



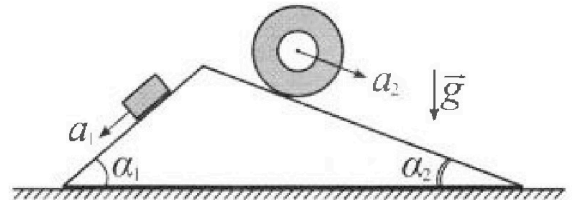
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (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  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

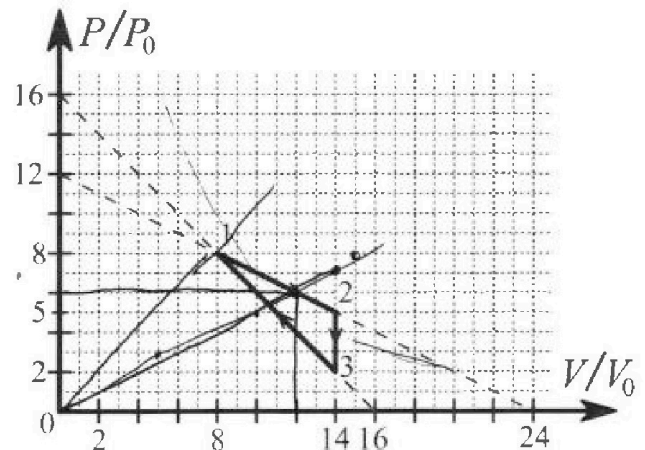


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

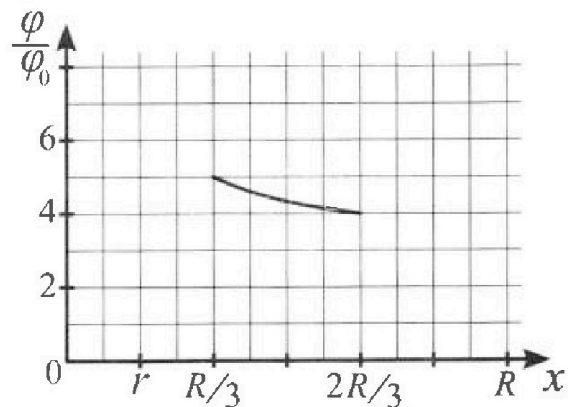
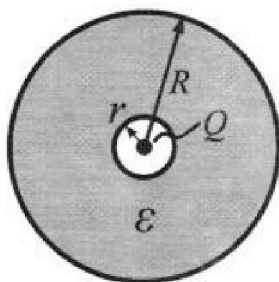
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





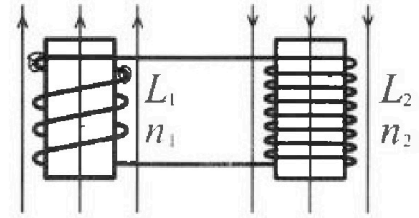
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



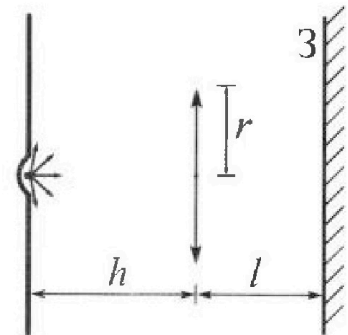
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  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 возрастать 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  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , 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  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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.



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!

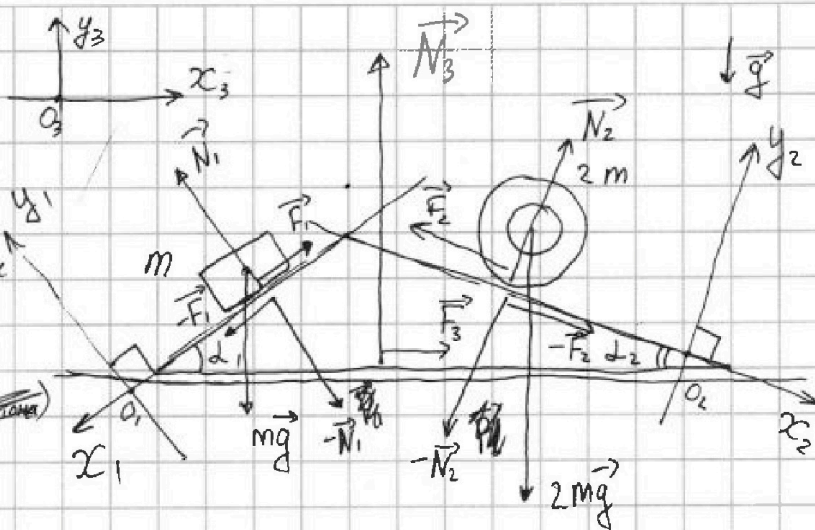
Клин покоится

Расставим силы

$N$  - сила реакции опоры

~~$F$~~

~~$F = N$  (по III закону Ньютона)~~



Запишем II зк Ньютона на ось  $O_1x_1$  для бруска:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_1 = m\left(g \frac{3}{5} - \frac{6g}{13}\right) = mg \cdot \frac{9}{80}$$

на ось  $O_1y_1$  для бруска:

$$m \cdot 0 = -mg \cos \alpha_1 + N_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$$

Запишем II зк Ньютона на ось  $O_2x_2$  для цилиндра:

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 2m\left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{g}{4}\right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

на ось  $O_2y_2$  для цилиндра:

$$2m \cdot 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = \frac{24}{13} mg$$

На клин действуют силы (по III закону Ньютона):

$$-\vec{F}_1; -\vec{N}_1; -\vec{F}_2; -\vec{N}_2 \text{ и } \vec{N}_3; \vec{F}_3$$

Клин покоится, поэтому все силы скомпенсированы.

Пусть сила трения на клин  $F_3$  направлена вправо, по оси  $O_3x_3$ .

Если получим  $F_3 < 0$ , значит сила трения направлена влево.



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!

Запишем II закон Ньютона для камня на ось  $O_3X_3$

$$m_{\text{камень}} \cdot 0 = F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 + F_3 =$$

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

$$F_3 = \frac{5}{13} \cdot \frac{24}{13} mg - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{7}{26} mg + \frac{3}{5} \cdot \frac{9}{80} mg$$

$$F_3 = mg \left( \frac{120}{13^2} - \frac{12}{5^2} - \frac{42}{13^2} + \frac{27}{13 \cdot 5^2} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{78}{13^2} + \frac{27 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 5^2} \right) = \frac{173}{13^2 \cdot 25} mg = \frac{173}{4225} mg$$

$$F_3 = \frac{173}{4225} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{9}{80} mg$  ;  $F_2 = \frac{7}{26} mg$  ;  $F_3 = \frac{173}{4225} mg$



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  
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!

$$V_{\text{вершины}} = \frac{-12 p_0}{2(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0})} = 12 V_0 \Rightarrow (pV)_{\text{max}}, \text{ когда } V = V_{\text{вершины}} = 12 V_0$$

$$T_{\text{max}} = \frac{(pV)_{\text{max}}}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \left( -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} (12V_0)^2 + 12^2 p_0 V_0 \right) = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{28 p_0 V_0} = \frac{18}{7} \Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$\eta = \frac{A}{Q_+}$  Проверим процессы 1→2 и 3→1 на касание с адиабатой  
 $i=3 \Rightarrow \gamma = \frac{5}{3}$   $\beta$  - некая константа

$$pV^\gamma = \text{const} = \beta$$

$$p = \beta V^{-\gamma}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \beta V^{-\gamma-1}$$

$$\cdot \frac{1}{\frac{k p_0}{V_0}} = -\gamma p V^{-\gamma-1}$$

$$\frac{k p_0}{V_0 \gamma} V = p$$

процессе 1→2  $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0$

процессе 3→1  $p = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$

$$p = -kV + b$$

$$\frac{k p_0}{V_0 \gamma} V = (-kV + b) \Rightarrow V = \frac{b}{k \left( \frac{p_0}{V_0} + \frac{p_0}{V_0 \gamma} \right)}$$

~~проверим прираще давления на графике~~

~~Получается, что в процессе 1→2 тепло подводится ~~с~~  
из (8; 8), до (12; 6) в пр 3→1 отводится (14; 2) до (8; 8)~~

$$Q_+ = \frac{8 p_0 + 6 p_0}{2} (12 V_0 - 8 V_0) + \frac{1}{2} (8 p_0 + 6 p_0) (12 V_0 - 8 V_0) = 40 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9 p_0 V_0}{40 p_0 V_0} = \frac{9}{40}$$

Ответ:  $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$  ;  $\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{18}{7}$  ;  $\eta = \frac{9}{40}$



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!

$i = 3$   $p_n; V_n; T_n$  - давление, объём и температура  
в состоянии "n" соответственно.

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

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{p_2 + p_3}{2} (V_1 - V_3) - \text{Площадь внутри цикла.}$$

$p_1 = 8 p_0$   $V_1 = 8 V_0$  Закон Менделеева-Клапейрона  
 $p_2 = 5 p_0$   $V_2 = 14 V_0$   $p_n V_n = \nu R T_n$

$p_3 = 2 p_0$   $V_3 = 14 V_0$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{i}{2} (5 p_0 \cdot 14 V_0 - 8 p_0 \cdot 8 V_0) = 3 i p_0 V_0$$

$$A = \frac{8 p_0 + 5 p_0}{2} (14 V_0 - 8 V_0) + \frac{8 p_0 + 2 p_0}{2} (8 V_0 - 14 V_0) = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{3 i p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \frac{i}{3} = 1 \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$T_3 = \frac{2 p_0 \cdot 14 V_0}{\nu R} = 28 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

Рассмотрим процесс  $1 \rightarrow 2$ : зависимость линейная:

$$p = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0 + 12 p_0$$

$$pV = \nu R T \Rightarrow T = \frac{1}{\nu R} \cdot pV \quad \frac{1}{\nu R} = \text{const} \Rightarrow T_{\max}, \text{ когда } (pV)_{\max}$$

$$pV = \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0\right) V = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V$$

Получилась парабола с ветвями вниз.

Максимальное значение параболы с ветвями вниз находится в вершине.



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!

Найдём зависимость потенциала внутри диэлектрика от расстояния от центра сферы,  $q$  - некоторый пробный заряд.

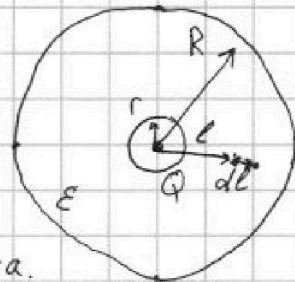
$$(\varphi_x - \varphi_{\infty}) q = A \quad ; \quad \varphi_{\infty} = 0$$

$$\varphi_x \cdot q = A$$

$$dA = E q \cdot dl$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon l^2} \quad \text{- внутри диэлектрика}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l^2} \quad \text{- снаружи диэлектрика.}$$



$$\int_0^A dA = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon} \int_x^R \frac{dl}{l^2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0} Q \int_R^{+\infty} \frac{dl}{l^2}$$

$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon} \int_x^R \frac{dl}{l^2} + \int_R^{+\infty} \frac{dl}{l^2} \right)$$

$$\int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} + \text{Const}$$

$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} - \frac{1}{+\infty} \right)$$

$$A = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{x\epsilon} + \frac{1}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \right)$$

$$\varphi_x q = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{x\epsilon} + \frac{1}{R} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) \right) \Rightarrow \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( \frac{1}{x} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{5R}{6} \quad \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( \frac{6}{5R} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)$$

$$\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( \frac{6-5+5\epsilon}{5R} \right) = \frac{Q(1+5\epsilon)}{20\pi\epsilon_0\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \left( \frac{1+5\epsilon}{5\epsilon} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{5R}{6} \quad \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \left( \frac{1+5\epsilon}{5\epsilon} \right)$$

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!

Воспользуемся двумя точками из графика  $(5; \frac{R}{3})$  и  $(4; \frac{2R}{3})$

$$5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( \frac{3}{R} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left( \frac{3}{2R} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\left( \frac{3}{R} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)}{\left( \frac{3}{2R} + \frac{\epsilon-1}{R} \right)} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{3+\epsilon-1}{\frac{3}{2}+\epsilon-1}$$

$$\frac{15}{2} + 5\epsilon - 5 = 12 + 4\epsilon - 4$$

$$\epsilon = 5,5$$

$$\text{Ответ: } \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1+5\epsilon}{5\epsilon} \right); \epsilon = 5,5$$



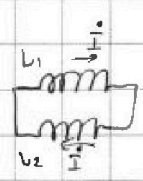


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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)  $\mathcal{E} = -\dot{\Phi}$   
 $\mathcal{E} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I} = -\dot{\Phi}$  

$\dot{I} = \frac{-\dot{\Phi}}{L_1 + L_2}$   
 $\dot{\Phi} = \dot{B} \cdot S \cdot n_1 \Rightarrow \dot{I} = \frac{-\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2} = -\frac{\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2} \Rightarrow |\dot{I}| = \frac{\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2}$

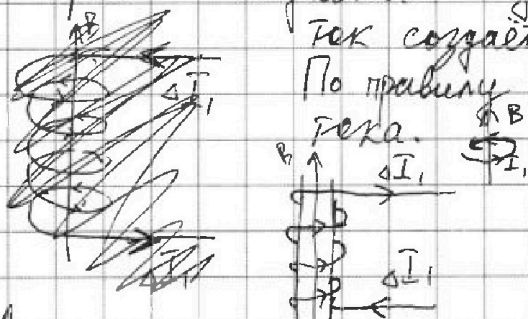
$|\dot{I}| = \frac{\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2}$

2) ~~Катушка~~  $L \cdot \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} = L dI = -d\Phi \Rightarrow L \Delta I = -\Delta \Phi$   
 $\Delta L$  не зависит от  ~~$\Phi(t)$~~

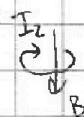
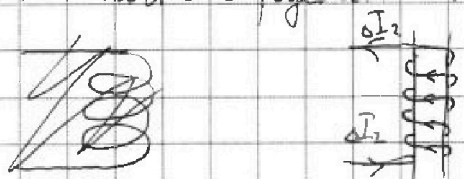
Рассмотрим куда направлено ~~то~~ изменение тока.

При уменьшении потока, появившийся ток пытается скомпенсировать это изменение: поэтому:

Первая катушка: В уменьшилось значение появившийся ток создаст магнитное поле вверх.



Аналогично определим направление во второй катушке.





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 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!

Поэтому по принципу суперпозиции  $\Delta I = \Delta I_1 - \Delta I_2$

$$\Delta I_1 = \left| \frac{\Delta \Phi_1}{L_1 + L_2} \right|$$

$$\Delta I_2 = \left| \frac{\Delta \Phi_2}{L_1 + L_2} \right|$$

$$\Delta I_1 = \frac{2 B_0 n S}{3 \cdot 17 L}$$

$$\Delta I_2 = \frac{3 B_0 n S}{17 L}$$

$$I = \Delta I = \frac{B_0 n S}{L} \cdot \left( \frac{2}{3 \cdot 17} - \frac{3}{17} \right) = - \frac{B_0 n S}{L} \cdot \frac{7}{51}$$

$$|I| = \frac{7}{51} \frac{B_0 n S}{L}$$

Ответ:  $|I| = \frac{7 B_0 n S}{51 L}$  ;  $|I| = \frac{7}{51} \frac{B_0 n S}{L}$

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!

Формула тонкой линзы: собирающей:  
Неосвещенные участки будут в виде толстых линз окружностей

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$l = \frac{2h}{3}$$

$$a = h$$

$$F = \frac{h}{3}$$

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

$$\frac{1}{b} = \frac{2}{h} \Rightarrow b = \frac{h}{2}$$

$$b < l \Rightarrow \frac{y_1}{l-b} = \frac{r}{b} = \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{2r}{h}$$

$$y_1 = r \cdot \frac{l-b}{b} = r \cdot \left( \frac{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}}{\frac{h}{2}} \right) \cdot 2$$

$$y_1 = \frac{r}{3}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{y_2}{l+h} = \frac{r}{h} \Rightarrow y_2 = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \cdot \frac{h + \frac{2}{3}h}{h}$$

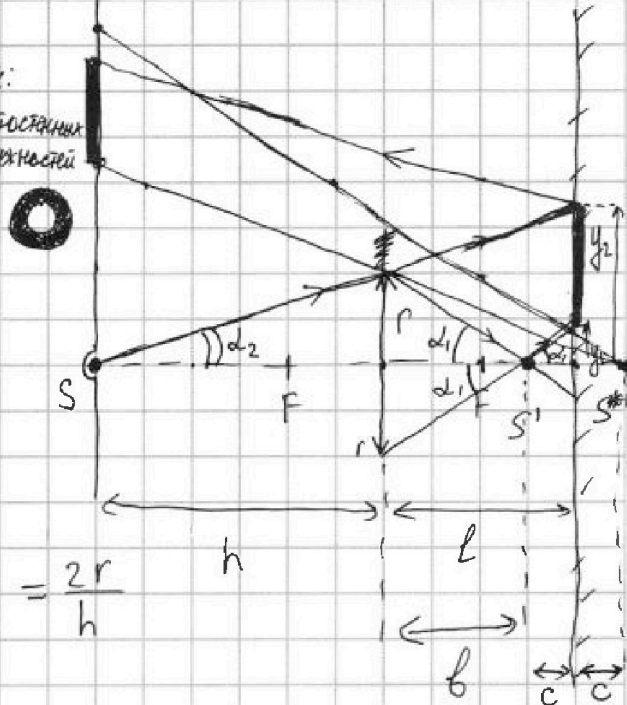
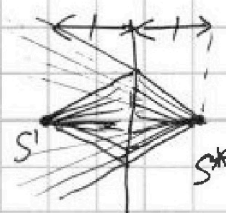
$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{r}{h}$$

$$y_2 = \frac{5}{3}r$$

$$S_1 = \pi y_2^2 - \pi y_1^2 = \pi (y_2^2 - y_1^2) = \pi r^2 \left( \left( \frac{5}{3} \right)^2 - \left( \frac{1}{3} \right)^2 \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

Получившийся источник  $S'$ , испускающий лучи в сторону зеркала под углом  $\alpha_1$  к ГОО можно представить как источник  $S^*$  справа от зеркала на том же расстоянии испускающий лучи под углом  $\alpha_1$  к ГОО:



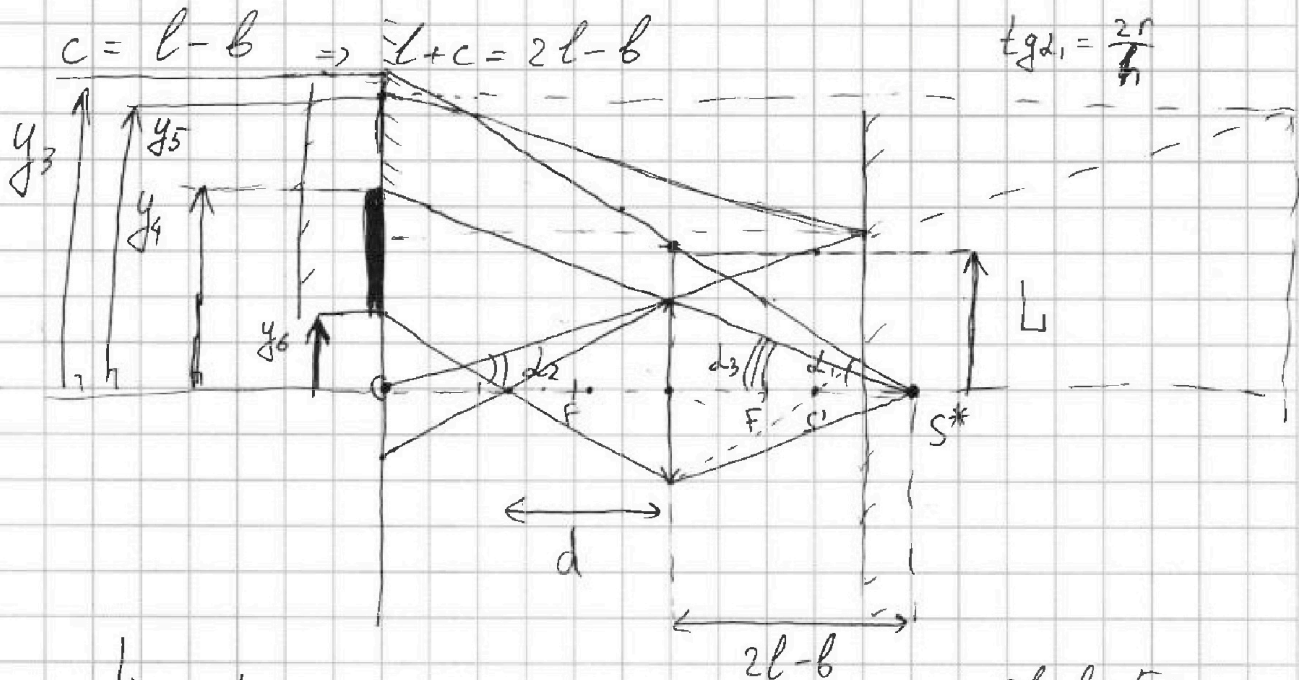
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{L}{2l-b} = \text{tg} \alpha_1$$

$$2l-b = \frac{5}{6}h$$

$$L = \text{tg} \alpha_1 \cdot (2l-b) = \frac{2r}{h} \left( \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} \right) = \frac{5}{3}r > r$$

Значит верхний луч пройдет выше чем нижда. Тогда

$$y_3 = (h + 2l - b) \text{tg} \alpha_1 = \frac{2r}{h} \left( \frac{11}{6}h \right) = \frac{11}{3}r \quad y_5 = (h+l) \cdot 2 \cdot \text{tg} \alpha_2$$

$$y_4 = (h + 2l - b) \text{tg} \alpha_3 = \frac{11}{6}h \cdot \frac{r}{5h} = \frac{11}{5}r$$

$$y_5 = \frac{10}{3}r < y_3$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2l-b} \Rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{d} + \frac{6}{5h} \Rightarrow d = \frac{5}{9}h$$

$$y_3 > y_5 > y_4$$

$$\frac{y_6}{h-d} = \frac{r}{d} \Rightarrow y_6 = r \left( \frac{h-d}{d} \right) = r \left( \frac{h}{d} - 1 \right) = \frac{4}{5}r$$

$$S_2 = \pi y_4^2 - \pi y_6^2 = \pi r^2 \left( \left( \frac{11}{5} \right)^2 - \left( \frac{4}{5} \right)^2 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{85}{25} \Rightarrow S_2 = 85 \pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$ ;  $S_2 = 85 \pi \text{ см}^2$

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.



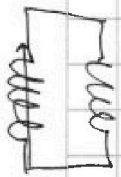
- 1  2  3  4  5  6  7

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!

$$\frac{13}{2} \cdot 6 - \frac{10}{2} \cdot 6 = \frac{3}{2} \cdot 6 = 9$$

$$\frac{13 \cdot 6}{2} = 39 - 5 \cdot 6$$



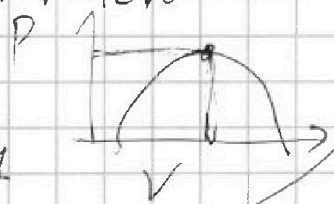
$$pV = \left( -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} P_0 + 12 P_0 \right) V =$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12 P_0 V$$

$$-\frac{P_0}{V_0} V + 12 P_0 = 0$$

$$-\frac{12 P_0}{-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 12 V_0$$

$$\frac{V}{V_0} = 12 \Rightarrow V = 12 V_0$$



$$244 - \frac{144}{2}$$

$$\frac{72}{28} = \frac{36}{14} \cdot 7$$

$$\frac{18}{7}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 3 \\ \hline 36 \\ 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} .10 \\ 156 \\ 27 \\ \hline 129 \end{array}$$

$$173$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 78 \\ \times 25 \\ \hline 390 \\ 186 \\ \hline 1850 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} .10 \\ .10 \\ 1850 \\ - 1677 \\ \hline 173 \end{array}$$

~~173~~

~~49~~

$$\frac{78}{13^2}$$

$$\frac{27 - 156}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{129}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{78 \cdot 25 - 129 \cdot 13}{13^2 \cdot 25}$$

$$\frac{1850 - 1677}{13^2 \cdot 25}$$

$$\frac{173}{13^2 \cdot 25}$$

$$3 - \frac{9}{4} \quad \frac{12-9}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 129 \\ \times 13 \\ \hline 387 \\ 129 \\ \hline 1677 \end{array}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{3}{16} = \frac{32-9}{48}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 13 \\ \hline 169 \end{array}$$



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!

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \quad E_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2 \cdot \epsilon} \quad \frac{4}{6} - \frac{3}{6} = \frac{15-6}{5} = \frac{9}{5}$$

~~$$\varphi_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$~~

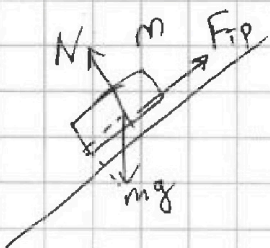
$$E_q = F \quad F dx = dA$$

$$E = \frac{10,10}{121} - \frac{96}{85}$$

$$\int_r^R \frac{kQ}{x^2 \epsilon} dx + \int_R^{+\infty} \frac{kQ}{x^2 \epsilon} dx = \varphi_r \quad \int_r^{+\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \varphi_r \cdot \varphi$$

$$kQ \left( -\frac{1}{x} + \frac{1}{r} \right) = \varphi_r$$

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



$$mg \sin \alpha = ma_1 - F_{tr1}$$

$$F_{tr1} = m(a_1 - g \sin \alpha)$$

$$F_{tr1} = m \left( \frac{6g}{13} - \frac{3g}{5} \right) = 30mg \left( \frac{30-39}{65} \right)$$

$$F_t = \frac{9}{80} mg$$

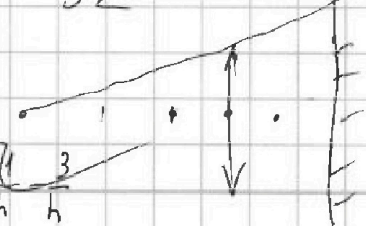
$$\begin{array}{r} ? \\ \times 169 \\ .25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\frac{5}{13} - \frac{1}{4}$$

$$\frac{20-13}{13 \cdot 4} = \frac{7}{52}$$

$$\frac{7}{26}$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{h/3} + \frac{1}{L} \Rightarrow \frac{1}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{L}$$





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  
\_ 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!

$$-\gamma \beta V^{-\gamma-1} = -\frac{p_0}{V_0} V$$

$$\beta = \frac{p_0}{V_0} \frac{V^\gamma}{\gamma}$$

$$p V^\gamma = \frac{p_0}{V_0} \frac{V^\gamma}{\gamma}$$

$$p = \frac{p_0}{V_0 \gamma}$$

$$-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V = -\frac{\gamma \beta V^\gamma}{V^{\gamma+1}}$$

$$\frac{p_0}{2V_0} \frac{V^{\gamma+2}}{\gamma} = \beta$$

$$pV = \text{const} = 2$$

$$d\left(\left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0\right) V^\gamma\right) = \beta$$

$$dV \neq$$

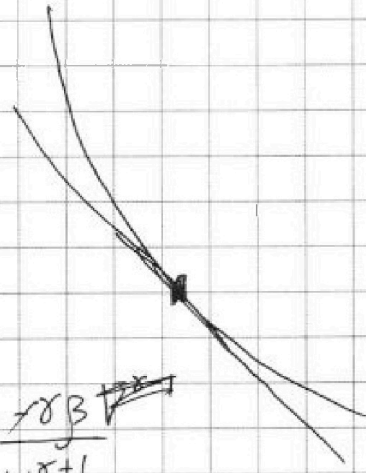
$$\frac{dp}{dV} = -\gamma p V^{-\gamma-1}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \cdot \frac{p}{V} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \frac{V^{\gamma-1}}{\gamma}$$

$$\frac{p}{V} - p = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \frac{V^{\gamma-1}}{\gamma}$$

$$7 p_0 \cdot 4 V_0 + \frac{3}{2} (72 - 64) p_0 V_0$$

$$(28 + 12) p_0 V_0 = 40 p_0 V_0$$





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  
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!

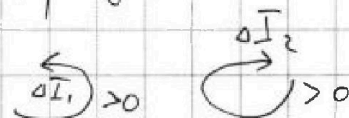
~~$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} \cdot nS$$~~

~~$$\mathcal{E}_1 = L_1 \cdot \dot{I}_1 \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{L_1} = \frac{\Delta nS}{L}$$~~

~~$$I_1 = \frac{\Delta nS}{L}$$~~

~~$$L \Delta I = \Delta \Phi$$~~

при уменьшении



↓

~~$$\Delta I_1 = \frac{\Delta B_1 S n_1}{L_1}$$~~

~~$$\Delta I_2 = \frac{\Delta B_2 S n_2}{L_2}$$~~

~~$$\Delta I = \Delta I_1 - \Delta I_2$$~~

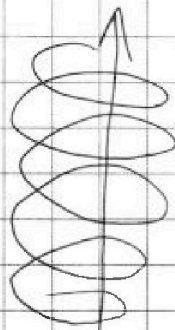
~~$$\Delta I_1 = \frac{2}{3} \frac{B_0 S n}{L}$$~~

~~$$\Delta I_2 = \frac{3}{16} \frac{B_0 S \cdot 4n}{L} = \frac{3}{16} \frac{B_0 n S}{L}$$~~

~~$$\Delta I_1 = \frac{2}{3} \frac{B_0 S n}{L}$$~~

~~$$I = \Delta I = \frac{B_0 S n}{L} \left( \frac{2}{3} - \frac{3}{16} \right) = \frac{B_0 S n}{L} \frac{23}{48}$$~~

Ответ:  $I_1 = \frac{\Delta nS}{L}$  ;  $I = \frac{23}{48} \frac{B_0 S n}{L}$



↑

$$\frac{2}{3 \cdot 16} - \frac{3}{16}$$

$$\frac{2-9}{3 \cdot 16} = -\frac{7}{51}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 17 \\ \hline 3 \\ \hline 51 \end{array}$$