

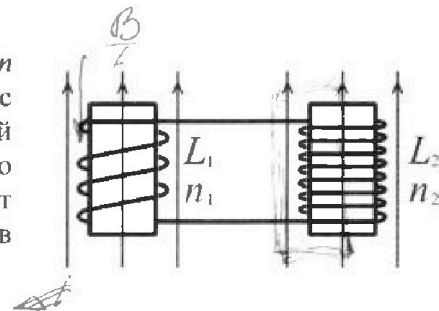
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

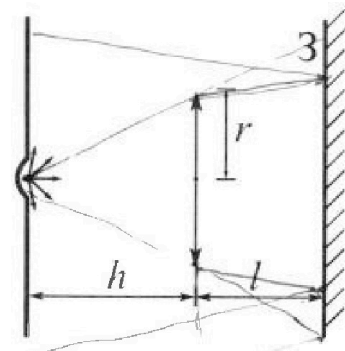


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{e} = \frac{1}{F}$$

48 - 1

6r

$$\begin{array}{r} 96 \\ \times 175 \\ \hline 1680 \\ 1680 \\ \hline 16800 \end{array}$$

100 - 4.1

$$= 1 - 8.91 + 4.41$$

$$\Delta W_1 = \frac{B_1^2}{2\mu_0} V - \frac{B_2^2}{2\mu_0} V = \frac{I_1^2 L}{2} - \frac{I_2^2 L}{2}$$

$$\frac{4}{9} - \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{x}$$

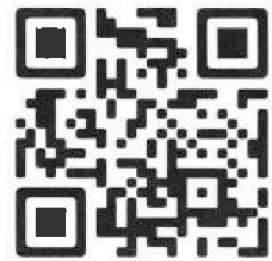
$$\frac{1}{4h}$$

$$\frac{16}{\pi}$$



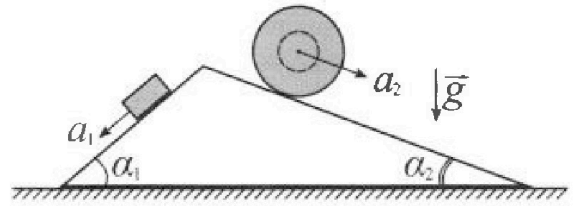
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).



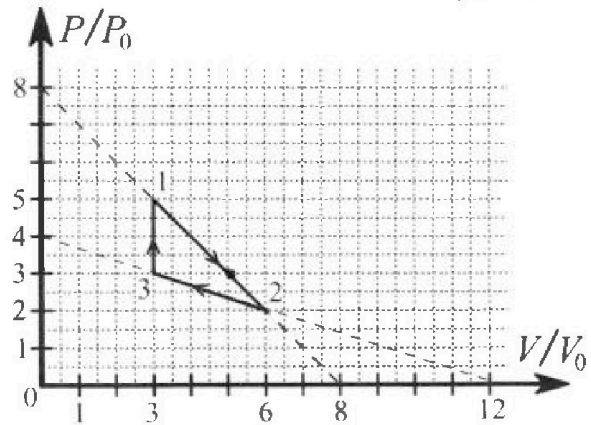
Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

$$\begin{array}{r} 75 \\ - 17 \\ \hline 58 \end{array} \quad \begin{array}{r} 58 = \frac{2 \cdot 29}{2} \\ \times 85 \\ \hline 4930 \\ \times 58 \\ \hline 28580 \\ \hline 49300 \\ \hline 72250 \end{array}$$

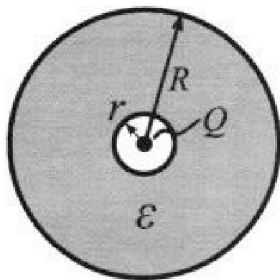
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



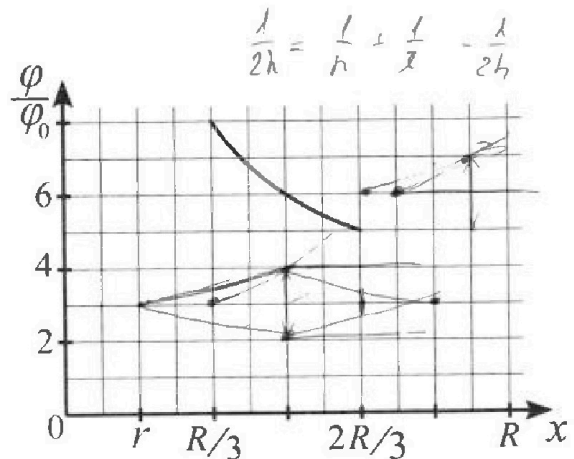
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .





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

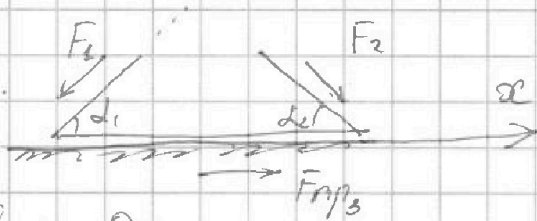
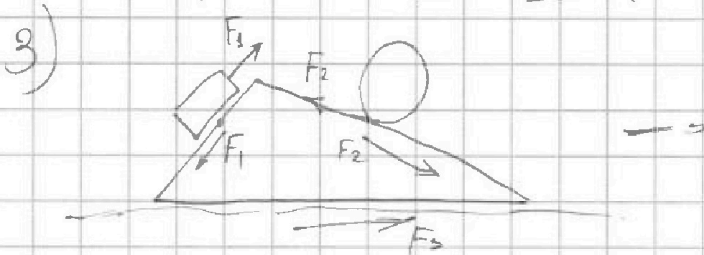
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

$$5mg \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}2} = 5m a_2$$

$$F_{\text{тр}2} = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right)$$

$$F_2 = F_{\text{тр}2} = 40mg \frac{25-17}{25 \cdot 17} = \boxed{\frac{64}{85} mg}$$



3. И на OX:

$$F_{\text{тр}3} - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

$$F_{\text{тр}3} = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_3 = F_{\text{тр}3} = \frac{64}{85} mg \left( \frac{4}{5} - \frac{15}{17} \right) = - \frac{258}{85} \cdot \frac{64}{85} mg$$

$$= - \frac{3712}{2225} mg \quad (\text{в проекции на OX})$$

Ответ:

$$F_1 = \frac{16}{85} mg$$

$$F_2 = \frac{64}{85} mg$$

$$F_3 = \frac{3712}{2225} mg \quad (\text{направлена в лево})$$



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!

f)  $A(V_{кр}) = \int_{3V_0}^{5V_0} P_0 dV \Rightarrow A$  - сообразив выгнать площадь  $3V_0$  трапеции под графиком в промежутке  $5V_0$  до  $3V_0$

$$S_{\Delta} = \frac{8+5}{2} \cdot 2 = 8 \sim A(V_{кр})$$

$$A(V_{кр}) = P_0 V_0 \cdot 8$$

$$\Delta U(V_{кр}) = \frac{3}{2} (5V_0 \cdot 3P_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = 0$$

$$\Rightarrow Q_2 = 8P_0 V_0$$

$$Q_{3,1} = \Delta U_{3,1} = 9P_0 V_0 \quad (\text{взято из 2-го п. с учетом знака})$$

т.к.  $\Delta U_{3,1} > 0$

$$\rightarrow Q_{in} = 17P_0 V_0$$

$$A_{успех} = 8P_0 V_0 \quad (\text{эт} \text{ } \text{можно} \text{ } \text{или} \text{ } \text{2-го} \text{ } \text{пункта})$$

$$\mu = \frac{A_{успех}}{Q_{in}} = \frac{8}{17}$$

Ответ:

$$1) \frac{\Delta U_{3 \rightarrow 1}}{A_{успех}} = 3$$

$$2) \frac{T_{max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$3) \mu = \frac{8}{17}$$



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 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) Запишем уравнения процесса 1-2, 2-3 на диаграмме  $P(V)$

$$P_{1,2}(V) = -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0$$

$$P_{2,3}(V) = -\frac{P_0}{3V_0} V + 4P_0$$

$$2) |\Delta U_{3 \rightarrow 1}| = \frac{i}{2} \nu R |T_1 - T_3| = \frac{i}{2} |P_1 V_1 - P_3 V_3|$$

$$P_1 = 5P_0; V_1 = 3V_0 = V_3; P_3 = 3P_0 \text{ для изотерм. газа } i=3$$

$$|\Delta U_{3 \rightarrow 1}| = \frac{3}{2} |5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0| = 9P_0 V_0;$$

Абсцисса соответствует площади фигуры на графике  $P(V)$  (в данном случае  $\Delta$ )

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} l_{3,1} \cdot h_{2,3} \quad l_{3,1} \text{ — длина участка } 3 \rightarrow 1$$

$h_{2,3}$  соответствует  $\Delta V_{2 \rightarrow 3}$

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = 3 \text{ в относительных величинах}$$

Абсцисса  $\sim S_{\Delta}$  с катета  $P \cdot V_0$

$$A_{\text{цикла}} = 3P_0 V_0 \implies$$

$$\boxed{\frac{|\Delta U_{3 \rightarrow 1}|}{A_{\text{цикла}}} = 3}$$

3)  $\nu R T = P V \implies$  на графике  $P(V)$

$$T = \frac{1}{\nu R} \left( -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V \right); \text{ Найдем экстремум функции}$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{P_0}{\nu R} \left( -\frac{2V}{V_0} + 8 \right); \quad \frac{dT}{dV} = 0 = \frac{P_0}{\nu R} \left( 8 - \frac{2V}{V_0} \right) \implies V_{\text{экстр}} = 4V_0$$



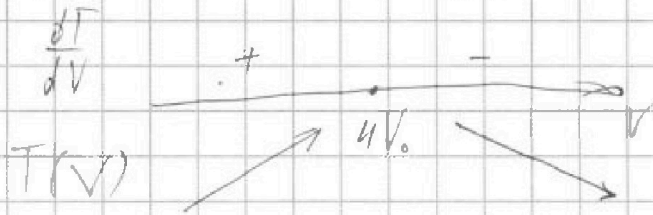
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 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!

4) Показатель эффективности является максимальной функцией, т.к. при больших  $V$  производительность отрицательна  $\rightarrow V \downarrow$ , а при малых положительна  $\Rightarrow V \uparrow$



$$T_{\max} = T(4V_0) = \frac{1}{\rho R} (-16 P_0 V_0 + 32 P_0 V_0) = \frac{16 P_0 V_0}{\rho R}$$

$$5) \rho R T_2 = P_2 V_2 = 6 V_0 \cdot 2 P_0 = 12 P_0 V_0$$

$$T_2 = \frac{12 P_0 V_0}{\rho R}$$

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

6)  $Q_{in} = Q_{3,1} + Q_x$ , где  $Q_x$  - энергия переданная на участке  $1 \rightarrow 2$

$$Q_{1,2} = A + \Delta u \Rightarrow \delta Q_{1,2} = P dV + du \quad /: dV$$

$$\frac{\delta Q_{1,2}}{dV} = P + \frac{du}{dV} \quad \text{знак выражения даст понять в каком направлении система начнет отдавать тепло.}$$

$$du = \frac{3}{2} \rho R dT; \quad PV = \rho R T \Rightarrow P_0 V + dP \cdot V = \rho R dT$$

$$dU = \frac{3}{2} P_0 dV + \frac{3}{2} V dP; \quad \frac{\delta Q_{1,2}}{dV} = 2,5 P + V \frac{dP}{dV} \cdot 1,5$$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}; \quad P = -\frac{P_0}{V_0} V + 2 P_0 \Rightarrow$$

$$\frac{\delta Q_{1,2}}{dV} = -2,5 \frac{P_0}{V_0} V + 2 P_0 + 1,5 \left(-\frac{P_0}{V_0}\right) V = -\frac{4}{V_0} P_0 V + 2 P_0$$

$V_{кр} = 5 V_0 \Rightarrow$  до  $V_{кр}$  энергия поступает в систему



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!

$$4) \frac{\psi\left(\frac{R}{3}\right)}{\psi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{8\psi}{5\psi} = \frac{\frac{kQ}{eR}(\epsilon + 2)}{\frac{kQ}{eR}(\epsilon + 0,5)} = \frac{\epsilon + 2}{\epsilon + 0,5}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{\epsilon + 2}{\epsilon + 0,5}$$

$$8\epsilon + 4 = 5\epsilon + 10$$

$$3\epsilon = 6 \quad \epsilon = 2$$

Ответ:

$$1) \psi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{eR} \left(\epsilon - \frac{1}{3}\right)$$

$$2) \epsilon = 2$$

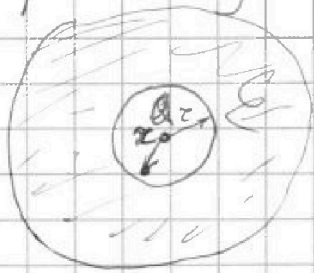


1  2  3  4  5  6  7

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) Из симметрии, линии напряженности  $\perp$  поверхности диэлектрика  $\Rightarrow \vec{E}$  уменьшается в  $\epsilon$  от значения при отсутствии диэлектрика.



$$E(x) \text{ при } x < r \\ = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E(x) \text{ при } x \in (r; R) \\ = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$E(x) \text{ при } x \geq R \\ = \frac{kQ}{x^2}$$

Потенциал на расстоянии  $R$  равен  $\varphi(R) = \frac{kQ}{R}$

$$2) E dx = -d\varphi \Rightarrow \Delta \varphi = - \int_R^x E dx \quad (\text{на сферической } x \in (r; R)) \\ \Delta \varphi = - \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = \varphi_R - \varphi(x)$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$3) \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot \frac{4}{3} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left( \epsilon + \frac{4}{3} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} (\epsilon + 1.5) = 5\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} (\epsilon + 2) = 8\varphi_0$$

\* Формула работает т.к. из задачи  $\frac{2R}{3}$  и  $\frac{1}{3}R \in (r; R)$





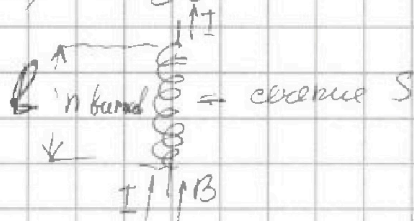
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) Индуктивность катушки.



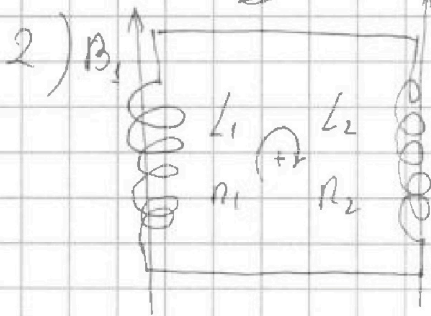
через  $n$  о циркуляции

$$B \cdot l = \mu_0 \cdot I \cdot n; \quad I = \frac{B l}{\mu_0 n}$$

$$\Phi = n \cdot S \cdot B;$$

$$B = \frac{\mu_0 I n}{l} \Rightarrow \Phi = L I = \frac{\mu_0 n^2 S}{l} I$$

$$L = \frac{\mu_0 n^2 S}{l}; \quad W = \frac{L I^2}{2} = \frac{\mu_0 n^2 S}{2l} \cdot \frac{B^2 l^2}{\mu_0^2 n^2} = \frac{B^2 \cdot S \cdot l}{2 \mu_0}$$



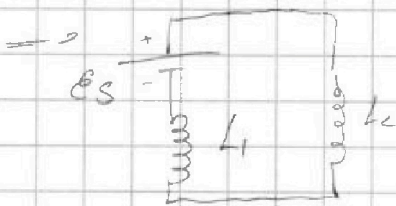
Изменение поля  $B_1$ :

$$B_1 = B_1^0 - \Delta t, \quad \Delta > 0$$

Направим вектор площади витков вверх ( $S \parallel B_1$ )

Положительное значение ток принимаем по часовой стрелке

$$\mathcal{E}_s = -\dot{\Phi} = -n_1 (B_1 \cdot S) = -n_1 S \cdot (-\Delta) = \Delta n_1 S$$



$$L_{\text{экв}} = L_1 + L_2$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_s - I(L_1 + L_2) = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_s}{L_1 + L_2} = \frac{\Delta n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{\Delta n_1 S}{l}$$

3) Найдем ток через изменение энергии катушки

$$\Delta W = \frac{L}{2} (I_k^2 - I_n^2) = \frac{B_k^2}{2 \mu_0} S l - \frac{B_n^2}{2 \mu_0} S l, \quad \text{где } l - \text{длина катушки}$$

$$L_1 = \frac{\mu_0 n^2 S}{l} \Rightarrow l_1 = \frac{\mu_0 n^2 S}{L}; \quad l_2 = \frac{\mu_0 \cdot 9n^2 S}{9L} = l_1 = l$$



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!

$$4) \frac{S\epsilon}{2\mu_0} (B_{1\text{кон}}^2 - B_{1\text{нач}}^2) + \frac{S\epsilon}{2\mu_0} (B_{2\text{кон}}^2 - B_{2\text{нач}}^2)$$

$$= \frac{(L_1 + L_2)}{2} (I^2 - 0^2), \text{ где } l = \frac{\mu_0 n^2 S}{L}$$

$$B_{1\text{нач}} = B_0$$

$$B_{2\text{нач}} = \frac{B_0}{3}$$

$$B_{1\text{кон}} = \frac{2}{3} B_0$$

$$B_{2\text{кон}} = \frac{1}{12} B_0$$

$$\frac{S\epsilon}{2\mu_0} (B_{1\text{нач}}^2 - B_{2\text{нач}}^2) + \frac{0^2(L_1 + L_2)}{2}$$

$$= \frac{S\epsilon}{2\mu_0} (B_{1\text{кон}}^2 + B_{2\text{кон}}^2) + \frac{I^2(L_1 + L_2)}{2}$$

$$\text{где } \epsilon = \frac{\mu_0 n^2 S}{L}$$

$$\Rightarrow I^2 = \frac{l}{\mu_0 L} \cdot \frac{\mu_0 n^2 S^2}{\mu_0 L} \cdot (B_{1\text{нач}}^2 + B_{2\text{нач}}^2 - B_{1\text{кон}}^2 - B_{2\text{кон}}^2)$$

$$= \frac{n^2 S^2}{10L^2} B_0^2 \left( 1 + \frac{1}{9} - \frac{4}{9} - \frac{1}{144} \right) = \frac{95}{144} \cdot \frac{n^2 S^2 B_0^2}{10L^2}$$

$$|I| = \frac{n S B_0}{12L} \cdot \sqrt{\frac{19}{2}}$$

Ответ:

$$1) \frac{n S B_0}{12L} = I$$

$$2) |I| = \frac{\sqrt{19}}{12\sqrt{2}} \cdot \frac{n S B_0}{L}$$

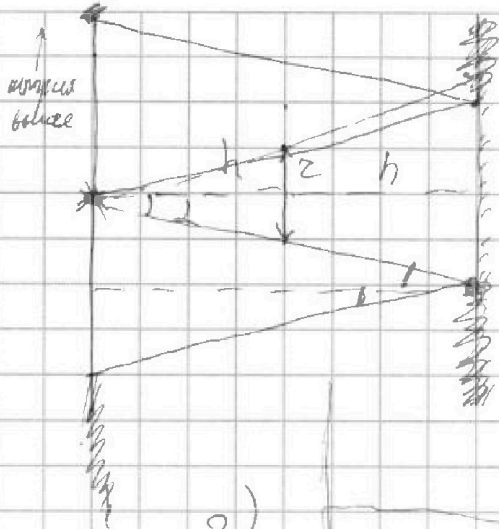


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

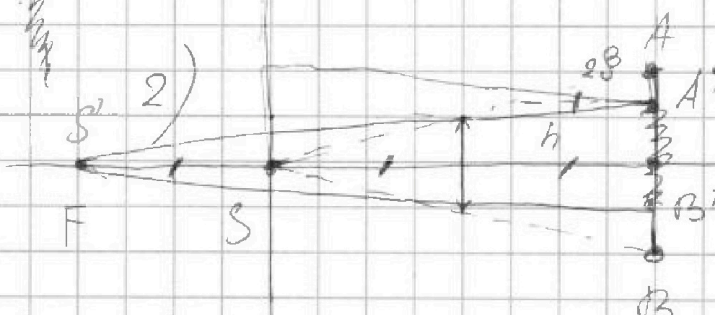
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
18 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) Лучи выходящие под углом  $\alpha > \arctg \frac{z}{h}$  не будут искривляться линзой.  $\Rightarrow$  гарантировано освещаются заданная область области.



$$\beta = \arctg \left( \frac{z}{2h} \right)$$

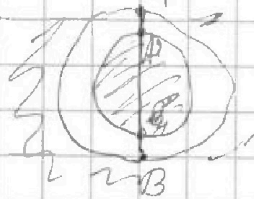
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{2h}$$

$$x = -2h - \text{мнимое изображение}$$

Плоская линза. Радиус кривизны. Из подобия  $R_{AB} = 2z$

Радиус  $A'B'$ . Из подобия  $R_{A'B'} = \frac{3}{2}z$

$\Rightarrow$  неосвещенная часть зеркала - кольца



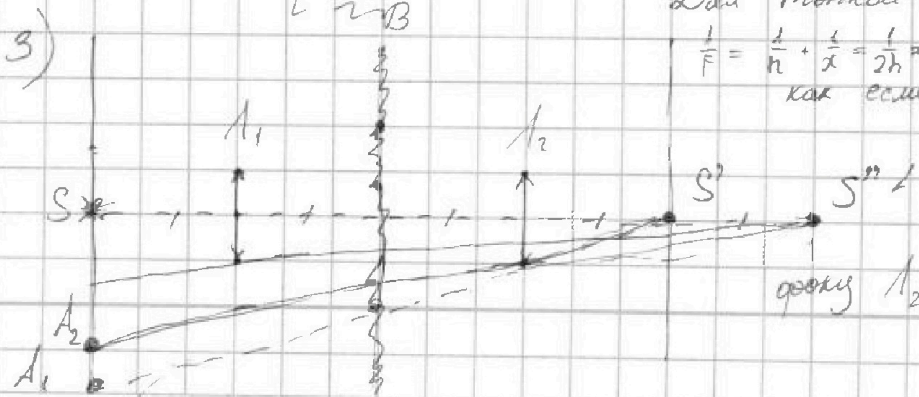
$$S_3 = \pi \left( 4z^2 - \frac{9}{4}z^2 \right) = 1,75\pi z^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

Для метода лучей

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{2h} \Rightarrow x = -2h$$

как если бы луча исх. из F

мнимое изображение для  $A_2$



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

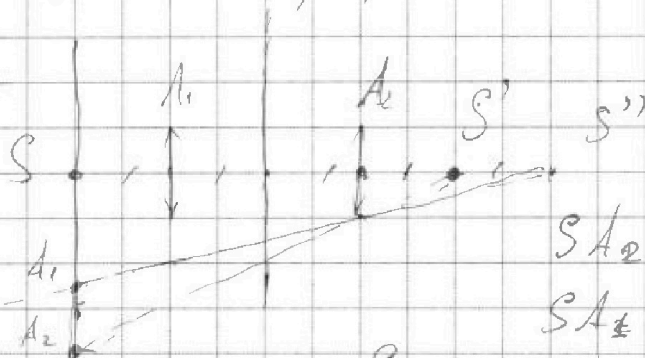
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

4) образуются несколько плоскостных колец.

1-е кольцо возбуждено переходом через

$A_2$ : Зеркало



$$SA_2 = 4r$$

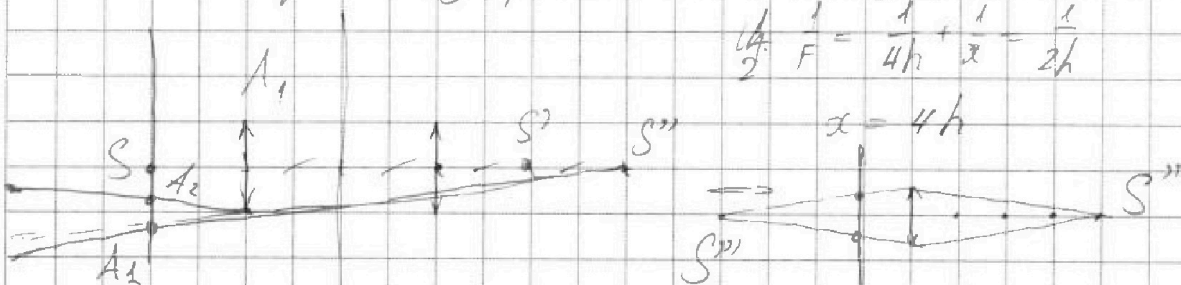
$$SA_1 = 2,5r$$

$$\Rightarrow SA_2 = \pi(16r^2 - 6,25r^2) = 9,25r^2\pi$$

$$= 37\pi \text{ см}^2$$

2-е кольцо:

Теперь изображение складывается от  $S''$



$$\frac{1}{2} F = \frac{1}{4h} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2h}$$

$$x = 4h$$

$$SA_1 = \frac{5}{4}r$$

$$\Rightarrow SA_2 = \frac{9}{4}r$$

$$SA_1 = \pi\left(\frac{25}{16}r^2 - \frac{9}{16}r^2\right) = 4\pi \text{ см}^2$$

$$S_{\text{смен}} = SA_1 + SA_2 = 41\pi \text{ см}^2$$

Приведем рисунок:



Ответ:

1)  $S_{\text{зерк}} = 7\pi \text{ см}^2$

2)  $S_{\text{смен}} = 41\pi \text{ см}^2$



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!

$$\frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} + \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} = \frac{64}{85} \left( \frac{1}{5} - \frac{15}{17} \right)$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ - 17 \\ \hline 58 \end{array}$$

$$= \frac{64 \cdot 58}{85 \cdot 85}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 64 \\ \hline 512 \\ 320 \\ \hline 3712 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 85 \\ \hline 85 \\ 426 \\ 680 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$1 + \frac{1}{9} - \frac{4}{9} + \frac{1}{144} = 1 - \frac{3}{9} + \frac{1}{144}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{144} = \frac{96-1}{144}$$

$$\frac{95}{144} \cdot \frac{19}{85}$$

$$\frac{1}{144} \cdot \frac{19}{9}$$

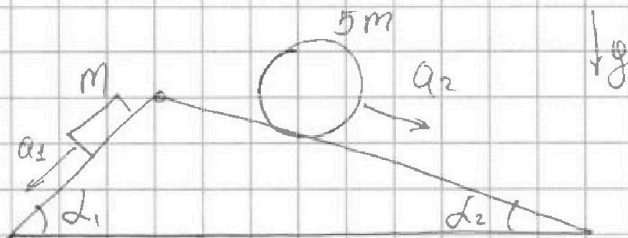


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



З.И.

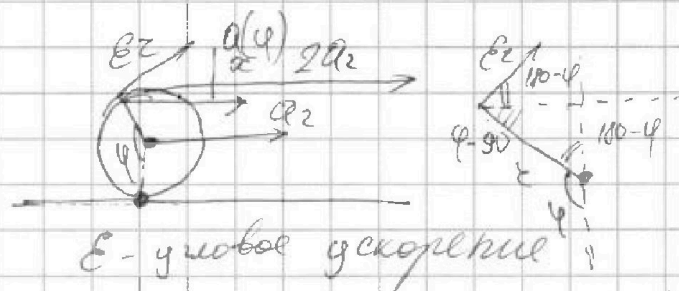
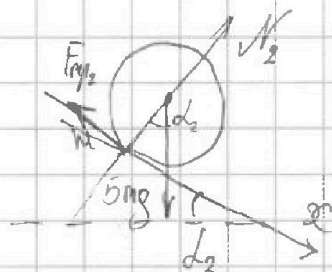
$$\text{Ох: } mg \sin \alpha_1 - F_{mp1} = ma_1$$

$$\Rightarrow F_{mp1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$F_1 = F_{mp1} = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{17} g \right) = mg \frac{51-35}{85}$$

$$F_1 = \frac{16}{85} mg$$

2)



$\epsilon$  - угловое ускорение

$$\Rightarrow a_c(\varphi) = a_2 + \epsilon r \cos(180-\varphi)$$

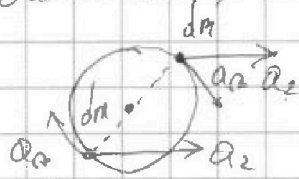
$$\Rightarrow a_c(\varphi) = a_2 - \epsilon r \cos \varphi$$

$$a_c(0) = 0 \Rightarrow \epsilon r = a_2 \Rightarrow$$

$$a_c(\varphi) = a_2 (1 - \cos \varphi)$$

З.И. на Ох:  $5mg \sin \alpha_2 - F_{mp2} = \int_0^{5m} dm \cdot a$

Заметим, что: при  $f(\cdot)$  связи: (масса и центр тяжести массы  $dm$ )



$\exists$  такая, что если изобразить  $dm$  ускорение  $\vec{a}_2 + \vec{a}_c$ , то получим

$$\text{илием } \vec{a}_i - \vec{a}_n \Rightarrow dm(\vec{a}_i + \vec{a}_c) + dm(\vec{a}_i - \vec{a}_c)$$

$$\Rightarrow \int_0^{5m} dm \cdot a = 5m a_2$$