \right)$$

$$F_3 = \left(\frac{64 \cdot 15 \cdot 5 - 64 \cdot 17 + 12 \cdot 17^2 - 40 \cdot 15 \cdot 25}{17 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 5} \right) m g$$

$$F_3 = \frac{64(75 - 17) + 12(289 - 50 \cdot 25)}{289 \cdot 25} m g$$

$$F_3 = \frac{64 \cdot 58 + 12 \cdot (-961)}{289 \cdot 25} m g$$

$$F_3 = \frac{-7820}{289 \cdot 25} m g \quad (\text{знак „-“ означает о направлении вектора } F_3)$$

$$F_3 = \frac{1564}{289 \cdot 5} m g = \frac{92}{85} m g$$

Ответ:

$$1) F_1 = \frac{16}{85} m g$$

$$2) F_2 = \frac{64}{85} m g$$

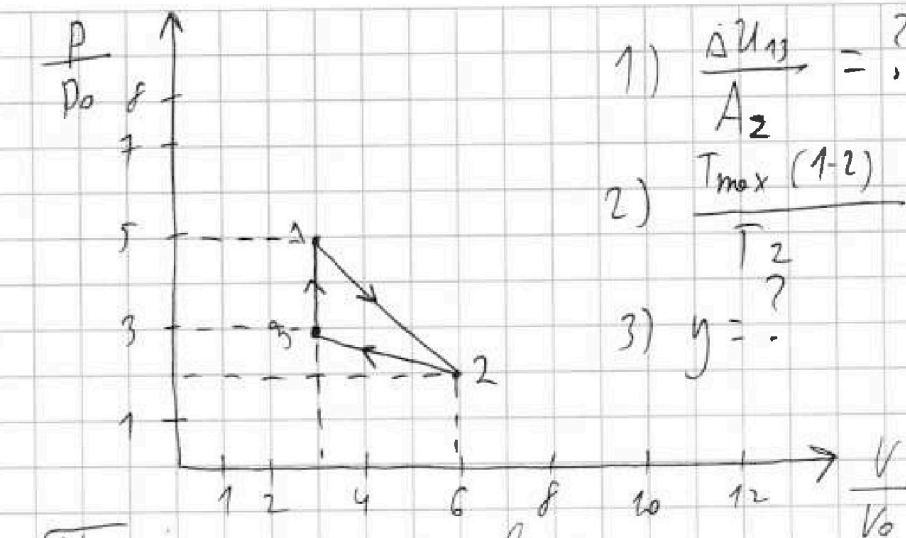
$$3) F_3 = \frac{92}{85} m g$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

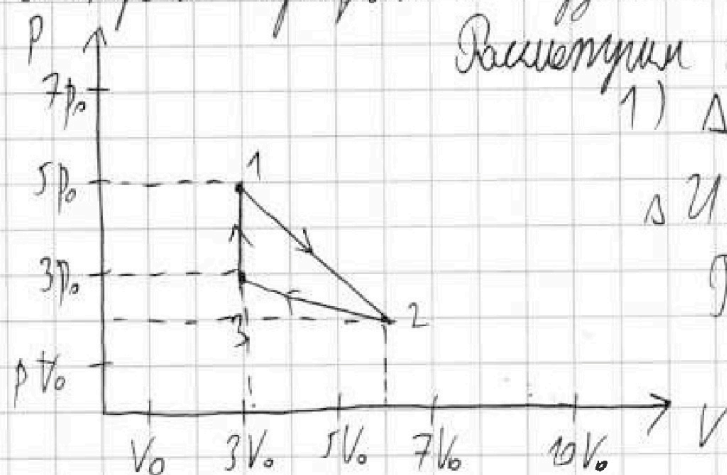


$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_2} = ?$$

$$2) \frac{T_{\max}(1-2)}{T_2} = ?$$

$$3) \eta = ?$$

Построим график в координатах $p(V)$:



Рассчитаем процесс 3-1:

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$5p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1$$

$$3p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_3$$

$$T_1 = \frac{15p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{9p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0)$$

$$\Delta U_{31} = 9p_0 V_0$$

$$A_{\Sigma} = \oint p dV = \frac{1}{2} (7V_0 - 3V_0) \cdot (5p_0 - 3p_0) = 3p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{\Sigma}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) Рассчитаем процесс 1-2:

Найдем зависимость $p(V)$.

График прямая $\Rightarrow p = kV + b$

$$p = p(V) = kV + b$$

$$\left. \begin{array}{l} p(3V_0) = 5p_0 \\ p(6V_0) = 2p_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} 5p_0 = k \cdot 3V_0 + b & (1) \\ 2p_0 = k \cdot 6V_0 + b & (2) \end{cases}$$

Вычитая из (1) (2):

$$3p_0 = -3kV_0; \quad 2p_0 = -6p_0 + b$$

$$k = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$b = 8p_0$$

$$p = p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0$$

По уравнению Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{p(V) \cdot V}{\nu R}$$

$$T(V) = \frac{-p_0}{\nu R V_0} V^2 + \frac{8p_0}{\nu R} V$$

Чтобы найти $T_{\max}$ возьмем производную от $T(V)$:

$$T(V)' = \frac{-p_0}{\nu R V_0} \cdot 2V + \frac{8p_0}{\nu R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$T(V)' = 0$$

$$\frac{-p_0}{\sqrt{R}V_0} \cdot 2V = -\frac{8p_0}{\sqrt{R}}$$

$$V = 4V_0 \Rightarrow T_{\max} = T(4V_0) = \frac{-p_0}{\sqrt{R}V_0} \cdot 16V_0^2 + \frac{32p_0V_0}{\sqrt{R}}$$

$$T_{\max} = \frac{16p_0V_0}{\sqrt{R}}; \quad T_2 = \frac{2p_0 \cdot 6V_0}{\sqrt{R}} = \frac{12p_0V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_{12}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{подв}}}$; где $Q_{\text{подв}} = Q_{31} + Q$, где Q - количество теплоты подводимое в этот процесс 1-2.

То первую колову термодинамическим для процесса 1-2.

$$Q_1 = \Delta U_1 + A_1 \quad (A_1 = 0; \text{ изолированный процесс})$$

$$Q_1 = \Delta U_1 = 9p_0V_0$$

Чтобы найти какое кол-во теплоты было подведено в процесс 1-2 нужно найти при каких значениях T, p, V $Q = 0$ То первую колову термодинамическим:

$$Q = \Delta U + A_{\Gamma}; \quad Q = 0 \Rightarrow A_{\Gamma} = -\frac{3}{2}\sqrt{R}(T - T_1)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$A_{г-ч} + \int p_{г-ч} = \frac{(p + 5p_0)}{2} \cdot (V - 3V_0)$$

$$A_{г-ч} = \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 + 5p_0 \right) \frac{(V - 3V_0)}{2}$$

$$\frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 15 = \frac{-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 13p_0 V - 39p_0 V_0 + p_0 V \cdot 3}{2}$$

$$3 \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) V - 3 \cdot 45 p_0 V_0 = -\frac{p_0 V^2}{V_0} + 16 p_0 V - 39 p_0 V_0$$

$$-\frac{3p_0}{V_0} V^2 + 24 p_0 V = -\frac{p_0 V^2}{V_0} + 16 p_0 V + 6 p_0 V_0$$

$$\frac{2p_0}{V_0} V^2 - 8 p_0 V + 6 p_0 V_0 = 0 \quad \left| \cdot \frac{V_0}{2p_0} \right.$$

$$V^2 - 4 V_0 V + 3 V_0^2 = 0$$

$$D = 16 V_0^2 - 9 V_0^2 = 7 V_0^2$$

$$V = \frac{4 V_0 + V_0 \sqrt{7}}{2} = V_0 \left(\frac{4 + \sqrt{7}}{2} \right)$$

Ответ: 1) 3

2) $\frac{4}{3}$

3) 20%

Температура газа и воздуха в процессе (1-2) от $T = T_1$ до $T = T_{max}$

$$Q = \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 9 p_0 V_0) + \frac{(p(4V_0) + 5p_0)}{2} (4V_0 - 3V_0)$$

$$Q = \frac{3}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0 \quad (p(4V_0) = 4p_0)$$

$$Q = 6 p_0 V_0 \Rightarrow Q_{нагр} = 9 p_0 V_0 + 6 p_0 V_0 = 15 p_0 V_0 \Rightarrow \eta = \frac{3 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} = 20\%$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

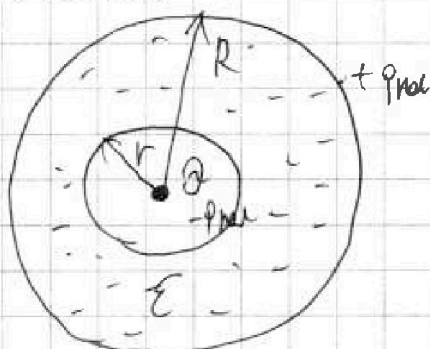
$r; R; Q$

1) $\varphi(\frac{3}{4}R) = ?$

2) $E = ?$

Решение:

1)



Пример X за $\frac{3}{4}R$ считать потенциал:

$$\varphi(\frac{3}{4}R) = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{kQ}{\frac{3}{4}R} + \frac{k(-q_{\text{нар}})}{\frac{3}{4}R} + \frac{kq_{\text{нар}}}{R}$$

$$\left[\varphi(\frac{3}{4}R) = \frac{4kQ}{3R} - \frac{kq_{\text{нар}}}{3R} = \frac{k}{3R} (4Q - q_{\text{нар}}) \right]$$

Нет $q_{\text{нар}}$. Его нужно найти.

По условию:

$$\delta\varphi_0 = \varphi(\frac{R}{3})$$

$$\epsilon\varphi_0 = \varphi(\frac{2R}{3})$$

$$\delta\varphi_0 = \frac{kQ}{\frac{R}{3}} - \frac{kq_{\text{нар}}}{\frac{R}{3}} + \frac{kq_{\text{нар}}}{R}$$

$$\delta\varphi_0 = \frac{3kQ - 2kq_{\text{нар}}}{R} = \frac{k}{R} (3Q - 2q_{\text{нар}})$$

$$\epsilon\varphi_0 = \frac{kQ}{\frac{2R}{3}} + \frac{k(-q_{\text{нар}})}{\frac{2}{3}R} + \frac{kq_{\text{нар}}}{R} = \frac{3kQ - kq_{\text{нар}}}{2R} = \frac{k}{2R} (3Q - q_{\text{нар}})$$

$$\begin{cases} \delta\varphi_0 = \frac{k}{R} (3Q - 2q_{\text{нар}}) \\ \epsilon\varphi_0 = \frac{k}{2R} (3Q - q_{\text{нар}}) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{10\varphi_0 R}{k} = 3Q - 2q_{\text{нар}} \\ \frac{8\varphi_0 R}{k} = 3Q - 2q_{\text{нар}} \end{cases} \Rightarrow \boxed{q_{\text{нар}} = \frac{2\varphi_0 R}{k}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{10 \varphi_0 R}{\kappa} = 3Q - q_{\text{пол}}$$

$$3Q = \frac{12 \varphi_0 R}{\kappa}$$

$$\frac{\varphi_0 R}{\kappa} = \frac{Q}{4} \Rightarrow q_{\text{пол}} = \frac{Q}{2}$$

Значит:

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \left(\frac{\kappa}{3R}\right) \left(4Q - \frac{Q}{2}\right) = \frac{7Q\kappa}{6R}$$

2) Решим методом потенциалов. Пусть в точке на расстоянии x от центра

$$E_z = E_1 + E_2; \text{ где } E_1 = \frac{\kappa Q}{\frac{9}{16}R^2}; E_2 = \frac{-\kappa q_{\text{пол}}}{\frac{9}{16}R^2}$$

$$E_z = \frac{16\kappa}{9R^2} \left(Q - \frac{1}{2}Q\right) = \frac{8\kappa Q}{9R^2}$$

$$E_{2z} = \frac{E_1}{\epsilon} = \frac{8\kappa Q}{9R^2 \epsilon} \epsilon = \frac{16\kappa Q}{9R^2}$$

Значит $\epsilon = 2$.

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{7}{6} \frac{\kappa Q}{R}$
2) $\epsilon = 2$



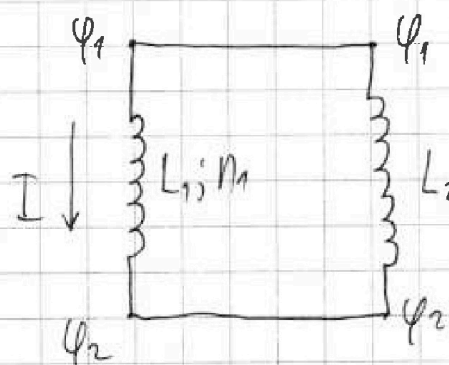
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$(\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_1) = 0$$

$$U_{L1} + U_{L2} = 0$$

$$U_{L1} = \varphi_1' + L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$U_{L2} = \varphi_2' + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$1) \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = -\alpha; \varphi_2 = \text{const} \Rightarrow \varphi_2' = 0 \Rightarrow U_{L2} = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{S \cdot N_1 \Delta B_1}{\Delta t} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{-S N_1 \Delta B_1}{\Delta t (L_1 + L_2)} = \frac{-S N_1 \cdot (-\alpha)}{L + \mu L} = \frac{S N_1 \alpha}{\mu L} = \frac{S n d \alpha}{\mu L}$$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{S n d \alpha}{\mu L}}$$

$$2) \left. \begin{array}{l} \text{по } L_1 \text{ даем } B_0 \\ \text{ампл } \frac{2B_0}{3} \\ \text{по } L_2 \text{ даем } B_0/3 \\ \text{ампл } B_0/2 \end{array} \right\}$$

$$U_{L1} + U_{L2} = 0$$

$$\frac{S N_1 \Delta B_1}{\Delta t} + \frac{S N_2 \Delta B_2}{\Delta t} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пропишем такое соотношение от t_0 до t ;

Тогда в $t_0 \Rightarrow B_1 = B_0$; $B_2 = B_0/3$

в $t \Rightarrow B_1 = 2B_0/3$; $B_2 = B_0/3$

В момент времени t_0 намагнитится и в катушках не будет.

$$\frac{Sn_1 \cdot (2B_0/3 - B_0)}{\Delta t} + \frac{Sn_2 \cdot (B_0/3 - B_0/3)}{\Delta t} + (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

Упростим всё выражение по Δt :

$$Sn_1 \cdot \left(-\frac{B_0}{3}\right) + Sn_2 \cdot \left(-\frac{B_0}{4}\right) + 10L \cdot \Delta I = 0$$

$$10L \cdot \Delta I = \frac{Sn_1 B_0}{3} + \frac{Sn_2 B_0}{4}$$

$$(I_{\text{кон}} - 0) \cdot 10L = \frac{Sn B_0}{3} + \frac{S \cdot 3n B_0}{4} = \frac{13 Sn B_0}{12}$$

$$I_{\text{кон}} = \frac{13 Sn B_0}{10L \cdot 12}$$

$$I_{\text{кон}} = \frac{13}{120} \frac{Sn B_0}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{Sn \alpha}{10L}$; 2) $I_{\text{кон}} = \frac{13 Sn B_0}{120L}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

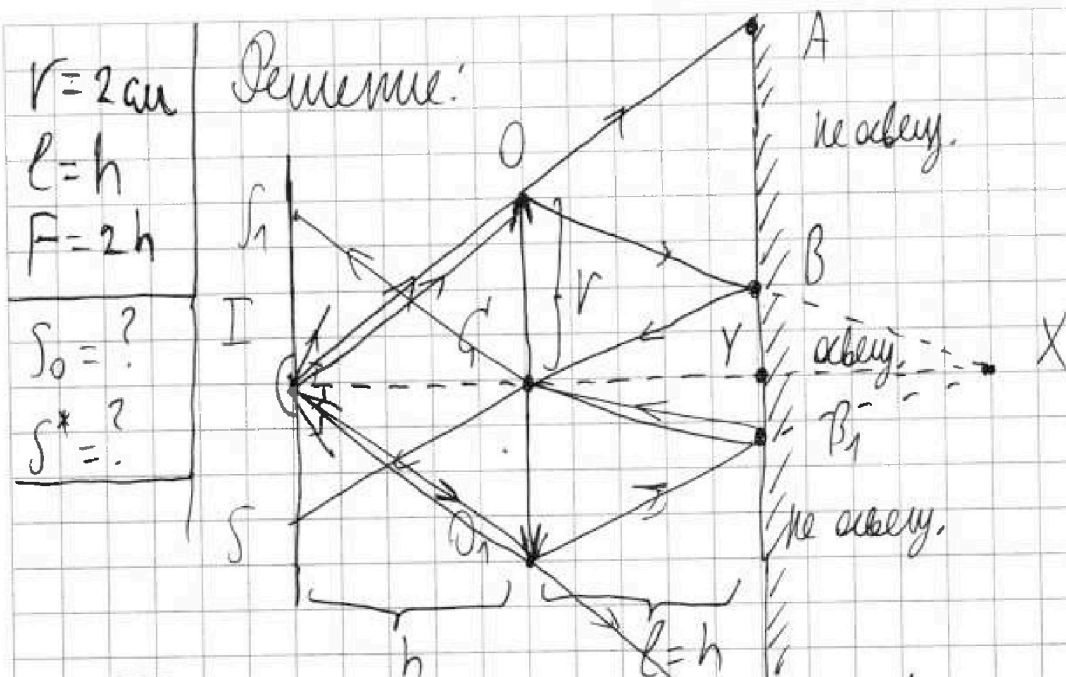
5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) Так как линза собирающая $\Phi = + \frac{1}{F}$

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (\text{перу } \frac{1}{sf} \text{ "-"}, \text{ так как } L < F \Rightarrow \text{U линзы})$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{F-d}, \text{ где } d = h$$

$$f = \frac{2h}{1} = 2h$$

2) Рассмотрим рисунок. Видно, что свет от источника идет во все стороны, не только прямо к линзе.

Если обозначить точку линзы за O, и пустить луч



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порта QR-кода недопустима!

от источника. Один из них попадает в точку O, изменяет своё направление в линзе и попадает в точку B (так как желает попасть в точку F).

Второй же луч пройдет очень близко к точке O, но не заденет линзу. Он попадет в точку A на зеркале.

1 луч был пущен под максимальным углом к 100 линзе. Таким образом мы получили, что все лучи пущенные на линзу светом из зеркала все от точки B до точки B₁. Кроме того лучи не прошедшие через линзу светом зеркала. Таким, что все расстояние на зеркале кроме 2 участков будут освещены светом. Но освещ. от: круг с диаметром AB и круг с диаметром A₁B₁.

Кроме того из-за симметрии вышесказанного AB = A₁B₁.

3) $\triangle O G' X$ подобен $\triangle B B_1 X$. (по двум равным углам).

$$\text{Тогда } \frac{O G' Y}{O G' X} = \frac{X B_1 Y}{X B_1 X} ; X G' = 2F ; B_1 X = \frac{F}{2}$$

$$\text{Значит } B B_1 = \frac{1}{2} O G' = \frac{1}{2} r = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1 \text{ см.}$$

Путевым $\triangle O G'$ подобен треугольнику $\triangle Y A$ (по двум

$$\frac{O G'}{A Y} = \frac{I G'}{I Y} \Rightarrow O G' = \frac{1}{2} A Y \Rightarrow A Y = 2 O G' = 2 \text{ см. (указано)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если $AV = 4$ см и $BV = 1$ см, то $AB = 3$ см, значит
2 окружности равен 3 см

$$\text{Значит } S_0 = 2S = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{2 \cdot 9\pi}{4} = \frac{9\pi}{2}$$

$$S_0 = \frac{9\pi}{2}$$

4) Чтобы найти $S_{\text{нов}}$ не стоит просто рассчитать
дуги, отрезанные от S .

Дуга проведенная через точки O и B пройдет при отсече-
нии через GO_4

$\triangle IS_1S = \triangle S_1BV$ (по двум углам и стороне)

$IS = BV = \frac{r}{2} = 1$ см. Этой точкой (симметрично от-
ситель GO_4 пройдет и другая дуга через O_1 и B_1).

Таким образом тогда освещен круг симметрии S_1 .
не осветит никаких линий углов, куда не будут
проецироваться S дуги.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

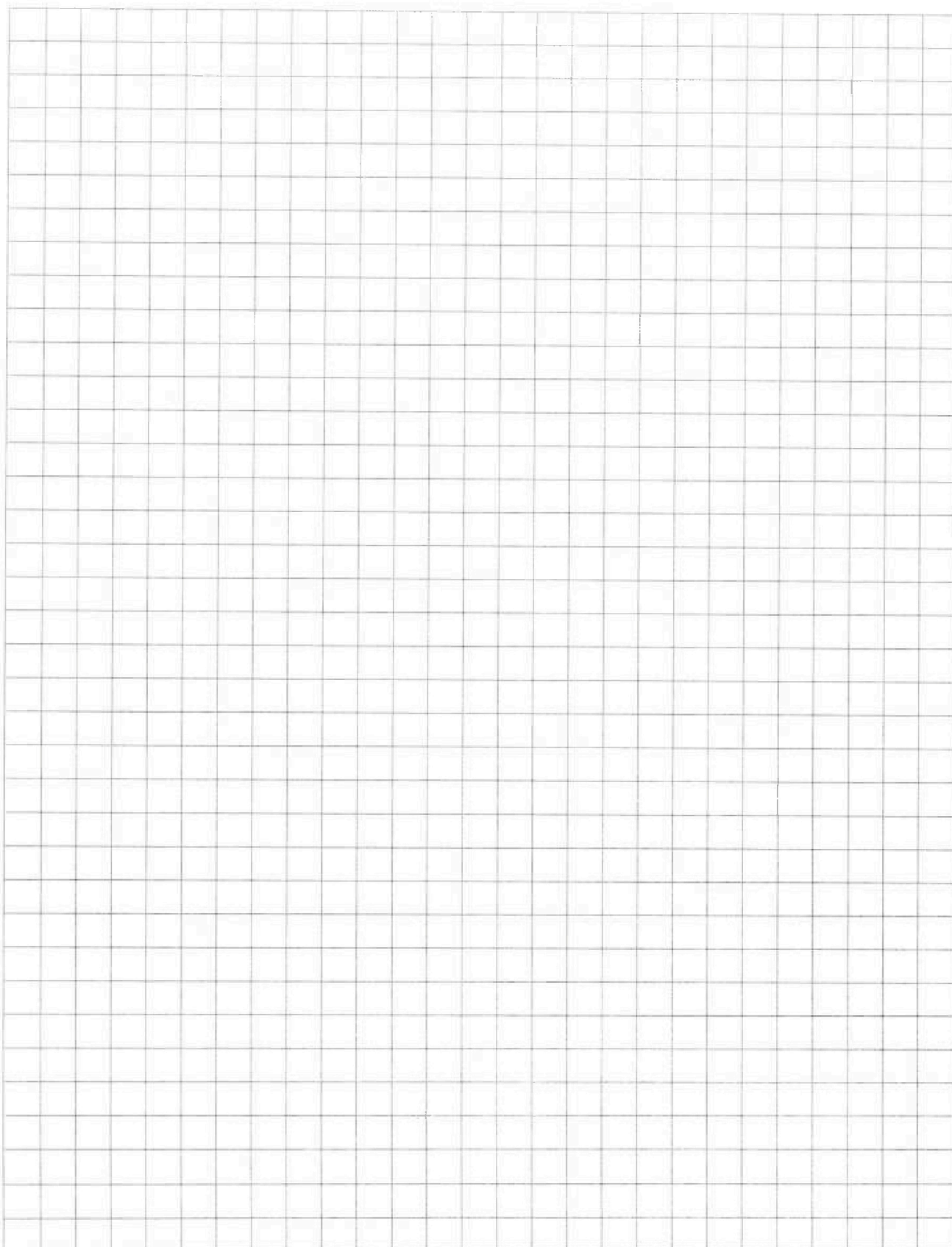
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

СТРАНИЦА
 _ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

φ_1 φ_2 φ_1 φ_2
 L_1 L_2
 φ_2

$\varphi_2 - \varphi_1 + \varphi_1 - \varphi_2 = 0$
 $U_{L1} + U_{L2} = 0$ em 0 fo B_0
 $U_{L1} = \varphi_1' + L_1 \frac{dI}{dt}$ em 0 fo $B_0/3$
 $\varphi_1' = \frac{\sin 2B}{2t}$
 $U_{L2} = \frac{\sin 2B}{5 \cdot 3 \sin B} + \mu L \frac{dI}{dt}$ $\boxed{L I = 0}$
 $\frac{\sin 2B}{2t} + L \frac{dI}{dt} + \mu L \frac{dI}{dt} + \frac{3 \sin 2B}{2t} = 0$ $\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{13}{12}$
 $\frac{\sin(-2)}{2t} + 10L \frac{dI}{dt} = 0$ $\frac{13 \sin B_0}{120L}$ $\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{13}{12}$
 $\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{5 \sin 2}{10L}}$ $\boxed{I_{\text{max}} = \frac{13 \sin B_0}{120L}}$

$\frac{\sin 2B_1}{2t} + 10L \frac{dI}{dt} + 3 \frac{\sin 2B_2}{2t} = 0$ $\left| \begin{array}{l} \text{Продифференцируем} \\ \text{em to fo t} \end{array} \right.$

$\sin\left(\frac{2B_0}{3} - B_0\right) + 10L \frac{dI}{dt} + 3 \sin\left(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3}\right) = 0$

$10L \frac{dI}{dt} = \frac{\sin B_0}{3} + 3 \sin \frac{3B_0}{12}$

$10L \frac{dI}{dt} = \frac{\sin B_0}{3} + \frac{3}{4} \sin B_0$

$10L \frac{dI}{dt} = \frac{13 \sin B_0}{12}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

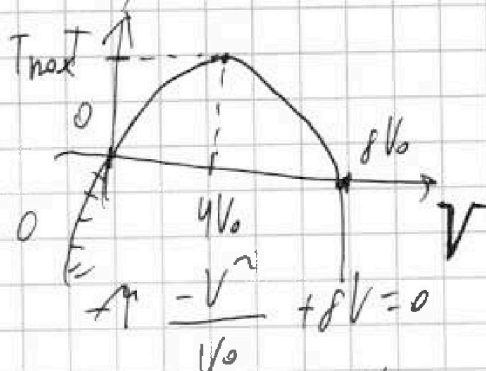
СТРАНИЦА
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$T = \frac{-p_0}{\sqrt{R} V_0} V^2 + \frac{8p_0}{\sqrt{R}} V + \frac{8p_0}{\sqrt{R}} \frac{V R V_0}{2p_0}$$

Найти T_{max} :

$$T'(V) = \frac{-p_0}{\sqrt{R} V_0} \cdot 2V + \frac{8p_0}{\sqrt{R}} = 0$$



$$\frac{8p_0}{\sqrt{R}} = \frac{2p_0 V}{\sqrt{R} V_0}$$

$$V = 0 \quad V(8 - \frac{V}{V_0}) = 0 \quad V = 8V_0$$

$$V = 4V_0$$

$$\Rightarrow T_{max} = \frac{-p_0}{\sqrt{R} V_0} \cdot 16 V_0^2 + \frac{32p_0}{\sqrt{R}} V_0 =$$

$$T_{max} = \frac{16 p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \cdot (-4) p_0 V_0$$

$$\Delta U_2 = -6 p_0 V_0$$

$$(pV - p^*V^*)$$

$$dU = \frac{3}{2} \sqrt{R}$$

$$\delta A = A_{r2} = 6 p_0 V_0$$

$$Q_2 = 0$$

$$3) \eta = ?$$

$$\eta = \frac{Q_{neg}}{A_y}$$

чтобы найти Q_{neg} нужно знать Q от рез-та.

то первую часть: $Q(V) = ?$

$$\delta Q = \delta U + \delta A$$

$$p(V) = \frac{-p_0}{V_0} V + 8p_0 = 4p_0$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \sqrt{R} \frac{p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$A_r = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$Q = 6 p_0 V_0$$

$$A_r = 3 p_0 V_0$$

$$Q_{31} - Q_{neg} = 9 p_0 V_0 + 6 p_0 V_0 = 15 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3}{15} = 0.2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☒

2
☒

3
☒

4
☒

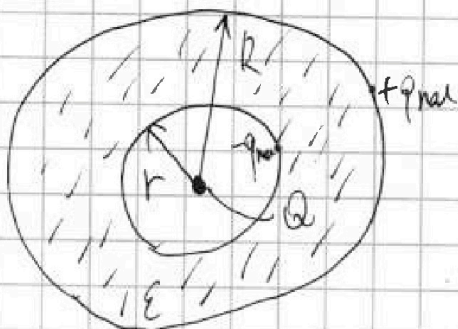
5
☒

6
☒

7
☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Найти E на расстоянии $\frac{3}{4}R$

$$E_z = E_Q + E_{q_{\text{нар}}} = \frac{kQ}{\left(\frac{3}{4}R\right)^2} - \frac{kq_{\text{нар}}}{\left(\frac{3}{4}R\right)^2}$$

$$E_z = \frac{16kQ}{9R^2} - \frac{16kq_{\text{нар}}}{9R^2} = \frac{8kQ}{9R^2}$$

Определим $\varphi\left(\frac{3}{4}R\right)$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{kQ \cdot 4}{3R} - \frac{q_{\text{нар}} k \cdot 4}{3R} + \frac{q_{\text{нар}} k}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{4kQ}{3R} - \frac{q_{\text{нар}} k}{3R} = \frac{k}{3R} (4Q - q_{\text{нар}})$$

$$r < \frac{R}{3}$$

$$8\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3q_{\text{нар}} k}{R} + \frac{k \cdot q_{\text{нар}}}{R} = \frac{k}{R} (3Q - 2q_{\text{нар}})$$

$$5\varphi_0 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3q_{\text{нар}} k}{2R} + \frac{k q_{\text{нар}}}{R} = \frac{k}{2R} (3Q - q_{\text{нар}})$$

$$E = 0$$

$$3Q - q_{\text{нар}} = \frac{10\varphi_0 R}{k}$$

$$3Q - 2q_{\text{нар}} = \frac{8\varphi_0 R}{k}$$

$$q_{\text{нар}} = \frac{2\varphi_0 R}{k}$$

$$q_{\text{нар}} = \frac{Q}{2}$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{k}{3R} \left(4Q - \frac{2\varphi_0 R}{k}\right)$$

$$\frac{10\varphi_0 R}{k} = 3Q - \frac{2\varphi_0 R}{k}$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{k}{3R} \cdot \frac{7}{2} Q = \frac{7k}{6R} Q$$

$$3Q = \frac{12\varphi_0 R}{k}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{4R}$$

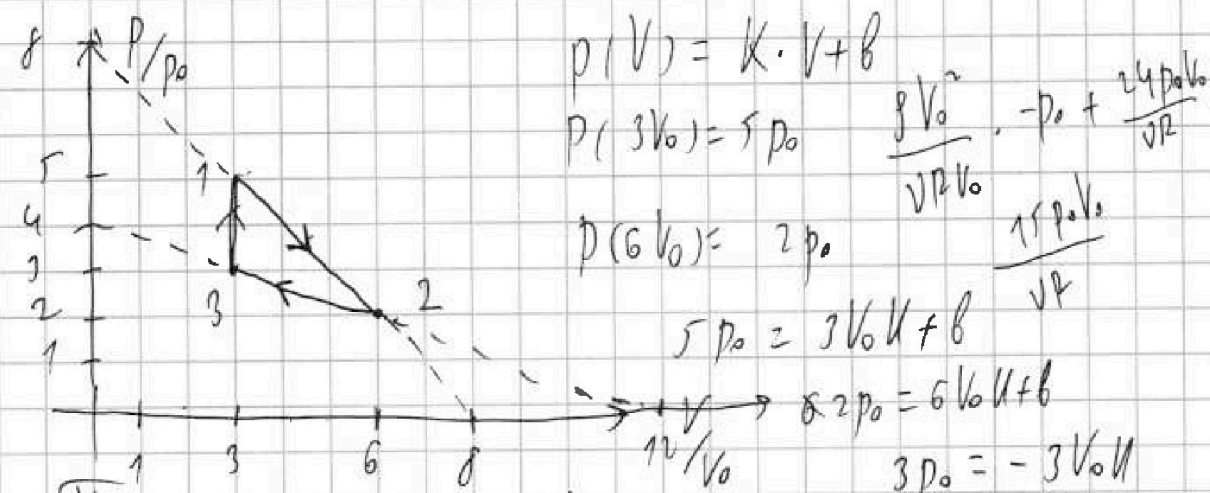
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



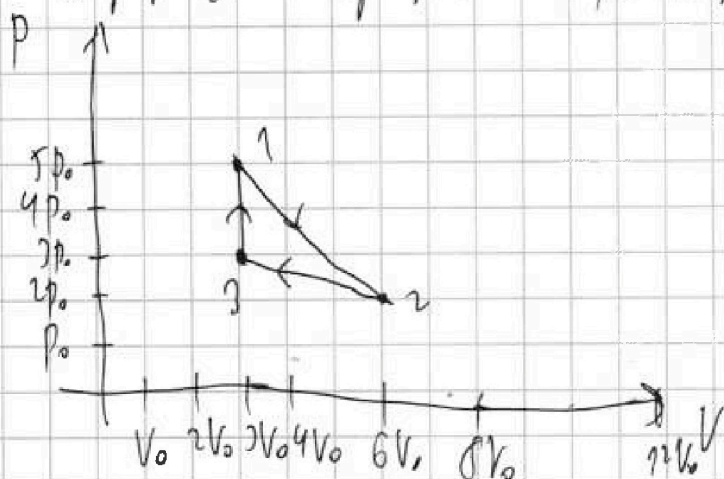
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Перепишем график в pV координатах:



$$\frac{\Delta U_{31}}{A_y} = ?$$

$$b = 2p_0 - 6V_0\left(-\frac{p_0}{V_0}\right)$$

$$b = 8p_0$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (15p_0V_0 - 8p_0V_0) = 9p_0V_0$$

$$A_y = \int_{31} p dV = \frac{3V_0 \cdot 2p_0}{2} = 3p_0V_0$$

$$p \cdot V = \nu RT$$

$$-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0V = \nu RT$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_y} = \frac{9p_0V_0}{3p_0V_0} = 3$$

$$T = \frac{-p_0}{\nu R V_0} V^2 + \frac{8p_0}{\nu R} V$$

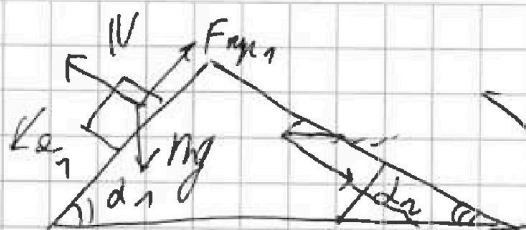


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



2311 фл м:

$$m a_{a1} = m g \sin \alpha_1 - F_{np1}$$

$$F_{np1} = m g \sin \alpha_1 - m a_{a1}$$

$$\left[F_{np1} = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \cdot \frac{7}{17} = \frac{16 m g}{85} \right]$$

2311 фл 5 м:

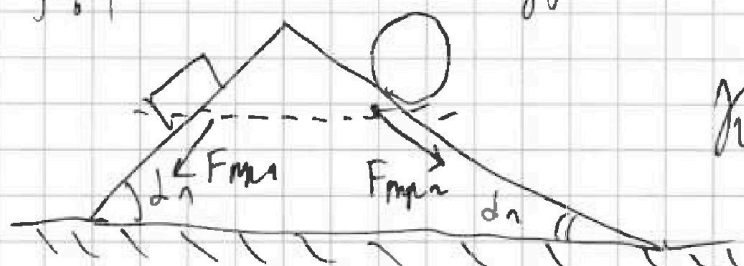
$$5 m a_{a2} = 5 m g \sin \alpha_2 + F_{np2}$$

$$F_{np2} = 5 m a_{a2} - 5 m g \sin \alpha_2$$

$$\left[F_{np2} = 5 m \cdot \frac{88}{25} - 5 m g \cdot \frac{8}{17} = \frac{8 \cdot 17 - 40 \cdot 5}{85} m g \right]$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ - 288 \\ \hline 962 \end{array}$$

$$= + \frac{136 - 200}{85} m g = - \frac{64}{85} m g$$



$$M a_{u2} = F_{np2} - F_{dp2}$$

Кинем в начале $\Rightarrow a_{u2} = 0$

2311 фл M:

$$17^2 = 349$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 1190 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$F_{np2} \cos \frac{119}{17} - F_{np1} \sin \alpha_1$$

$$F_{np1} = 0$$

$$F_3 = \frac{64}{85} m g \cdot \frac{45}{17} - \frac{16}{85} m g$$

$$\frac{4}{5} =$$

$$= \frac{152 m g}{17^2} - \frac{64}{425} m g$$

$$5 \cdot 25 = 125$$

$$1250$$