



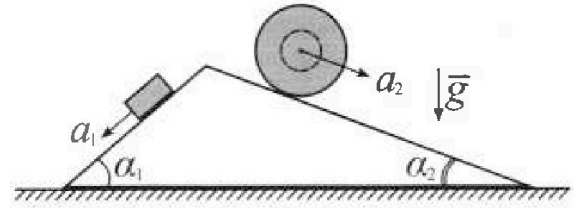
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).



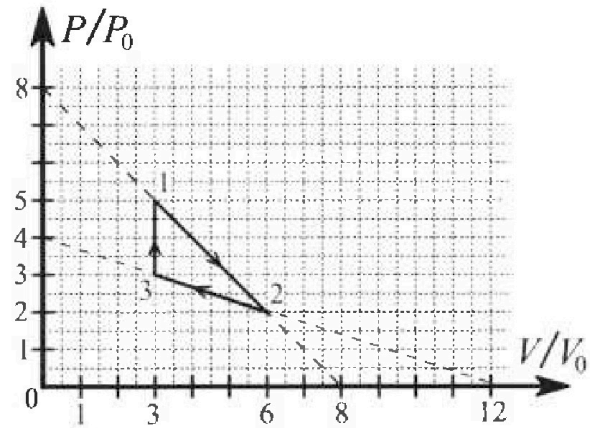
Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

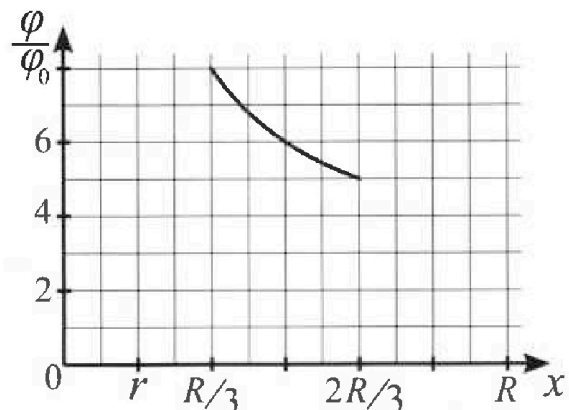
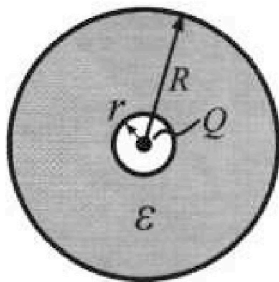


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.).

Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



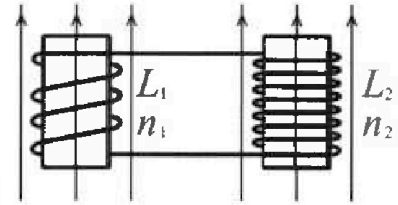
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

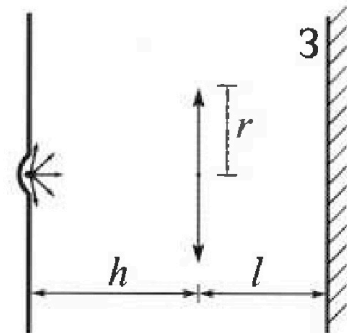


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



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!

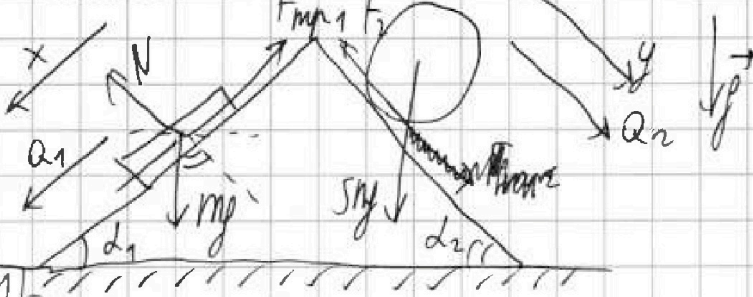
$$a_1 = \frac{7}{17}g$$

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

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

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

Решение:



$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$

Рассмотрим 23H для m:

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

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

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

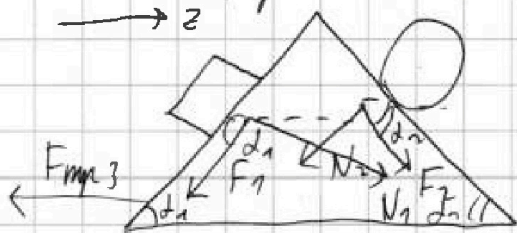
2) Рассмотрим 823H для 5m:

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

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

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

3) Рассмотрим клин:



На 33H на клин действуют силы

$F_1$  и  $F_2$ ;  $N_1$  и  $N_2$ .

На условие клин равновесия, 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 задай клине направление:

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

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

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

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

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

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

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

$$F_3 = \frac{-7820}{289 \cdot 25} \text{ мн} \quad (\text{знак } "-" \text{ означает о направлении вектора } F_3)$$

$$F_3 = \frac{1564}{289 \cdot 5} = \frac{92}{85} \text{ мн}$$

Ответ:

$$1) F_1 = \frac{16}{85} \text{ мн}$$

$$2) F_2 = \frac{64}{85} \text{ мн}$$

$$3) F_3 = \frac{92}{85} \text{ мн}$$



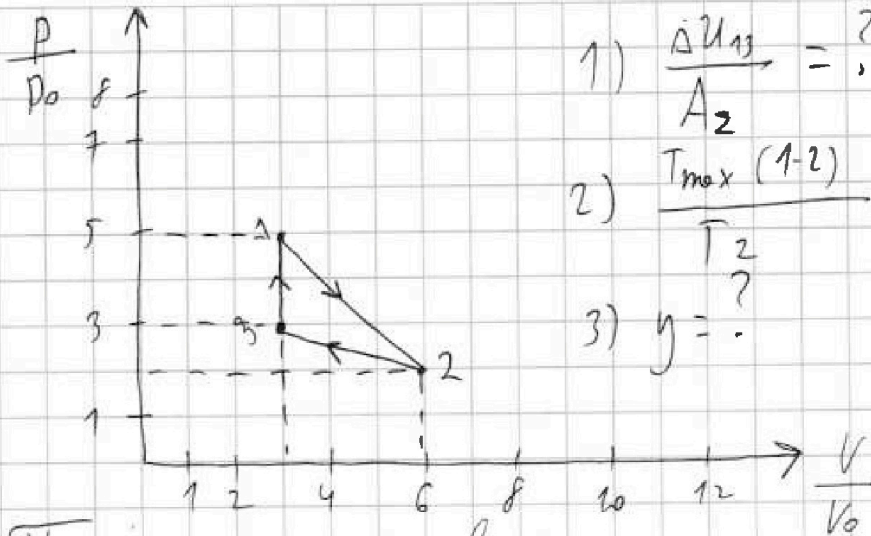
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

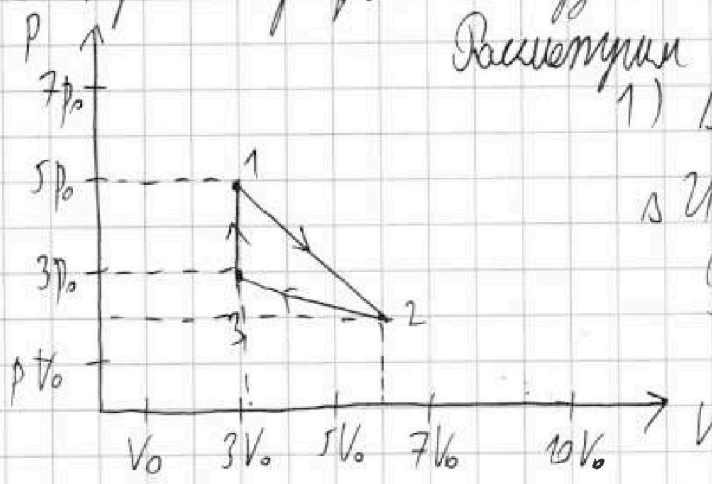
СТРАНИЦА  
1 из 4

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:

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

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

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

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

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

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

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

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



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.

1  2  3  4  5  6  7

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  $\Rightarrow p = kV + b$

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

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

Вычтем 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!

$$T(V)' = 0$$

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

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

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

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

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

То первую часть термодинамики для процесса 1-2.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad (A_{12} = 0; \text{Изотермический процесс})$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = 9p_0V_0$$

Чтобы найти какое кол-во теплоты было подводимое в процессе 1-2 нужно найти при каких значениях  $T, p, V$

$Q = 0$  То первую часть термодинамики:

$$Q = \Delta U + A_{12}; Q = 0 \Rightarrow A_{12} = -\frac{3}{2}\sqrt{R}(T - T_1)$$





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!

№ упрощения Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$A_{г-ч} + \int p_1 = \frac{(p + 5p_0) \cdot (V - 3V_0)}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1) 3

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

3) 20%

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

$$Q = \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0) + \frac{(p(4V_0) + 5p_0)}{2} (4V_0 - 3V_0)$$

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

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



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!

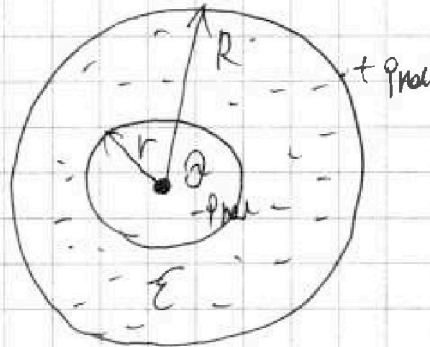
$r; R; Q$

Решение:

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

2)  $E = ?$

1)



Примем  $x$  за  $\frac{3}{4}R$  радиусом поверхности:

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

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

Зем  $Q_{\text{нар}}$ . Его нужно найти.

По заряду:

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

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

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

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

$$\varepsilon\varphi_0 = \frac{kQ}{\frac{2R}{3}} + \frac{k(-Q_{\text{нар}})}{\frac{2}{3}R} + \frac{kQ_{\text{нар}}}{R} = \frac{3kQ - kQ_{\text{нар}}}{2R} = \frac{k}{2R} (3Q - Q_{\text{нар}})$$

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





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) Решимем непосредственно задачу 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  $\epsilon = 2$ .

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

2)  $\epsilon = 2$



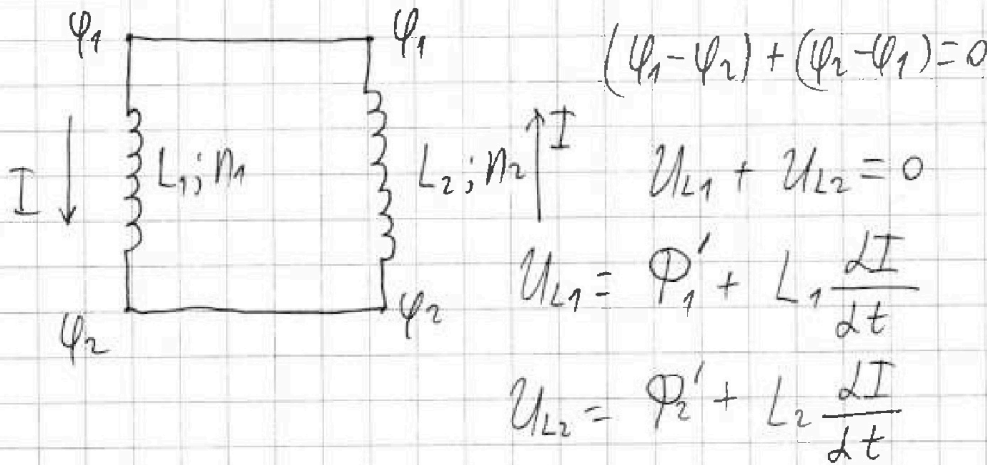


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1)  $\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = -\alpha$ ;  $\Phi_2 = \text{const} \Rightarrow \Phi_2' = 0 \Rightarrow U_{L2} = L_2 \frac{dI}{dt}$

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

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

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

2)  $L_1$   $\mu_0$   $B_0$   $\left. \begin{array}{l} \text{cm}^2 \\ \frac{2B_0}{3} \end{array} \right\} U_{L1} + U_{L2} = 0$   
 $L_2$   $\mu_0$   $B_0/3$   $\left. \begin{array}{l} \text{cm}^2 \\ B_0/2 \end{array} \right\} \frac{S N_1 \Delta B_1}{\Delta t} + \frac{S N_2 \Delta B_2}{\Delta t} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$



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 также соотношение от  $t_0$  до  $t$ ;

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

$$\text{в } t \Rightarrow B_1 = 2B_0/3; B_2 = \frac{B_0}{4}$$

В момент времени  $t_0$  намагнитим  $B$  цепи и в катушках не ток.

$$\frac{Sn_1 \cdot (2B_0/3 - B_0)}{\Delta t} + \frac{Sn_2 \cdot (B_0/4 - B_0/3)}{\Delta t} + (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

Умножим всё выражение на  $\Delta t$ :

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

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

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

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

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

Ответ: 1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{Sn \alpha}{10L}$ ; 2)  $I_{\text{ток}} = \frac{13 Sn B_0}{120L}$





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!

$r = 2 \text{ см}$   
 $l = h$   
 $F = 2h$   
 $S_0 = ?$   
 $S^* = ?$

Решение:

1) Так как линза собирающая  $\Phi = + \frac{1}{F}$   
 По формуле тонкой линзы:  
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$  (через  $\frac{1}{sf}$  " ", так как  $d < F \Rightarrow \mathcal{U}$  мнимая)  
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$   
 $f = \frac{dF}{F-d}$ , 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  $O_1$  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 чертовиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Второй же луч пройдёт через линзу и точку  $O$ , но не заденет линзу. Он пойдёт в точку  $A$  на зеркале.

1 луч был пущен по направлению взятых у нас к  $100$  линзы. Таким образом мы получили, что все лучи пущенные на линзу светом на зеркале всё от точки  $B$  до точки  $B_1$ . Кроме того лучи не прошедшие через линзу светом зеркало. Таким образом, это всё расстояние на зеркале кроме 2 углов будет освещены светом. Но освещ. ось: круг с диаметром  $AB$  и круг с диаметром  $A_1B_1$ .

Кроме того из-за симметрии вышесказанного  $AO = AB = A_1B_1$ .

3)  $\triangle OGY$  подобен  $\triangle BB_1X$ . (по двум равным углам).

$$\text{Тогда } \frac{OY}{OG} = \frac{B_1X}{BB_1}; \quad OY = 2F; \quad B_1X = \frac{F}{2}$$

$$\text{Значит } BB_1 = \frac{1}{2} OY = \frac{1}{2} \cdot 2F = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1 \text{ см.}$$

Путём аналогии  $\triangle OGY$  подобен треугольнику  $\triangle YVA$  (по двум

$$\frac{OG}{AY} = \frac{OY}{YV} \Rightarrow OG = \frac{1}{2} AY \Rightarrow AY = 2OG = 2 \cdot 1 \text{ см} = 2 \text{ см}$$



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 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  $AY = 4$  см и  $BV = 1$  см, то  $AB = 3$  см, значит  
2 окружности имеют радиус  $3$  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  $S_{\text{тень}}$  не стоит вычислять  
длины, отрезанные от  $Z$ .

Лук проведенный через точки  $O$  и  $B$  пройдет при отражении  
луча через  $GO_4$

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

$IS = SY = \frac{r}{2} = 1$  см. Этой прямой (симметрии относительно  
центра  $GO_0$  пройдет и другой луч через  $O_1$  и  $B_1$ ).

Таким образом можно увидеть круг симметрии  $S_1$ .

не осветит участки лишь углов, куда не могут  
проникнуть  $Z$  лучи.



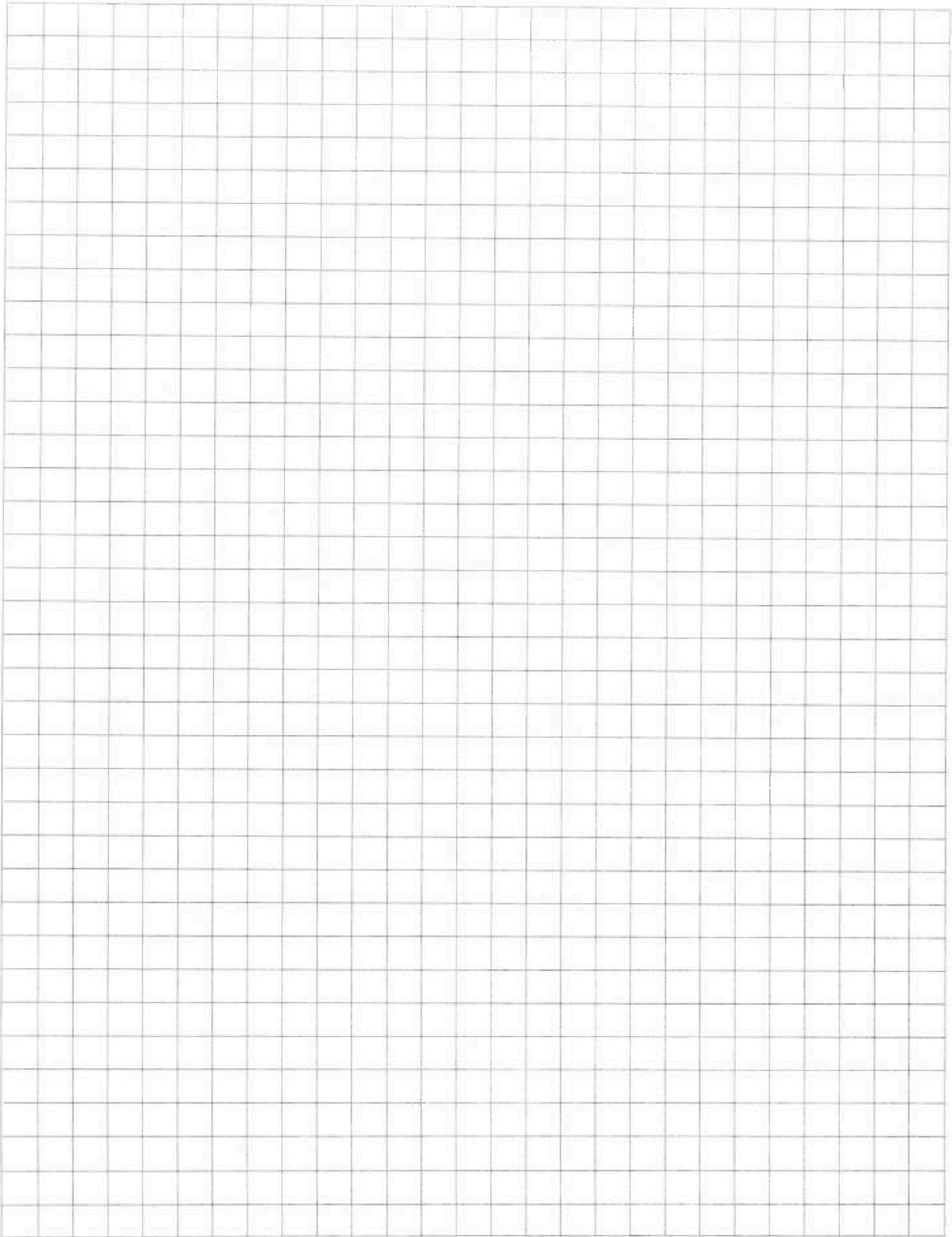


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

$\psi_2 - \psi_1 + \psi_1 - \psi_2 = 0$   
 $U_{L1} + U_{L2} = 0$  em 0 fo  $\psi_0$   
 $U_{L1} = \psi_1' + M L_1 \frac{dI}{dt}$  em 0 fo  $\psi_0/3$   
 циркуляция в  $L_2$  em  $\psi_1' = \frac{5n \Delta B}{2t}$   
 циркуляция  $\Rightarrow \psi_2 = 0$   $10 L \cdot dI = 0$   
 $U_{L2} = \frac{5 \cdot 3n \Delta B}{2t} + pL \frac{dI}{dt} \rightarrow \boxed{dI = 0}$   
 $\frac{5n \Delta B}{2t} + L \frac{dI}{dt} + pL \frac{dI}{dt} + \frac{3n \Delta B}{2t} = 0$   $\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}$   
 $\frac{5n(-\Delta)}{2t} + 10L \frac{dI}{dt} = 0$   $dI = \frac{13 \sin \psi_0}{120L}$   $\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}$   
 $\frac{dI}{dt} = \frac{5n \sin \Delta}{10L}$   $I_{\text{max}} = \frac{13 \sin \psi_0}{120L}$

$\frac{5n \Delta B_1}{2t} + 10L \frac{dI}{dt} + 3 \frac{5n \Delta B_2}{2t} = 0$  | Пропустим циркуляцию  
 em to fo t

$\sin\left(\frac{2\psi_0}{3} - \psi_0\right) + 10L dI + 3 \sin\left(\frac{\psi_0}{12} - \frac{\psi_0}{3}\right) = 0$

$10L dI = \frac{5n \psi_0}{3} + 3 \sin \frac{3\psi_0}{12 \cdot 4}$

$10L dI = \frac{5n \psi_0}{3} + \frac{3}{4} 5n \psi_0$

$10L dI = \frac{13 \sin \psi_0}{12}$

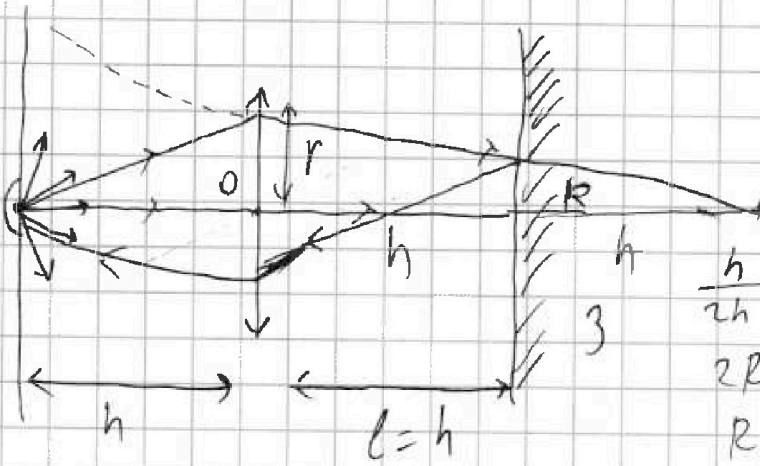


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$S_1 = \pi R^2 = \frac{\pi r^2}{4} = \pi$$

$$\frac{h}{2h} = \frac{R}{r}$$

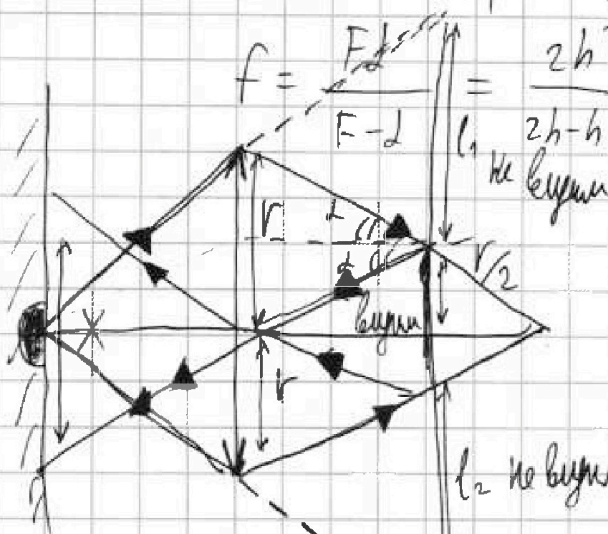
$$2R = r$$

$$R = \frac{r}{2}$$

$$F = 2h$$

(Max when  $l < F$ )

По формуле тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{l} - \frac{1}{f}$   $3.17 = 10 + 63 = 153$



$$f = \frac{F \cdot l}{F - l} = \frac{2h^2}{2h - h} = 2h$$

$$l_1 d = \frac{r}{2h} \times \frac{92}{17} = \frac{644}{1764}$$

$$l_1 + l_2 + r = 4r$$

$$l_1 + l_2 = 3r$$

$$l = l_1 = l_2 \Rightarrow l = \frac{3}{2}r$$

$$S_0 = S_1 + S_2 = \frac{9\pi}{16}r^2 + \frac{9}{16}\pi r^2$$

$$S_0 = \frac{9}{8}\pi r^2 \quad S_0 = \frac{9}{2}\pi$$

$$l_1 d = \frac{r}{2h} \Rightarrow r = \frac{2h \cdot l_1 d}{r}$$

$$\begin{array}{r} 961 \\ \times 12 \\ \hline 1822 \\ + 961 \\ \hline 11532 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} l_1 d = \frac{x}{2h} \Rightarrow x = r \\ \times 64 \\ \hline 4512 \\ + 320 \\ \hline 4832 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11532 \\ - 3712 \\ \hline 7820 \end{array}$$



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

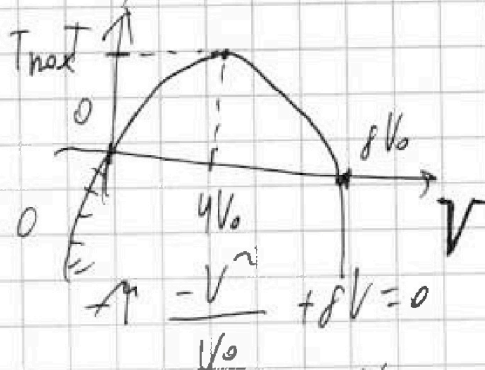
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

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

Найти  $T_{max}$ :

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



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

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

$$V = 4V_0$$

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

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

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

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

$$(pV - pV^*)$$

$$T_2 = \frac{12 p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$3) \eta = ?$$

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

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

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

$$Q_2 = 0$$

чтобы найти  $Q_{neg}$  нужно знать зависимость  $Q$  от  $u_0 - m_0$ .

то найдем  $Q(V) = ?$

$$\delta Q = dU + \delta A$$

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

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

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

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

$$Q = 6 p_0 V_0$$

$$A_r = 3 p_0 V_0$$

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

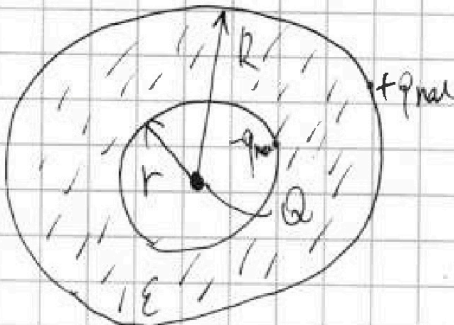


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $\frac{3}{4}R$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$E_z = \frac{E_0}{\epsilon} = \frac{8kQ}{9R^2} = \frac{16kQ}{9R^2 \epsilon}$$

$$3Q - q_{nal} = \frac{16\varphi_0 R}{k} \quad \varphi_{nal} = \frac{2\varphi_0 R}{k} \quad q_{nal} = \frac{Q}{2}$$

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

$$\frac{16\varphi_0 R}{k} = 3Q - \frac{2\varphi_0 R}{k}$$

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

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

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

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



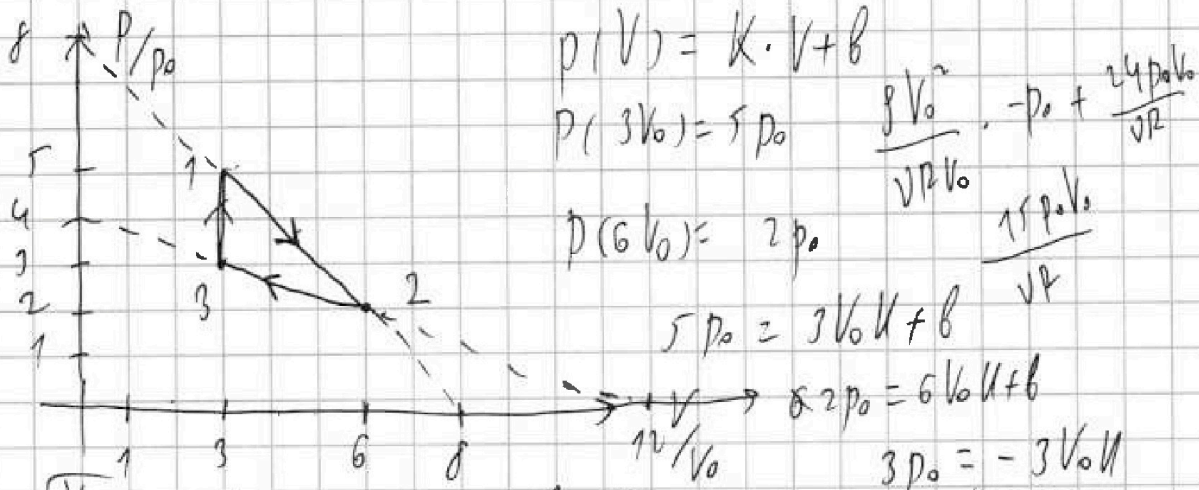
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



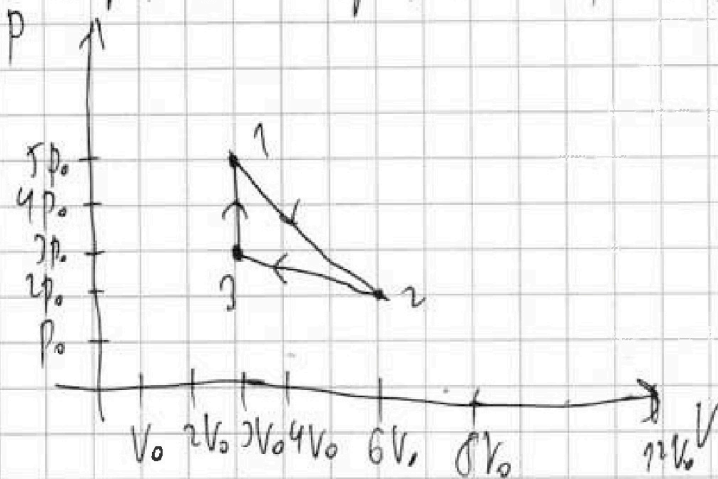
1  2  3  4  5  6  7

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!



Перенесем график в pV координаты:



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

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

$$b = 8p_0$$

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

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

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

$$A_y = \int p dV = \frac{3V_0 \cdot 2p_0}{2} = 3p_0 V_0$$

$$p \cdot V = \nu R T$$

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

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

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

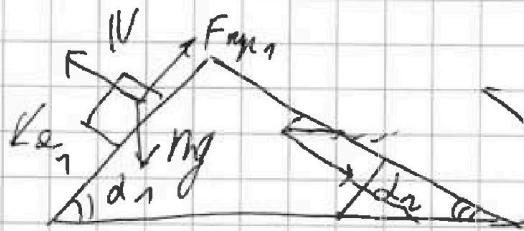


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 все m:

$$m a_{a1} = m g \sin \alpha_1 - F_{mp1}$$

$$F_{mp1} = m g \sin \alpha_1 - m a_{a1}$$

$$\left[ F_{mp1} = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \cdot \frac{7}{17} = \frac{16 m g}{85} \right]$$

2311 все 5 m:

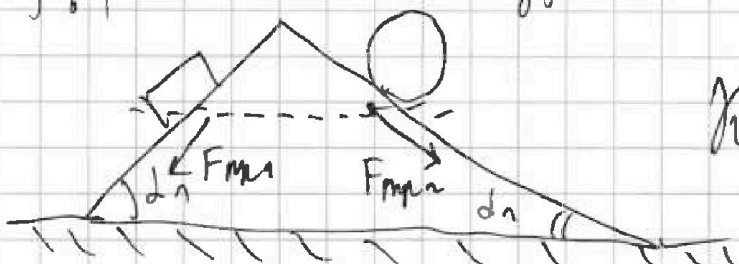
$$5 m a_{a2} = 5 m g \sin \alpha_2 + F_{mp2}$$

$$F_{mp2} = 5 m a_{a2} - 5 m g \sin \alpha_2$$

$$\left[ F_{mp2} = \frac{5 m \cdot 8 g}{25} - 5 m g \cdot \frac{8}{17} = \frac{8 \cdot 17 - 40 \cdot 5}{85} m g \right]$$

$$\begin{array}{r} 1750 \\ 288 \\ \hline 961 \end{array}$$

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



$$M a_{a2} = F_{mp2} - F_{mp1}$$

Кинем в начале  $\Rightarrow a_{a2} = 0$

2311 все M:

$$17^2 = 349$$

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

$$F_{mp2} \cos \frac{17}{17} - F_{mp1} \cos \alpha_1$$

$$- F_{mp1} = 0$$

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

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

$$= \frac{45 m g}{17^2} - \frac{16}{425}$$

$$= \frac{182.25 - 64 \cdot 17}{17 \cdot 17 \cdot 25} m g$$

$$5 \cdot 25 = 125$$

$$1250$$