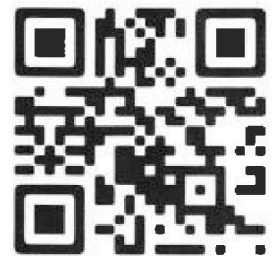




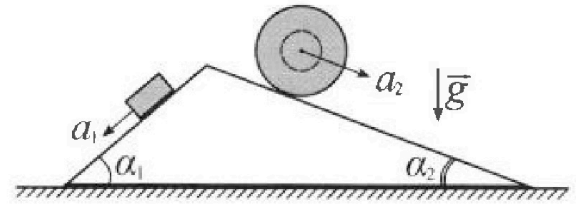
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (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.

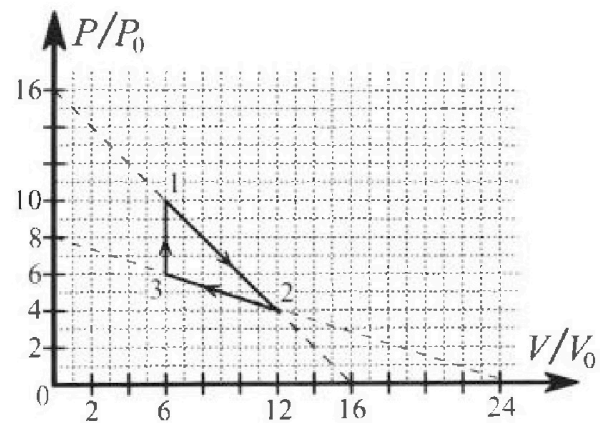


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

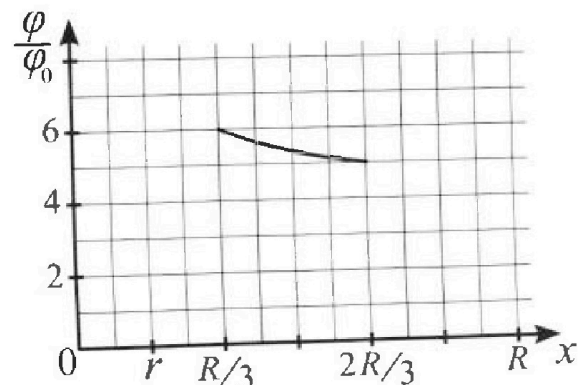
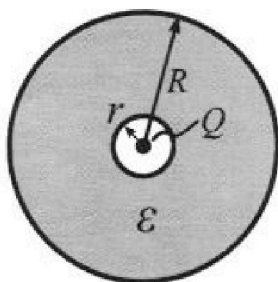
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



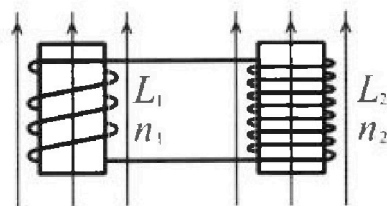
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

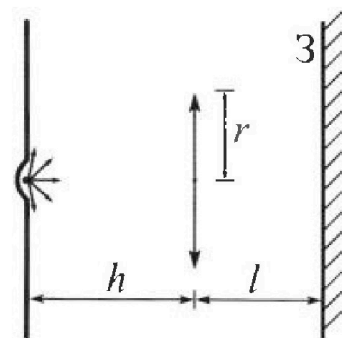


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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  $\gamma л$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



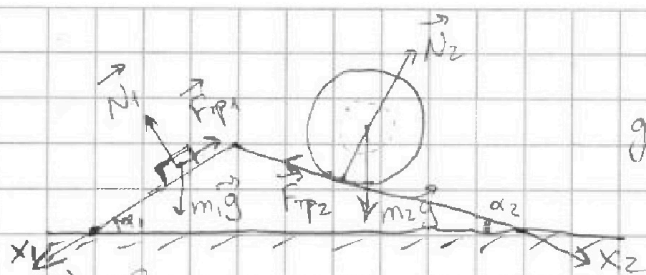
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Обозначим на рисунке все силы, действующие на брусок и шар.

1) Запишем II-й закон Ньютона для бруска на  $Ox_1$ :

$$\left. \begin{aligned} m_1 a_1 &= m_1 g \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} \\ m_1 &= m; a_1 = \frac{5g}{17}; \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow m \cdot \frac{5g}{17} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_{\text{тр}1}$$

$$F_{\text{тр}1} = mg \cdot \frac{26}{85}$$

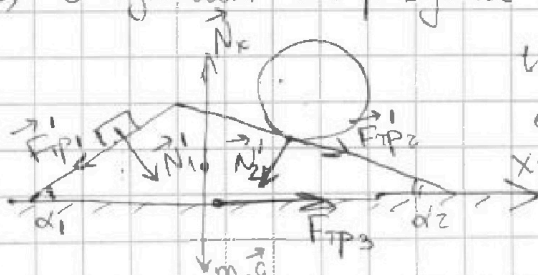
2) Запишем II-й з. Ньютона для шара на  $Ox_2$ :

$$\left. \begin{aligned} m_2 a_2 &= m_2 g \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}2} \\ m_2 &= \frac{9m}{4}; \sin \alpha_2 = \frac{8}{17}; a_2 = \frac{8g}{27} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{9m}{4} \cdot \frac{8g}{27} = \frac{9m}{4} g \cdot \frac{8}{17} - F_{\text{тр}2}$$

$$\frac{2mg}{3} = \frac{18mg}{17} - F_{\text{тр}2}$$

$$F_{\text{тр}2} = \frac{20}{51} \cdot mg$$

3) Обозначим на рисунке все силы, действующие на клин.



Штрих у обозначения всех сил обозначает, что они те же по модулю, но противоположны по направлению.

Запишем II-й з. Ньютона на  $Ox_3$ :

$$m_k a_k = F'_{\text{тр}2} \cos \alpha_2 + N'_1 \sin \alpha_1 - N'_2 \sin \alpha_2 - F'_{\text{тр}1} \cos \alpha_1 + F'_{\text{тр}3}$$

т.к. по усл. клин неподвижен,  $a_k = 0$ .

Кроме того, найдем  $N_1$  и  $N_2$ . Обратимся к рисунку для первых двух пунктов; по осам  $Ox_1$  и  $Ox_2$  брусок и клин соотв. движутся без ускорения, и  $N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$ ;  $N_1 = m_1 g \cos \alpha_1$ .  
 $|\vec{N}'_1| = |\vec{N}_1|$ ;  $|\vec{N}'_2| = |\vec{N}_2| \Rightarrow$  уравнение будет выглядеть так;





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!

$$0 = \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + F_{\text{тр3}}$$

$$F_{\text{тр3}} = mg \left( \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

=  $\boxed{mg \cdot \frac{6}{17}}$ . Сила получилась положительная, значит, с её направлением на рисунке мы угадали.

Ответ: 1)  $\frac{26}{85} mg$ ; 2)  $\frac{20}{51} mg$ ; 3)  $\frac{6}{17} mg$ .



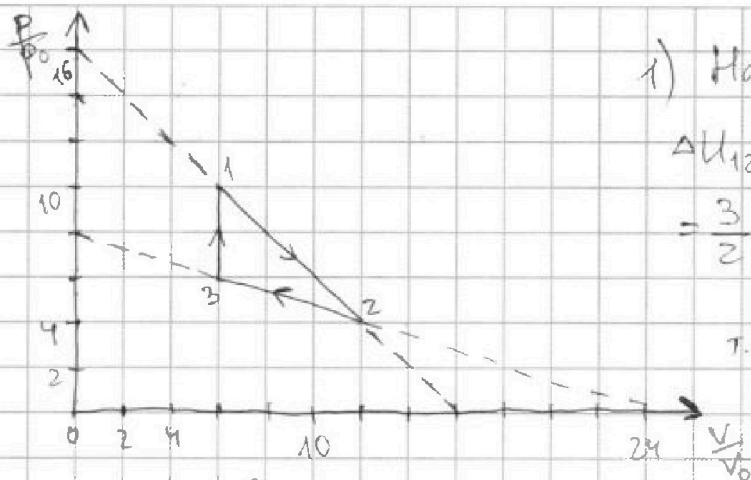


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Найдем  $\Delta U_{12}$ :

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{p_2 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right) \text{ (1)}$$

т.к.  $p_2 V_2 = \nu R T_2$  т.к.  $p_1 V_1 = \nu R T_1$  (2)

$$\text{(1)} \Rightarrow \frac{3}{2} (4 p_0 \cdot 12 V_0 - 10 p_0 \cdot 6 V_0)$$

$$\text{(1)} \Rightarrow + p_0 V_0 \cdot 18.$$

Найдем  $A$  за усл. это —

площадь треугольника  $\Rightarrow A = \frac{1}{2} (p_1 - p_3) \cdot (V_2 - V_3) = 12 p_0 V_0.$

Тогда  $\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \boxed{\frac{3}{2}}$

2) Надо найти, в какой точке участка 1-2 максимальная температура:

$pV = \nu RT \Rightarrow$  тем больше  $pV$ , тем больше  $T$ .

(т.к. график в коорд.  $\frac{p}{p_0}$  и  $\frac{V}{V_0}$ , мы будем считать, где больше  $\frac{pV}{p_0 V_0}$ ). Уравнение этой прямой (1-2):  $p \frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 16$  (3)

$$\text{(3)} \Rightarrow p \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) \cdot \frac{V}{V_0} = -\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0}.$$

Это ур-е параболы ветви вниз  $\Rightarrow$  max. знат. в вершине при  $\frac{V}{V_0} = -\frac{-16}{-2} = 8;$

$\frac{p}{p_0} = 8$ . Эта точка как раз принадлежит участку 1-2 (3)

$$\text{(3)} \Rightarrow T_{\max 12} = \frac{8 p_0 \cdot 8 V_0}{\nu R} = 64 \frac{p_0 V_0}{\nu R}. \quad \text{Б. т. з. } T_3 = \frac{6 p_0 \cdot 6 V_0}{\nu R} = 36 \frac{p_0 V_0}{\nu R}.$$

$$\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{64}{36} = \boxed{\frac{16}{9}}$$

3)  $\eta = \frac{A}{Q_+}$ .  $A = 12 p_0 V_0$ , как мы определили в п. 1.

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31} = A_{12} + \Delta U_{12} + A_{31} + \Delta U_{31}.$$

$Q_{12} = \frac{4 p_0 + 10 p_0}{2} \cdot 6 V_0 = 42 p_0 V_0$ ;  $\Delta U_{12} = -18 p_0 V_0$  (п. 1);  $A_{31} = 0$  (т.к. объем не уменьшается на этом участке);  $\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0)$  (4)

$$\text{(4)} \Rightarrow \eta = \frac{12 p_0 V_0}{42 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 + 30 p_0 V_0} = \frac{12}{54} = \frac{2}{9}$$



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  
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!

⊖  $36 p_0 V_0$ . Тогда:

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{12 p_0 V_0}{42 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 + 0 + 36 p_0 V_0} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 20\%$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{2}$ ; 2)  $\frac{16}{9}$ ; 3)  $\frac{1}{5}$  или 20%.



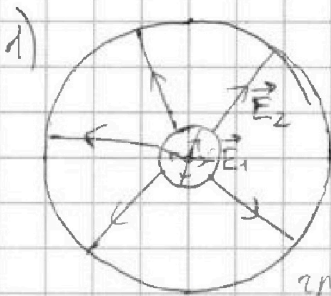
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!



~~$$E_1 = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$~~

Мы знаем значение потенциала у границы полости и диэлектрика:  $\varphi_r = \frac{kQ}{r}$

Восле границы  $E_2 = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$ ;  $d\varphi = -E_2 dx \Rightarrow \int d\varphi = - \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$

$$\varphi - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon x} \Big|_r^{\frac{11R}{12}}$$

$$\rightarrow \varphi - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{11R}{12} - \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{r - \frac{11R}{12}}{\frac{11Rr}{12}} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{12r - 11R}{11Rr} \right) \Rightarrow \varphi = \varphi_r + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{12r - 11R}{11Rr} \right) = \frac{kQ}{r} \left( 1 + \frac{12r - 11R}{11R\epsilon} \right)$$

$$= \frac{kQ}{r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12r}{11R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12r}{11R\epsilon} \right) \quad (k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0})$$

2) Аналогично тому, как мы нашли потенциал в  $\frac{11R}{12}$ , мы можем найти потенциал в  $r = \frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  (мы знаем  $\varphi_0$  при этих  $x$  и  $y$  графика).

$$\varphi_1 - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R/3} - \frac{1}{r} \right); \quad \varphi_2 - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{2R/3} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{r - R/3}{rR/3} \right); \quad \varphi_2 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{r - 2R/3}{2rR/3} \right)$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} \left( 1 + \frac{3r - R}{\epsilon R} \right); \quad \varphi_2 = \frac{kQ}{r} \left( 1 + \frac{3r - 2R}{2\epsilon R} \right)$$

Давайте разделим выражения друг на друга:

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1 + \frac{3r - R}{\epsilon R}}{1 + \frac{3r - 2R}{2\epsilon R}} = \frac{6\varphi_0}{5\varphi_0} = \frac{6}{5} \text{ (из графика)}$$

$$5 + \frac{15r - 5R}{\epsilon R} = 6 + \frac{18r - 12R}{2\epsilon R}; \quad r = \frac{R}{6} \text{ из графа.}$$

$$5 - \frac{2R}{\epsilon} = 6 - \frac{4R}{\epsilon} \rightarrow \frac{2R}{\epsilon} = 1 \Rightarrow \boxed{\epsilon = 2}$$

Ответ: 1)  $\varphi = \frac{kQ}{r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12r}{11R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12r}{11R\epsilon} \right);$   
 2)  $\epsilon = 2$



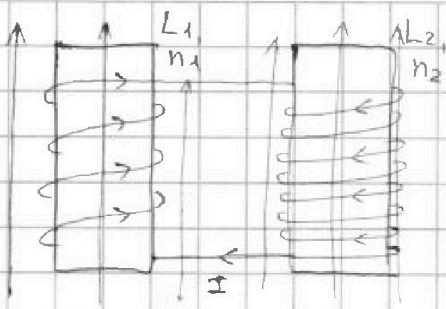


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

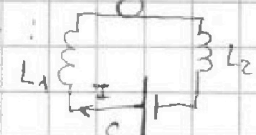
СТРАНИЦА  
1 из 1

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!



$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{n_1 S dB}{dt} = - n_1 S \dot{B}$$

Направлено  $\mathcal{E}_i$  против уменьшения поля, и схему можно рассмотреть так:

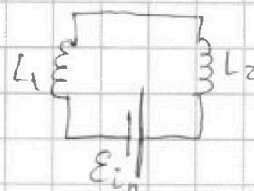


Тогда по правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_i}{L_1 + L_2} = \frac{4 \alpha n S}{13 L}$$

(~~так \mathcal{E}\_i~~ взято по модулю, и уменьшается так как поле убывает)

2) В любой момент времени схема выглядит так:



$\mathcal{E}_{in} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$ ;  $\mathcal{E}_{in}$  — ЭДС самоиндукции в данный момент; оно нам не известно  
 $\mathcal{E}_{in} dt = (L_1 + L_2) dI$   
 $d\Phi_n = \mathcal{E}_{in} dt$  ← если смотреть по ЭДС по модулю

$$-d\Phi_n = (L_1 + L_2) dI$$

~~ток~~ ток в катушках изначально был 0, а  $\Phi_0 =$

$$\Phi_0 = (4B_0 n_2 - B_0 n_1) S = B_0 n S (4 \cdot \frac{3}{2} - 1) = 5 B_0 n S$$

$$\Phi_n = (\frac{8B_0}{3} n_2 - \frac{3}{4} B_0 n_1) S = B_0 n S (\frac{8}{3} \cdot \frac{3}{2} - \frac{3}{4}) = 3 B_0 n S = \frac{13}{4} B_0 n S$$

Мы вычисляем поток через первую катушку из потока через вторую, т.к. при уменьшении внешнего поля  $\mathcal{E}_i$  создаются напр. друг против друга (оба против убывания поля), и второе ЭДС и подталкивает первое ( $\mathcal{E}_{int} = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}$ )

$$\int_{\Phi_0}^{\Phi_n} d\Phi_n = (L_1 + L_2) \int_0^{I_k} dI \Rightarrow \frac{13L}{4} \cdot I_k = 5 B_0 n S - \frac{13}{4} B_0 n S = 2 B_0 n S \cdot \frac{7}{4}$$

$$I_k = \frac{7 B_0 n S}{13 L}$$

Ответ: 1)  $\frac{4 \alpha n S}{13}$ ; 2)  $I_k = \frac{7 B_0 n S}{13 L}$

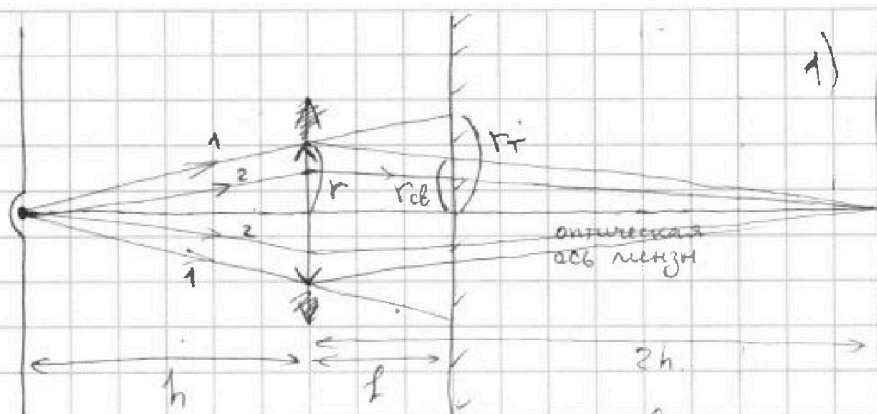
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) Построим, как пойдут лучи. Те, что не попадают в линзу, пойдут прямо, как 1, а те, что попадут,

преломятся и будут собираться в некоторой точке (точнее собирались бы, если бы не было зеркала). Эта точка находится на расст.  $x$ , таком, что  $\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{h} \Rightarrow x = 2h$ .

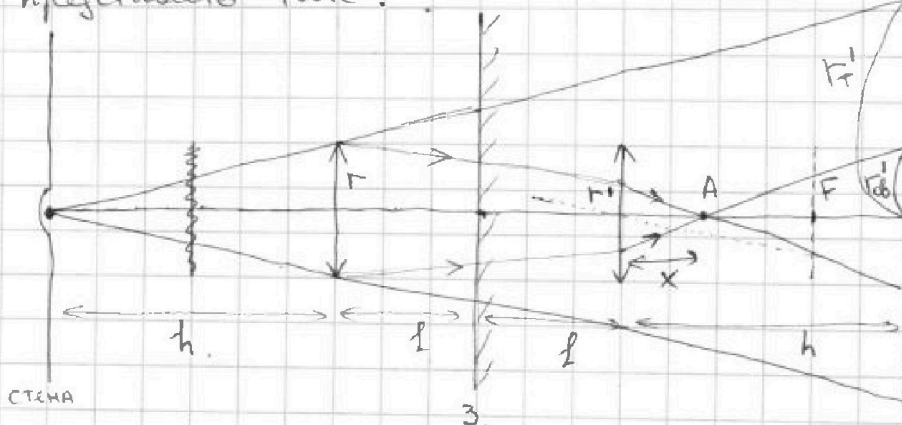
Чтобы найти радиус светового пятна от преломленных в линзе лучей, запишем подобие треугол.:  $\frac{r}{2h} = \frac{r_{св}}{2h-f} \Rightarrow r_{св} = r \cdot \frac{2h-f}{2h} = \frac{3}{4}r$ . Лучи, не преломленные линзой, будут приходить в

зеркало на расст., измеряющейся с  $r_r$ :  $\frac{r_r}{h-f} = \frac{r}{h} \Rightarrow$

$\Rightarrow r_r = r \cdot \frac{h+f}{h} = r \cdot \frac{h+\frac{1}{2}}{h} = \frac{3}{2}r$ . Радиус неосвещ. части зеркала

тогда будет  $r_{нр} = r_r - r_{св} = \frac{3}{2}r - \frac{3}{4}r = \frac{3}{4}r \Rightarrow S = \pi r_{нр}^2 = \pi \cdot 9 \text{ см}^2$

2) Картинку отражения лучей от зеркала можно представить так:



Лучи, не задевающие линзу, так и будут прямолинейно распространяться, а лучи, проходящие через линзу, после отражения пройдут через нее снова. Тогда  $r_r' = r_r \cdot 2 = 3r$

$$\frac{r'}{h} = \frac{r}{h+2f} \Rightarrow r' = \frac{r \cdot h}{h+2 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{r}{2}; \quad \frac{r'}{x} = \frac{r_{св}}{h-x} \Rightarrow r_{св}' = \frac{r}{2} \cdot \frac{h-x}{x}$$

Найдем  $x$  с помощью формулы линзы: лучи, выходящие





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!

из т. А, после преломления в линзе должны двигаться в той точке, куда они "шли" указательно (мы нашли её в п.1). По совпадению, эта точка совпадает с стеной.  $(h+2l=2h) \Rightarrow \frac{1}{x} - \frac{1}{h} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h} = \frac{5}{2h}$

$$x = \frac{2}{5}h = 0,4h. \text{ Тогда } r_{об}' = \frac{r}{2} \cdot \frac{h - 0,4h}{0,4h} = \frac{3}{4}r$$

Радиус внутренней части стенки  $R_{ит} = r_T' - r_{об}' = 3r - \frac{3r}{4} = \frac{9r}{4}$

$$\text{Тогда } S = \pi R_{ит}^2 = \pi \cdot 81 \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $9\pi \text{ см}^2$ ; 2)  $81\pi \text{ см}^2$



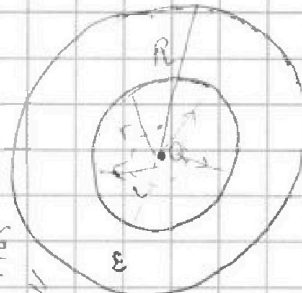
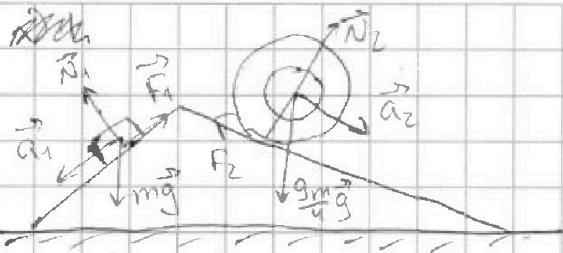


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!



$$\varphi = \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2h}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{3}{2h} - \frac{2}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow h = 2h$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{17} = \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\frac{18}{17} - \frac{2}{3} = \frac{54 - 34}{51} = \frac{20}{51}$$

$$\frac{30 \cdot 9}{17 \cdot 17} + \frac{104}{85 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 3} - \frac{12}{25}$$

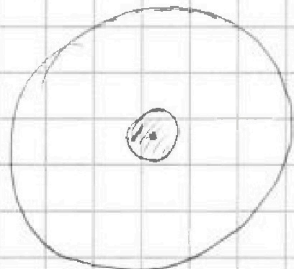
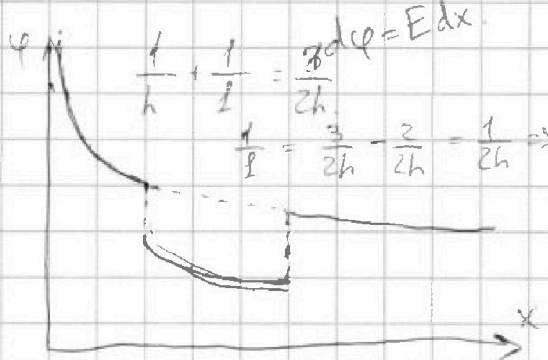
$$\frac{810 - 300 - 510}{17 \cdot 17 \cdot 3} = \frac{10}{17}$$

$$\frac{104}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{12 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17} = -\frac{4}{17}$$

$$48 - 60 = -12 \cdot \frac{3}{2} = -18$$

$$2p_0 = 6V_0$$

$$\varphi = E \cdot d$$



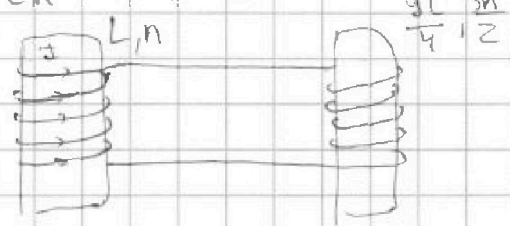
$$E = \frac{kQ}{\epsilon R^2} \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{\epsilon}$$

$$x^{-2} \cdot \frac{x^{n+1}}{n+1} = \frac{x^{-1}}{-1}$$

$$\frac{15R}{6} - 5R = -2,5R$$

$$\frac{3 - 12R}{2} = -4,5$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{h}$$



$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{dB \cdot S_n}{dt} = +\alpha S_n = \mathcal{E}_i$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} \cdot S_n$$

$$\frac{1}{R} \frac{1}{S_n} = \frac{3}{2h} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h} = \frac{5}{2h} \Rightarrow \frac{2}{5}$$



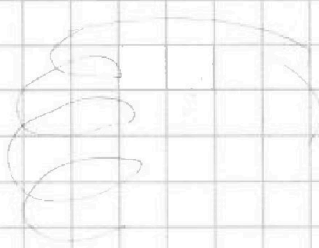
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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!

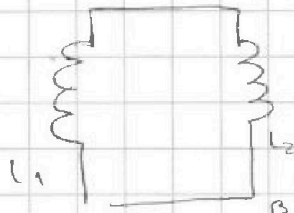


$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -nS\alpha = -L\frac{dI}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} = L_2 \frac{dI_2}{dt} \quad \times$$

$$\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{L}{\gamma} \cdot \frac{dI}{dt} = \alpha n S$$



$$d\Phi = \int n S dB \Rightarrow \Phi_0 = n S \Delta B$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}_i \quad I$$

$$(L_1 + L_2) \int dI = \int \mathcal{E}_i dt \quad \checkmark d\Phi$$