



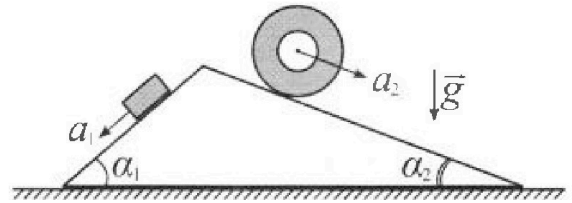
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

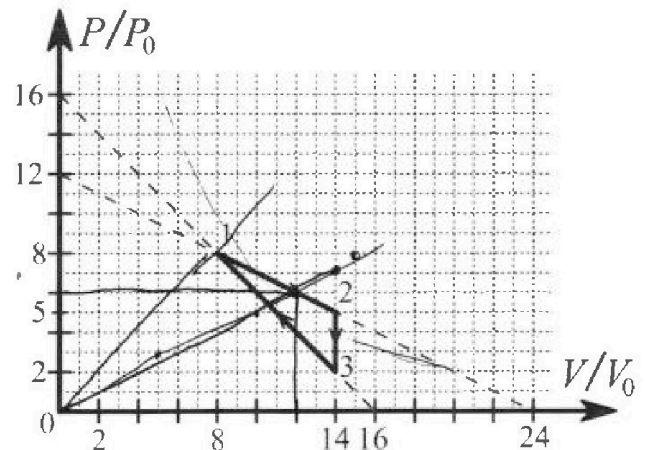


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

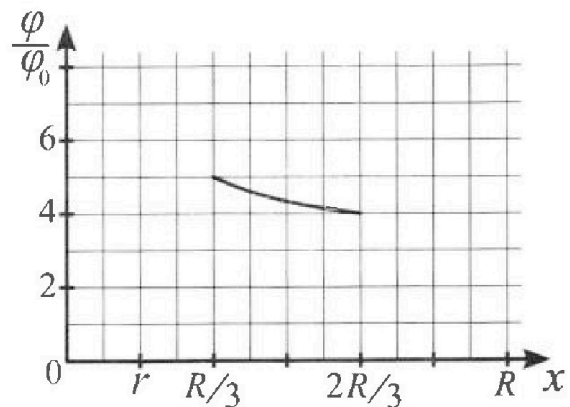
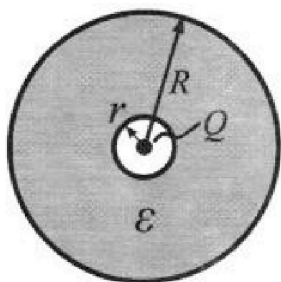
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .





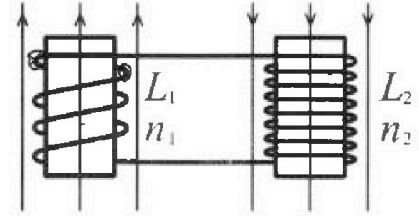
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

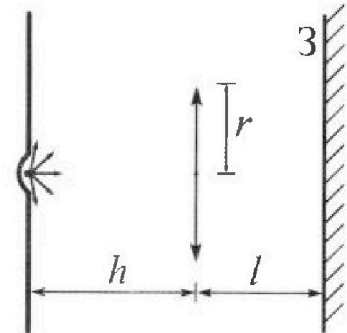


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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!

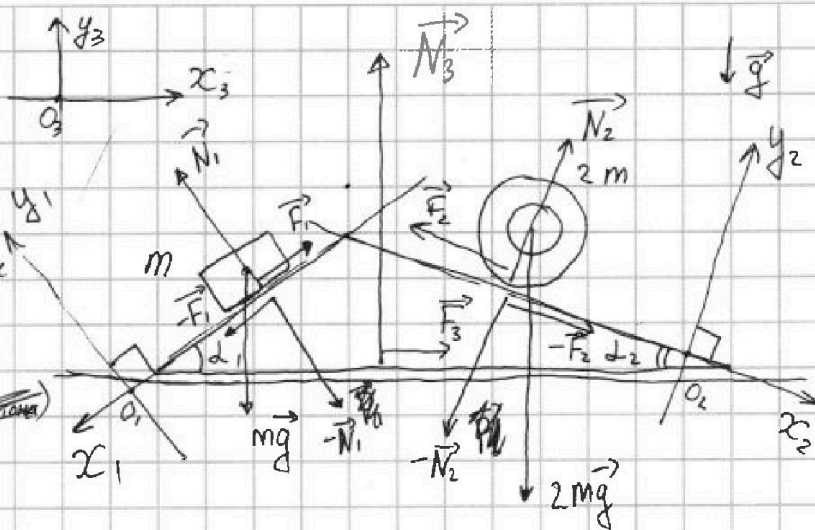
Клин покоится

Расставим силы

$N$  - сила реакции опоры

~~$F$~~

~~$F$~~   ~~$N$~~  (по III закону Ньютона)



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

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

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

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

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:

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

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

$$F_2 = 2m\left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{4}\right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

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  $p = -\frac{p_0}{V_0} V + 16 p_0$

$$p = -kV + b$$

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

~~проверим касание прямой с адиабатой 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.  
 $\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

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

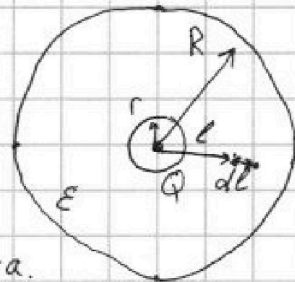
$$(\varphi_x - \varphi_{\infty}) q = A \quad ; \quad \varphi_{\infty} = 0$$

$$\varphi_x \cdot q = A$$

$$dA = Eq \cdot dl$$

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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  $(4; \frac{2R}{3})$

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

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

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

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

$$\epsilon = 5,5$$

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



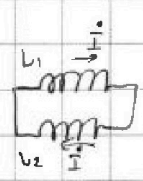


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

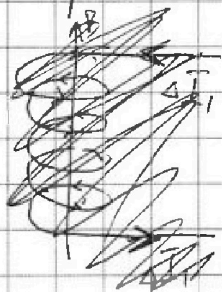
$|\dot{I}| = \frac{\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2}$

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.

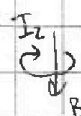
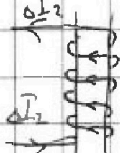
При уменьшении потока, появившийся ток пытается скомпенсировать это изменение: поэтому:

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



По правилу буравчика определяем направление тока.  $\Phi_B$

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.

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!

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





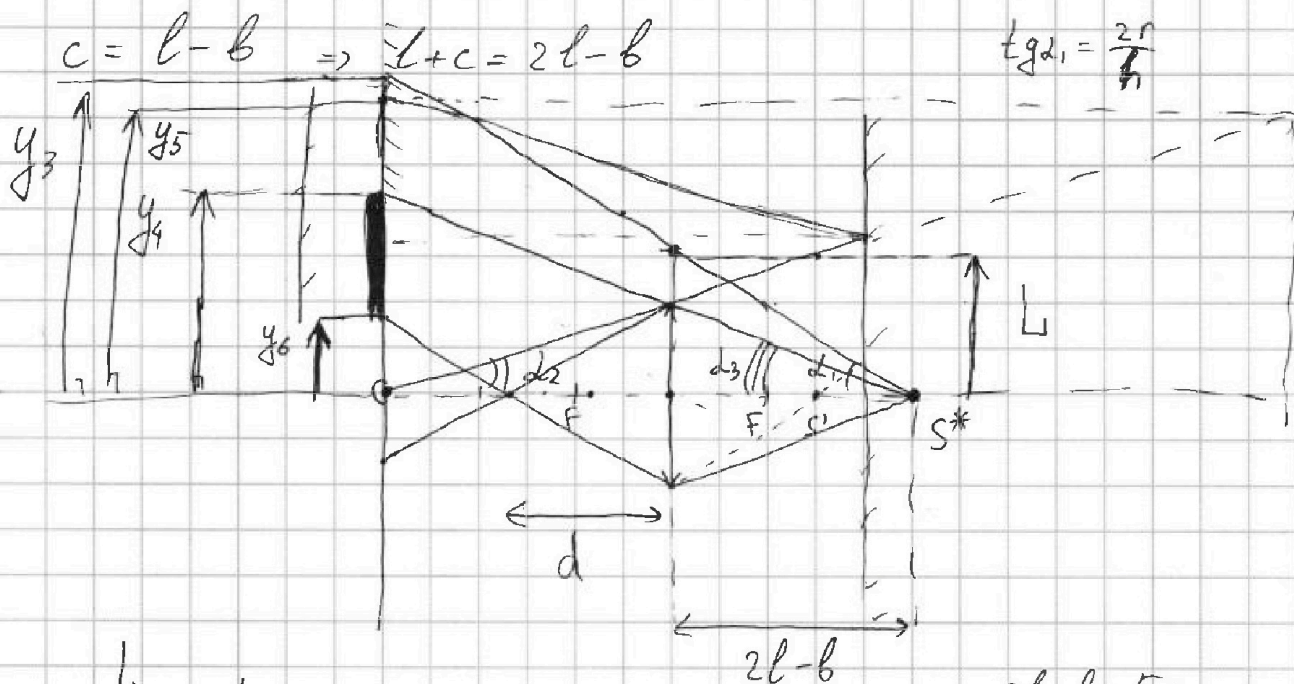
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



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

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

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

Значит верхний луч пройдет выше чем низа. Тогда

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

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

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

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

$$y_3 > y_5 > y_4$$

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

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

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.



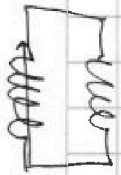
1  2  3  4  5  6  7

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!

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

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



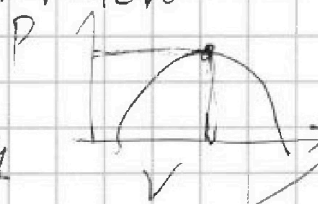
$$pV = \left( -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} P_0 + 12 P_0 \right) V =$$

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

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

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

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



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

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

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

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

$$173$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 78 \\ \times 25 \\ \hline 390 \\ 186 \\ \hline 1850 \\ -1677 \\ \hline 173 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 39 \\ 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

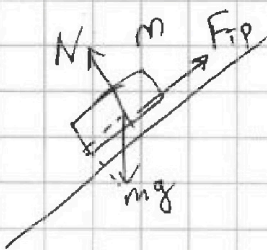
$$\varphi_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

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

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

$$\int_r^R \frac{kQ}{x^2} dx + \int_R^{+\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \varphi_r \quad kQ \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) = \varphi_r$$

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



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

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

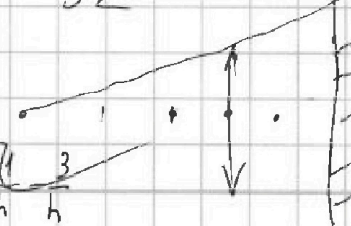
$$F_{tr1} = m \left( \frac{6g}{13} - \frac{3g}{5} \right) = 30mg \left( \frac{30-3}{130} \right) \quad F_{tr} = \frac{9}{80} mg$$

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

$$\frac{20-13}{13 \cdot 4} = \frac{7}{52} \quad \frac{7}{26}$$

$$\begin{array}{r} x/69 \\ .25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

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







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!

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{p_0}{2V_0 \gamma} = p$$

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

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

$$dV \neq$$

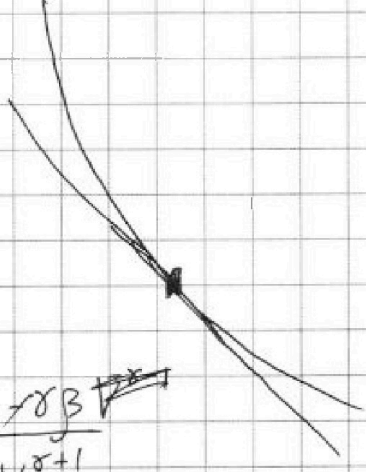
$$\frac{dp}{dV} = -\gamma p V^{\gamma-1} \cdot V^{\gamma-1}$$

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

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

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

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





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!

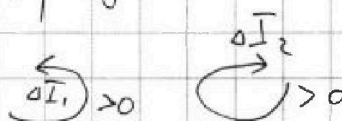
~~$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} \cdot nS$$~~

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

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

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

при уменьшении



↓

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

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

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

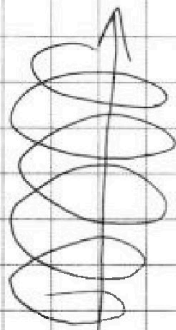
~~$$\Delta I_1 = \frac{2}{3} \frac{B_0 S n}{L}$$~~

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

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

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

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



↑

$$\frac{2}{3 \cdot 16} - \frac{3}{17}$$

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

$$\frac{2-9}{3 \cdot 17} = -\frac{7}{51}$$