

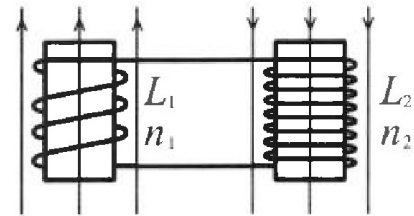
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

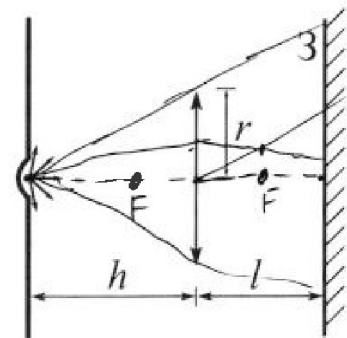


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет 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  $B_0$  до  $B_0/4$ , 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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

$$\frac{4h^2}{3} - \frac{h^2}{2} =$$



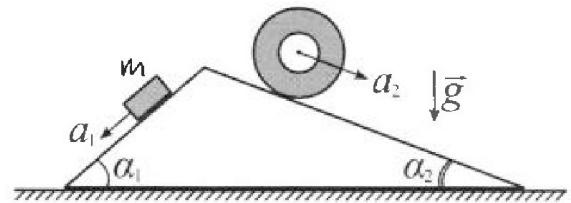
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

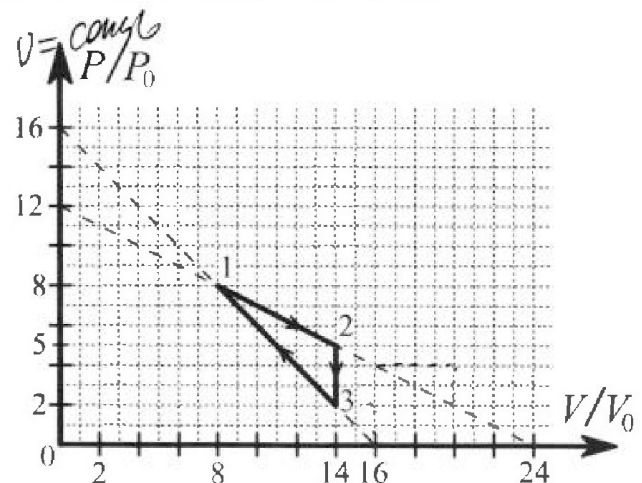


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

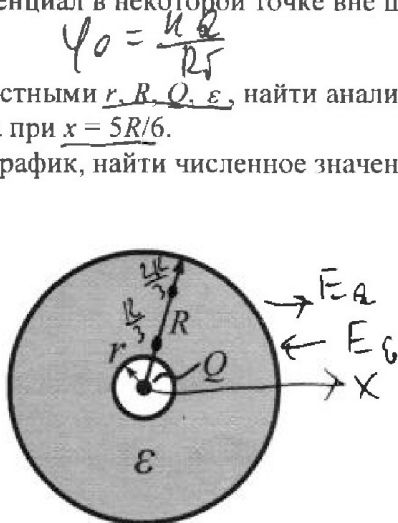
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

- 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.

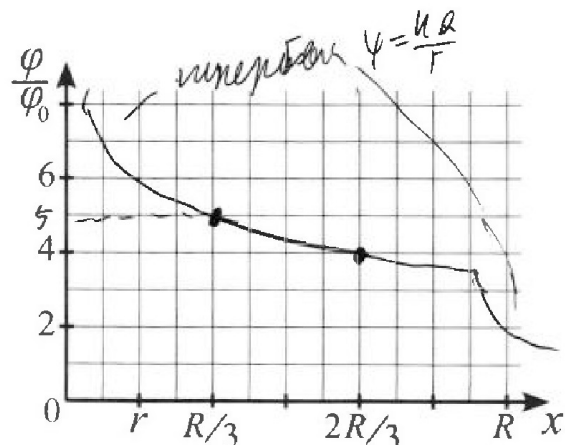


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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  $\epsilon$ .



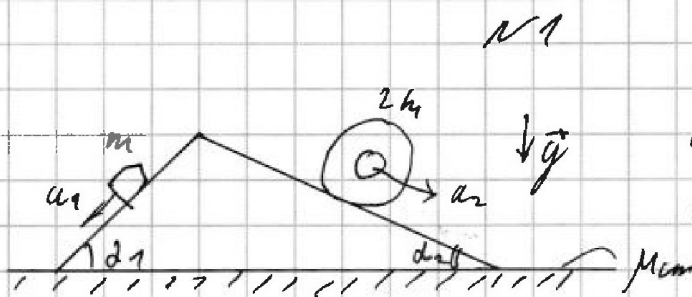


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 12

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!



$m$  - масса бруска

$a_1 = \frac{6g}{13}$  - ускорение б.

$2m$  - масса цилиндра

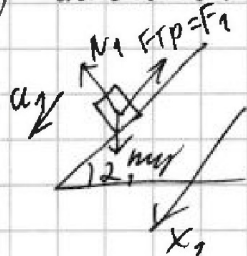
$a_2 = \frac{g}{4}$  - ускорение ц.

$a_{\text{цилиндр}} = 0 \Rightarrow v_{\text{цилиндр}} = 0$  (по условию)

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13} \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) Рассмотрим брусок

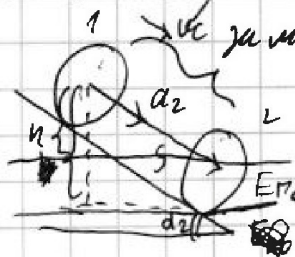


2) И для бруска на ось  $x_1$

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left( g \frac{3}{5} - \frac{6g}{13} \right) = m \left( \frac{9g}{65} \right) = \frac{9}{65} mg$$

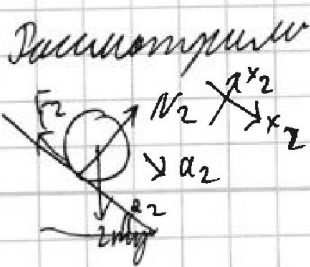
2) Рассмотрим цилиндр (по условию он покоится, значит к нему можно применять канонические уравнения, где  $v_{\text{центр}} = 0$  на поверхности)



По Th. Кинетики

$$E_{\text{кин}} = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{m v_{\text{центр}}^2}{2}$$

$$E_{\text{кин}} = 2m v_c^2$$



или действующие на цилиндр по 2) и в проекции на ось  $x_1$

$$x_1: 2m g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2 \Rightarrow F_2 = 2m (g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$y_1: N_2 = 2m g \cos \alpha_2$$

в сохр.м

$$Q = 2m v_c$$

в сохр.м

$$Q = 2m v_c$$



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!

т.к. "колесо" движется без проскальзывания, то

$$F_2 \leq \mu_k N_2$$

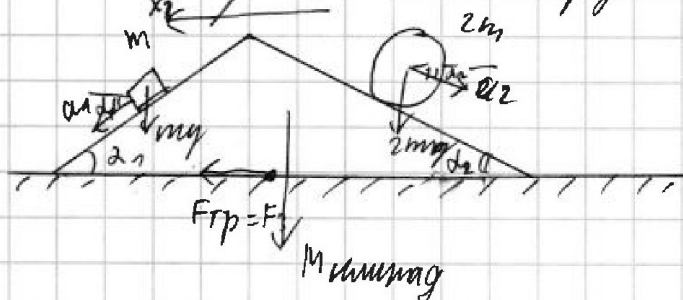
т.к. в точке соприкосновения "колеса" с землей  $v_0 = 0$ , т.к. движение без проскальзывания, то  $N_{F_2}$  и  $N_N = 0$

Взвешиваем ЗСЗ для системы

$$\cancel{F_2} = 2m(g \sin 22^\circ - a_2) = 2m \left( \frac{5g}{13} - \frac{g}{5} \right) = g \left( \frac{20g}{13} - \frac{13g}{65} \right) =$$

$$= 2m \left( \frac{7}{65} g \right) = \frac{7}{26} mg$$

3) Рассмотрим блок + брусок + цилиндр в системе



проставим внешние силы на рисунке (направление  $\vec{F}_3$  предположим)

2 ЗК на ось  $X_3$

$$F_3 = m a_1 \cos 22^\circ - 2m a_2 \cos 22^\circ = m \left( \frac{6g}{13} \cdot \frac{4}{5} - \frac{2 \cdot g}{13} \cdot \frac{126}{13} \right) =$$

$$= m \frac{6g}{13} \left( \frac{4}{5} - 1 \right) = -\frac{6}{65} mg \quad (\text{проекции со знаком минус,}$$

значит  $F_3$  направлено влево)

$$\text{Итого: } F_1 = \frac{7}{65} mg; F_2 = \frac{7}{26} mg; F_3 = \frac{6}{65} mg$$



1 2 3 4 5 6 7

☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 12

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!

12

Изобразим участок графика 1-2  $\frac{p}{p_0}$  линейно к  $\frac{V}{V_0} \Rightarrow p$  линейно  $V$   
 2-3 - изохорный процесс с  $V = \text{const}$   
 3-1 линейная зависимость  $\frac{p}{p_0}$  от  $\frac{V}{V_0}$ ,  $p$  линейно и  $V$  т.е.  $p \propto V_0 = \text{const}$

в Т.1  $\frac{p}{p_0} = 8 \Rightarrow p = 8p_0$

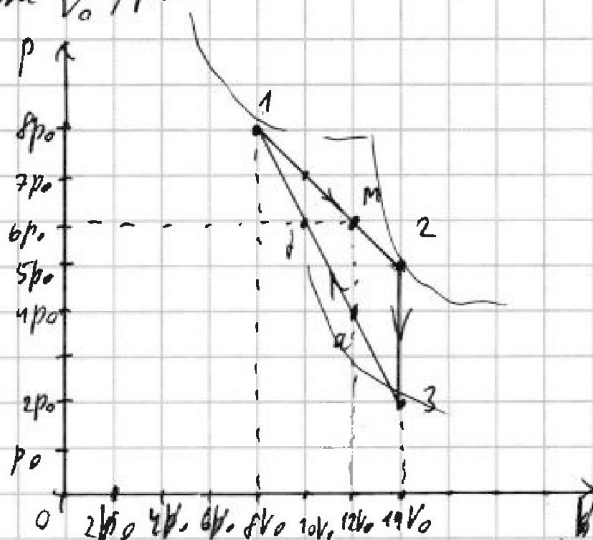
$\frac{V}{V_0} = 8 \Rightarrow V = 8V_0$

в Т.2  $\frac{p}{p_0} = 5 \Rightarrow p = 5p_0$

$\frac{V}{V_0} = 14 \Rightarrow V = 14V_0$

в Т.3  $\frac{p}{p_0} = 2 \Rightarrow p = 2p_0$

$V = 14V_0$



на  $\frac{p}{p_0}(\frac{V}{V_0})$  - непрерывна и замкнута, то  $p(V)$  будет максимум

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = 9p_0V_0$

$A_{12} = S_{12} = \frac{(p_0 + 8p_0)}{2} \cdot 6V_0 = 39p_0V_0$

$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{9p_0V_0}{39p_0V_0} = \frac{3}{13}$

$\frac{A_{12}}{\Delta U_{12}} = \frac{13}{3}$

Напишем Менделеев - Клапейрон для точек 1, 2, 3

1)  $64p_0V_0 = \nu R T_1$

2)  $28p_0V_0 = \nu R T_2$

3)  $28p_0V_0 = \nu R T_3$

$T_3 = \frac{28p_0V_0}{\nu R}$

$T_2 > T_1$  процесс 1-2 - с переменной  $C_v$

$T_{\max}$  будет в точке M из условия  
 $6p_0 \cdot 12V_0 = \nu R T_{\max} = 72p_0V_0$   $T_{\max} = \frac{72p_0V_0}{\nu R}$

$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{72p_0V_0}{28p_0V_0} = \frac{18}{7}$



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!

$$\mu = \frac{A_c}{Q_k} \quad A_c = A_{12} - A_{31} \quad A_{31} = \frac{10 p_0 V_0}{2} \cdot 8^3 = 30 p_0 V_0$$

$$A_c = 39 p_0 V_0 - 30 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

процессы 1-2, 3-1 с  $C_0 \neq \text{const}$   $C_1 = \frac{\partial Q}{\partial T}$  (T) - порабавна с max

в процессе 1-2 до т.м  $T \uparrow$  далее от т.м до 2  $T \downarrow$   
максимально  $Q_{12} = Q_k$   $Q_{12} = Q_x$

$Q_{23} = Q_x$  (изобарное сжатие)

в процессе 3-1  $T \uparrow$  всегда,  $Q_{31} = Q_k$

в замкнутом цикле  $Q_c = A_c$   $A_c = Q_k + Q_x$

$$A_{12} = \frac{(6 p_0 + 8 p_0)}{2} \cdot 4 V_0 = 28 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (6 p_0 \cdot 12 V_0 - 64 p_0 V_0) = \frac{3}{2} (8 p_0 V_0) = 12 p_0 V_0$$

$$Q_{12} = 40 p_0 V_0 = Q_k$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \quad A_{31} = 30 p_0 V_0 \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0)$$

$$Q_{31} = 8 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0 \quad A_{31} - A_{12} \text{ из первого} \quad = \frac{3}{2} (36 p_0 V_0) = 54 p_0 V_0$$

$$Q_k = Q_{31} + Q_{12} = 40 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 64 p_0 V_0$$

$$\mu = \frac{30 p_0 V_0}{64 p_0 V_0} = \frac{15}{32} = 0,46875 \approx 47\%$$

$$\text{Ответ: } \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3}{11}; \quad \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}; \quad \mu = \frac{15}{32}$$

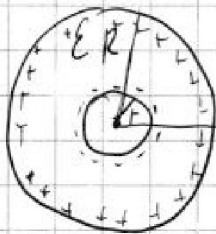


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
11 из 11

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!

N 3



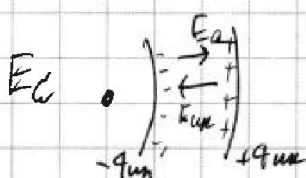
1)  $E_{\text{всего диэлектрика}} = E_a$   
 $E = \frac{kQ}{h^2}$  где  $h$  — толщина  
 $h > R$

$\Gamma$  и  $R$  — радиусы  
 $\epsilon$  — диэлектрическая  
 проницаемость диэлектрика  
 $Q$  — заряд т.

внутри диэлектрика возникнут индуцированные заряды, создающие свое поле, из-за чего

$E_{\text{в диэлектрике}} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$  где  $r < l < R$

$q_{\text{инд}} = \frac{kQ}{r}$



по оси

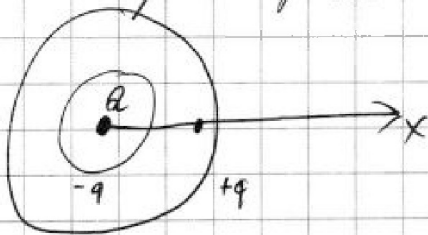
$E = \frac{E_a}{E_a + E_{\text{ин}}}$  на ось x

$\epsilon E_a - \epsilon E_{\text{ин}} = E_a \Leftrightarrow \epsilon E_{\text{ин}} = E_a(\epsilon - 1)$

$E_{\text{ин}} = E_a \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon}$

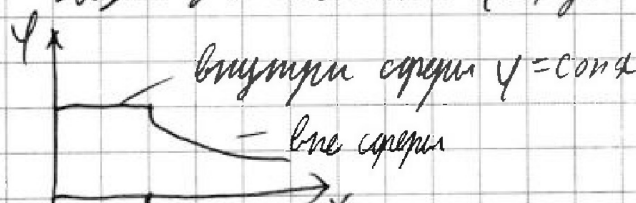
$E_{\text{ин}} = \frac{2k q_{\text{ин}}}{(R-r)^2} \Rightarrow q_{\text{ин}} = \frac{E_a(\epsilon - 1)(R-r)^2}{2k\epsilon}$

рассмотрим диэлектрик, как сферу радиусом



$\varphi_x = \varphi_a + \varphi_{-q} + \varphi_{+q}$

общая зависимость  $\varphi(r)$  для сфер



внутри сферы  $\varphi = \text{const}$   
 — вне сферы

Ответ:

$\varphi_x = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{\text{ин}}}{R} - \frac{kq_{\text{ин}}}{x-r} = \frac{30kQ\epsilon R - 30k(\epsilon - 1)(R-r)^2}{5R^2\epsilon} = \frac{5kQR^2 - 6kQRr + 1,5kQR(\epsilon - 1)(R-r)^2 - 3kQr(\epsilon - 1)(R-r)^2}{5R^2\epsilon(\frac{\epsilon R}{R} - r)}$

2)  $\varphi_0 = \frac{k \cdot a}{h}$  где  $h > R$  1)  $\frac{\varphi}{\varphi_0} = 5$   $\varphi = \varphi_a + \varphi_{-q} + \varphi_{+q}$   
 $\varphi = \frac{3kQ}{R} +$



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.

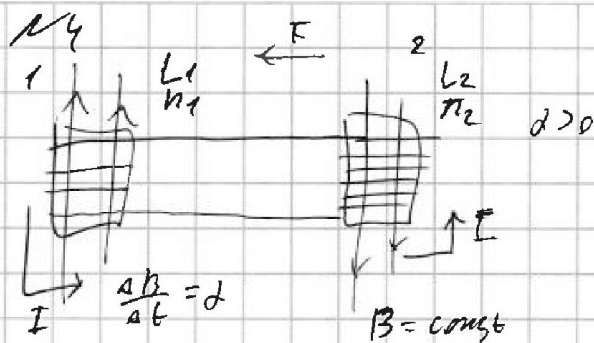
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
1 из 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!

$L_1 = L$  - индуктивность 1  
 $L_2 = 16L$  - индуктивность 2  
 $n_1 = n$  - кол-во витков 1  
 $n_2 = 4n$  - кол-во витков 2  
 $S$  - площадь витков  
 $R \rightarrow 0$



1)  $\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ , где  $\Delta \Phi = \Delta B \Delta S \sin \alpha$   
 $\sin \alpha_1 = 1 \quad \sin \alpha_2 = -1$

во 2 катушке  $\mathcal{E}_i = 0$  т.к.  $B$  и  $S = \text{const}$

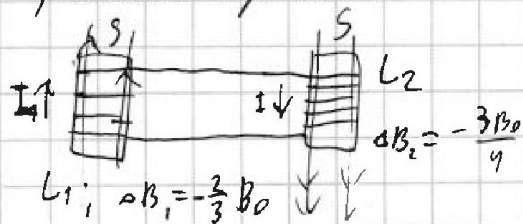
$\mathcal{E}_{i1} = \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = 2S$  (для одного витка)

$\mathcal{E}_{i0} = 2nS$  (пренебрегая явлением самоиндукции)

$U_L = (L I)'$  но т.к.  $L = \text{const}$   $U_L = L I'$   $U_L = \mathcal{E}_{i0}$

$(I' = \frac{2nS}{L})$  (данный ток будет протекать по всей проволоке)

2) Рассмотрим конечный момент возникновения  $\mathcal{E}_i$



т.к.  $\Delta B$  в обоих случаях меньше 0, то возникающий индукционный ток будет течь по часовой стрелке

$\mathcal{E}_{i1} = \frac{\Delta B_1 S}{\Delta t} \cdot n = \frac{-2B_0 S n}{3 \Delta t}$

$\mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i2}$

$\mathcal{E}_{i2} = \frac{\Delta B_2 S}{\Delta t} \cdot 4n = \frac{-3B_0 S \cdot 4n}{4 \Delta t}$

$U_L = L \frac{I'}{\Delta t} \Rightarrow R_L \left| \frac{2B_0 S n}{3 \Delta t} + \frac{3B_0 S n}{\Delta t} \right| = \frac{\pi B_0 S n}{5 L}$

$L$  при последовательном соединении  $= L_1 + L_2 = 17L$

Итого:  $I' = \frac{2nS}{L}$ ;  $I_{\text{в конце}} = \frac{\pi B_0 S n}{51 L}$





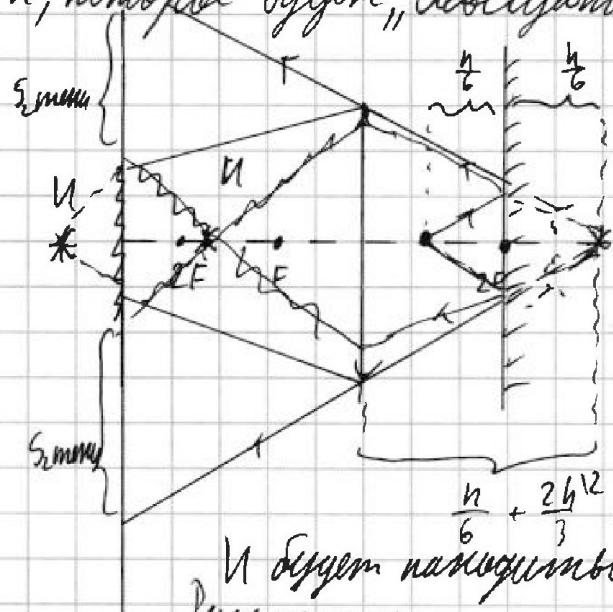
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
28 из 42

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) Рассмотрим И в зеркале, и это составит  $\Gamma$  для И, которое будет "освещать" стену



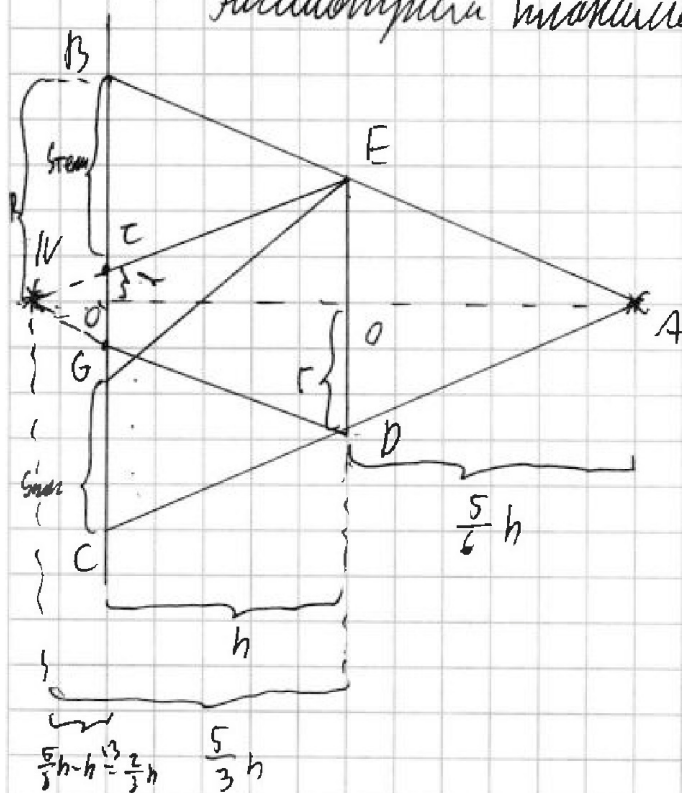
То длящиеся точкой  
линии

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{b_2} + \frac{1}{f_c}$$

$$f_2 = \frac{F b_2}{b_2 - F} = \frac{\frac{h}{3} \cdot \frac{5h}{6}}{\frac{5h}{6} - \frac{h}{3}} = \frac{\frac{5h^2}{18}}{\frac{5h}{6} - \frac{2h}{6}} = \frac{\frac{5h^2}{18}}{\frac{3h}{6}} = \frac{5h}{3}$$

$$\frac{h}{6} + \frac{2h}{3} = \frac{5h}{6} = b_2$$

И будет находиться вместе!  
Рассмотрим тангенциально



$$\triangle AOE \sim \triangle AOB \quad k = \frac{\frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h + h} = \frac{\frac{5}{6}h}{\frac{11}{6}h} = \frac{5}{11} = \frac{r}{R}$$

$$R = \frac{11r}{5}$$

$$\triangle NTO' \sim \triangle IVEO \quad k = \frac{\frac{2}{3}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{2}{5} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{5}{2}$$

$$S_{\text{обл}} = \pi \cdot \frac{\pi r^2}{25} = \pi r^2$$

$$S_{\text{стен}} = \pi \cdot \frac{r^2 \cdot 4}{25} = 4\pi r^2$$

$$S_{\text{стен}} = S_{\text{обл}} + S_{\text{стен}} = \pi r^2 + 4\pi r^2 = 5\pi r^2$$

Ответ:  $S_{\text{стен}} \text{ на зеркале} = \frac{20\pi}{3}$ ;  $S_{\text{стен}} \text{ на стене} = 11\pi r^2$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
12 ИЗ 12

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!

$$F_{ax} = \frac{kQq}{5R}$$

$$\varphi_a = \frac{kQq}{5R} +$$

$$\varphi_{ин} = \frac{3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2}{5R\epsilon}$$

$$\varphi + q = \frac{3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2}{5R\epsilon}$$

$$\varphi - q = \frac{3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2}{5R\epsilon(\frac{5R}{6} - r)}$$

$$\frac{6kQ}{5R} + \frac{3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2}{5R\epsilon} - \frac{3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2}{5R\epsilon(\frac{5R}{6} - r)}$$

$$6kQR(\frac{5R}{6} - r) + 3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2 \cdot (\frac{5R}{6} - r) - 3QkR(\epsilon-1)(R-r)^2$$

$$\frac{6kQR^2 \cdot 5}{6} - 6kQRr + 3Qk(\epsilon-1)(R-r)^2(\frac{5R}{6} - r) - 3QkR(\epsilon-1)(R-r)^2$$

$$- 5kQR^2 - 6kQRr + \frac{5}{2}QkR(\epsilon-1)(R-r)^2$$



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

8 из 12

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!

$$\Delta \epsilon_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} =$$

$$= \frac{\Delta B S}{\Delta t} =$$

$$\Delta \Phi = \Delta B S \sin \alpha$$

$$u = L I_n$$

$$\frac{9 B_0}{4} - 3 B_0^4 = - \frac{3 B_0}{4}$$

$$\frac{2 B_0 S n}{3 \Delta t} + \frac{3 B_0 S n}{\Delta t} = 17 L \cdot \frac{I}{\Delta t}$$

$$\frac{2}{17} \frac{3}{51}$$

$$\frac{2 B_0 S n + 9 B_0 S n}{3 \Delta t} = \frac{11 B_0 S n}{3 \Delta t} = \frac{17 L I}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{11 B_0 S n}{51 L}$$

$$\frac{7 B_0 S n}{3 \Delta t} = 17 L \cdot \frac{I}{\Delta t}$$

$$\frac{7 B_0 S n}{51 L}$$

$$\epsilon = \frac{E_e}{E_e + E_m}$$

$$\frac{3 a Q (\epsilon - 1) (R - r)^2}{5 R^2 \epsilon} =$$

$$q_a = \left( \frac{1 Q Q}{5 R} \right) +$$

$$\frac{18 Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{25 R^2 \epsilon}$$

$$= \frac{3 a Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{5 R^2 \epsilon}$$

19

$$\frac{6 k Q}{5 R} + \frac{3 a Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{5 R^2 \epsilon} - \frac{18 Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{25 R^2 \epsilon}$$

$$\frac{6 k Q \epsilon}{5 R^2 \epsilon} - \frac{3 a Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{25 R^2 \epsilon}$$

$$\frac{30 k Q Q - 3 a Q (\epsilon - 1) (R - r)^2 k}{25 R^2 \epsilon}$$





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  
10 ИЗ 11

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!

уравнения 1-2  
 $y(x) = kx + 6$

1)  $k = -\frac{1}{2}$

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

$p = kV + 12$

$-4 = k \cdot 8 \Rightarrow k = -\frac{1}{2}$  *p(V) минимум*

2) 2-3  $V \neq V_0$  - ~~изотермический~~ процесс,

$\frac{V}{V_0} = 14 \Rightarrow V = 14V_0$

2)  $\frac{p}{p_0} = 5$

$p = 5p_0$

3)  $\frac{p}{p_0} = 2 \Rightarrow p = 2p_0$

3) 13  $k = -1$

$\frac{p}{p_0} = -\left(\frac{V}{V_0}\right) + 16$

$p(V)$  - мин

~~задача~~  
 $-30kV^2 + 60kV + 30kV^2 + 30kV^2 + 30kV^2$

1)  $\frac{p}{p_0} = 8$

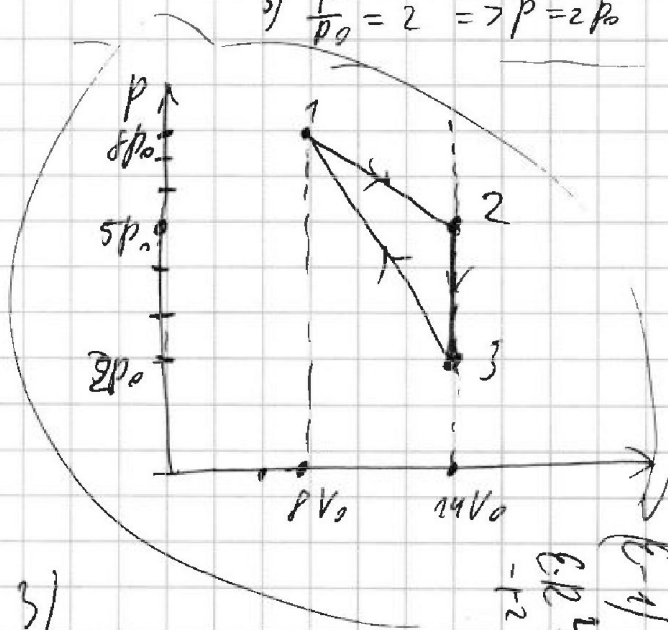
$p = 8p_0$

$\frac{V}{V_0} = 8$

$13 \cdot 3 = 39$

50 + 20

$6p_0 \cdot 12p_0 = 72p_0^2$   
 $3p_0 \cdot 10p_0 = 30p_0^2$



$(k-1)(p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2)$   
 $(1-2)(p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2)$