



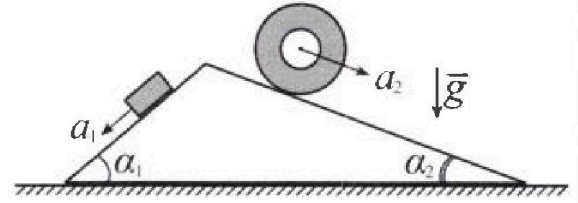
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

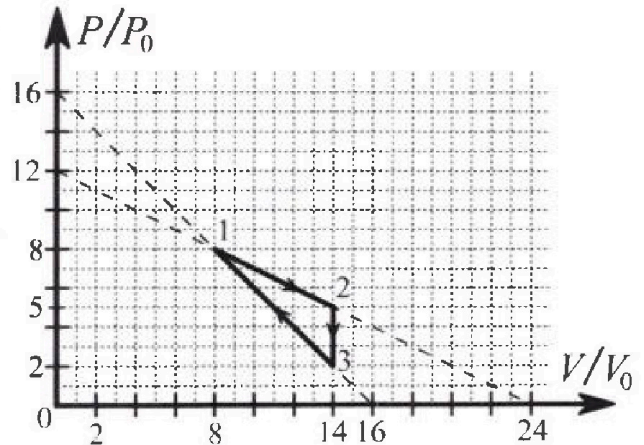
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

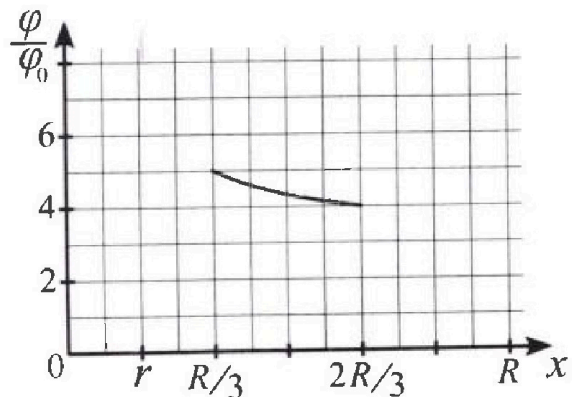
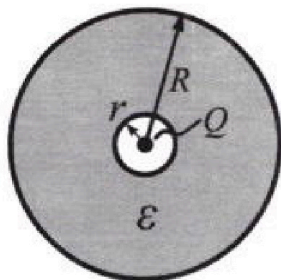


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .





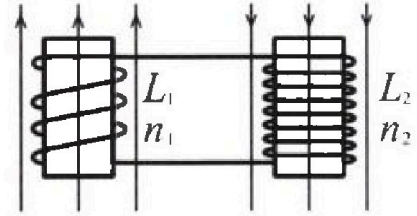
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



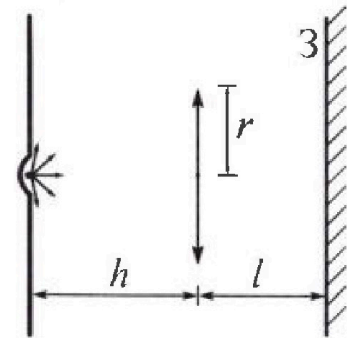
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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  $Z$ . 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  $[см^2]$  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!

№1) Дано:

$a_1 = 6g/13$   
 $m, 2m$

$a_2 = g/4$   
 $\sin \alpha_1 = 3/5$

$\cos \alpha_1 = 4/5$

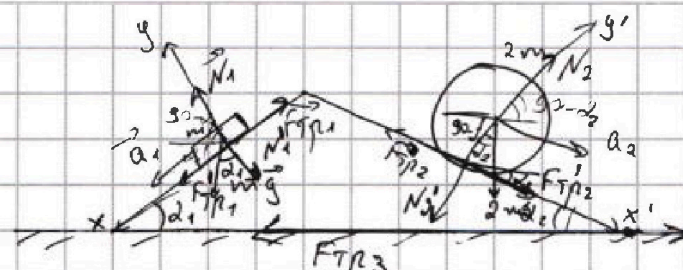
$\sin \alpha_2 = 5/13$

$\cos \alpha_2 = 12/13$

1)  $F_1$  - ?

2)  $F_2$  - ?

3)  $F_3$  - ?



1) 2 3Идм бруска

$Ox': mg \cdot \sin \alpha_1 - F_{тр1} = ma_1$

$Oy: N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1$

$F_{тр1} = m(g \cdot \sin \alpha_1 - a_1) = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13}g)$   
 $\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$

$F_{тр1} = \frac{9}{65} mg$ ;  $F_{тр1} \rightarrow F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{9}{65} mg$

2) 2 3Идм цилиндр:

Теорема о вращении

$Ox': N_2 + 2mg + F_{тр2} = 2m \cdot a_{ц.м}$

$Ox'': 2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{тр2} = 2ma_2$

$F_{тр2} = 2m(g \cdot \sin \alpha_2 - a_2) = 2m(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{1}{4}g) = \frac{7}{26} mg$

$F_{тр2} = \frac{7}{26} mg$ ;  $F_{тр2} \rightarrow F_2 \Rightarrow F_2 = \frac{7}{26} mg$

• Т.к. цилиндр полный  $\Rightarrow$   $\Rightarrow$  вся его масса концентрируется на ободке  $\Rightarrow$  2мг приложена к центру цилиндра.

• При этом  $a_{ц.м} = a_2$   
• При этом  $F_{тр2}$  - сила трения покоя, т.к. цилиндр движется без проскальзывания.

$\frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20 - 13}{52} = \frac{7}{52}$

3) Расставим силы, действующие на клин. Будем обозначать все как  $F'$  (силы с запятой).

Клин находится в покое  $\Rightarrow \sum \vec{F}_{кл} = 0$

$\vec{N}_1' + \vec{F}_{тр1}' + \vec{N}_2' + \vec{F}_{тр2}' = 0$ . 2 3Идм клина на  $Ox''$ :

$F_{тр2}' \cdot \cos \alpha_2 - N_2' \cdot \sin \alpha_2 - F_{тр1}' \cdot \cos \alpha_1 + N_1' \cdot \sin \alpha_1 = 0$

По 3 закону Ньютона.  $F_{тр2}' = F_{тр2}$ ;  $F_{тр1}' = F_{тр1}$ ;  $N_2' = N_2$ ;  $N_1' = N_1$

$F_{тр2} = \frac{7}{26} mg$ ;  $N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$

$F_{тр1} = \frac{9}{65} mg$ ;  $N_2 = 2mg \cdot \cos \alpha_2 = 2 \cdot \frac{12}{13} mg = \frac{24}{13} mg$



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!

$$\frac{7}{26} mg \cdot \cos \alpha_2 - \frac{24}{13} mg \cdot \sin \alpha_2 - \frac{9}{65} mg \cdot \cos \alpha_1 + \frac{4}{5} mg \cdot \sin \alpha_1 - F_{Tр3} = 0$$

$$F_{Tр3} = mg \left( \frac{7}{26} \cdot \cos \alpha_2 + \frac{4}{5} \cdot \sin \alpha_1 - \frac{24}{13} \cdot \sin \alpha_2 - \frac{9}{65} \cdot \cos \alpha_1 \right);$$

Если  $F_{Tр3}$  получится отрицательной  $\Rightarrow$  мы её направим не в ту сторону.

$$F_{Tр3} = mg \left( \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

Получаем, что  $F_{Tр3} = \frac{282}{65} mg$ , это и есть  $F_3 = \frac{282}{65} mg$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{7}{26} mg$

3)  $F_3 = \frac{282}{65} mg$



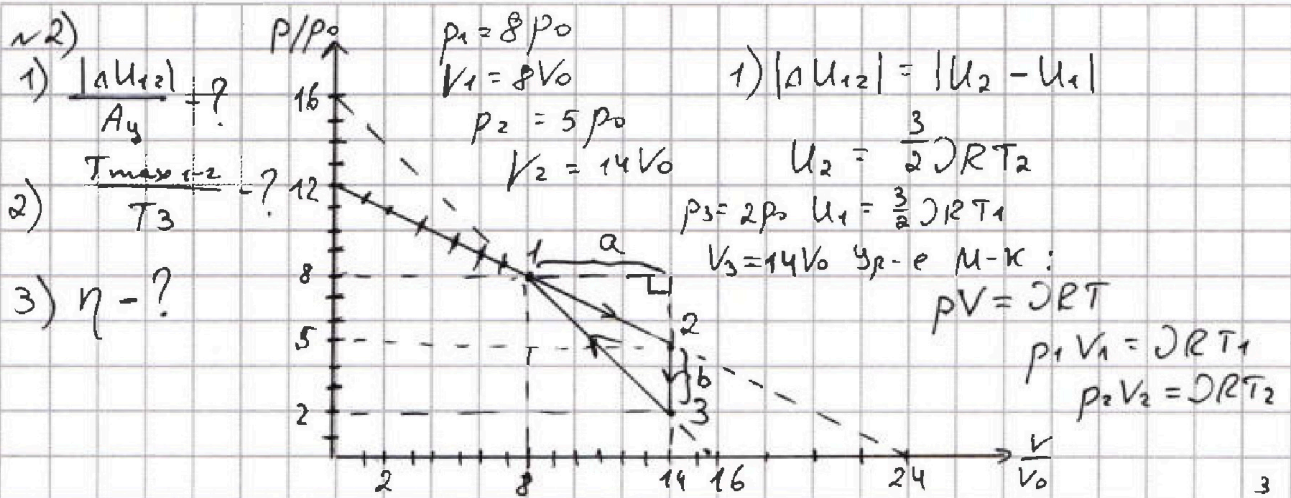


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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



$$\mathcal{D}RT_1 = 64 p_0 V_0 \quad |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} (\mathcal{D}RT_2 - \mathcal{D}RT_1) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = 9 p_0 V_0$$

$$\mathcal{D}RT_2 = 70 p_0 V_0$$

$A_y$  - площадь фигуры на графике.  $A_y = \frac{1}{2} a \cdot b$

$$a = V_2 - V_1 = 14V_0 - 8V_0 = 6V_0 \quad A_y = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 3p_0 = 9p_0 V_0$$

$$b = |p_3 - p_2| = 5p_0 - 2p_0 = 3p_0 \quad \frac{|\Delta U_{12}|}{A_y} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

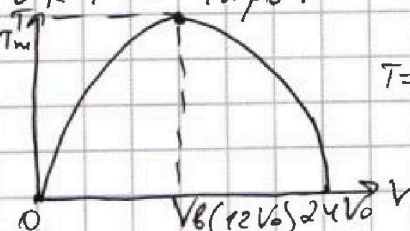
2) Найдем  $T_3$ :  $p_3 V_3 = \mathcal{D}RT_3 \Rightarrow T_3 = \frac{p_3 V_3}{\mathcal{D}R} = \frac{28 p_0 V_0}{\mathcal{D}R}$

Найдем  $T_{max}$  в процессе 1-2:  $p(V) = p_0 - kV$

$k$  из графика:  $k = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$   $p(V) = 12 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$

$p_1 = 12 p_0$  Дана 1-2:  $pV = \mathcal{D}RT \Rightarrow 12 p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 = \mathcal{D}RT$

$$T(V) = \frac{p_0 (12V - \frac{V^2}{2V_0})}{\mathcal{D}R}$$



$T=0$  при  $V=0$   
и  $12V - \frac{V^2}{2V_0} = 0$

$$\frac{V}{2V_0} = 12 \Rightarrow V = 24V_0$$

Т.к. парабола симм-на от-но  $V_B \Rightarrow V_B = 12V_0$

при  $V = 24V_0$

$$T_{max} = T(12V_0) = \frac{p_0 \cdot (12 \cdot 12V_0 - \frac{(12V_0)^2}{2V_0})}{\mathcal{D}R} = \frac{72 p_0 V_0}{\mathcal{D}R}$$





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  
2 из 3

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

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1$

$$T_{\max} = \frac{72 p_0 V_0}{28 p_0 V_0} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

2)  $\frac{T_{\max 1-2}}{T_3} = \frac{18}{7}$

3)  $\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$  В процессе 2-3:  $Q_{23} = Q_{\pi}$  т.к.  $T \downarrow$  и  $C = \text{const} = \frac{3}{2} R$   
Найдем  $Q_{12}$ :

$$Q = \Delta U + A$$

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$dU = \frac{3}{2} p R dT$$

$$\delta A = p dV$$

$$d(pRT) = d(pV)$$

$$pR dT = p dV + V dp$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

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

$$dp = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot dV$$

$$\delta Q = \frac{1}{2} \left( 5 \cdot \left( 12 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{1}{2} V \right) \cdot dV + 3 \left( -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot dV \right) \cdot V \right)$$

$$\delta Q = 30 p_0 dV - 2 p_0 V dV \rightarrow \text{интегрируем:}$$

$$Q = \int_{8V_0}^V 30 p_0 dV - \int_{8V_0}^V \frac{2 p_0 V}{V_0} dV = 30 p_0 (V - 8V_0) - \frac{2 p_0}{2 V_0} (V^2 - (8V_0)^2)$$

$$Q = 30 p_0 V - 240 p_0 V_0 + \left( \frac{p_0}{V_0} V^2 + \frac{64}{32} p_0 V_0^2 \right) \cdot \frac{1}{V_0}$$

$$Q = 30 p_0 V - 240 p_0 V_0 - \frac{p_0}{3 V_0} V^2 + 89 p_0 V_0$$

$$Q(V) = p_0 \left( \frac{V^2}{3 V_0} + 30V - \frac{208}{3} V_0 \right) \text{ - зав-ть суммарного } Q \text{ от } V$$

это парабола. Найдем при каком  $V$   $Q_{\text{сум}} \rightarrow \text{max}$

$$\frac{V}{3} = \frac{-30}{-2} V_0 = 15 V_0 \Rightarrow \text{В процессе}$$

1-2 газ все время будет нагреваться.

$$Q_{12} = p_0 \left( \frac{15 V_0}{3} + 30 \cdot 15 - \frac{208}{3} V_0 \right) = 49 p_0 V_0$$

Продолжение см. на другом листе.





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

№2) Рассмотрим процесс 3-1:

$$p(V) = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0}V \Rightarrow dp = -\frac{p_0}{V_0}dV$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta Q = \delta A + dU \\ dU = \frac{3}{2}DRdT \\ \delta A = pdV \\ DRdT = pdV + Vdp \end{array} \right. \Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp;$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left( 16p_0 - \frac{p_0}{V_0}V \right) dV + \frac{3}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0}dV \right) \cdot V$$

$$\delta Q = 40p_0 dV - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV = 40p_0 dV - 4 \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$Q = \int_{8V_0}^{14V_0} 40p_0 dV - 4 \frac{p_0}{V_0} \int_{8V_0}^{14V_0} V dV = 40p_0 (V - 8V_0) - 4 \frac{p_0}{V_0} \left( \frac{V^2}{2} - \frac{(8V_0)^2}{2} \right)$$

$$Q = 40p_0 V - 320p_0 V_0 - \frac{2p_0}{V_0} \cdot V^2 + 128p_0 V_0 =$$

$$= -\frac{2p_0}{V_0} V^2 - 192p_0 V_0 + 40p_0 V$$

$$Q \rightarrow \max \text{ при } V = -\frac{-40p_0}{2 \cdot \frac{2p_0}{V_0}} = 10V_0$$

$\Rightarrow$  от  $14V_0$  до  $10V_0$  газ ~~огрет~~ <sup>отдаёт</sup> ~~получает~~ <sup>темно</sup> ~~темно~~ <sup>темно</sup> ~~темно~~ <sup>темно</sup>

$$Q_{и31} = 40p_0 (10V_0 - 8V_0) - \frac{2p_0}{V_0} \cdot \frac{1}{2} \left( (10V_0)^2 - (8V_0)^2 \right) =$$

$$= 80p_0 V_0 - 72p_0 V_0 = 8p_0 V_0$$

Получать тепло  
раз нагрев от  $10V_0$   
до  $8V_0$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 43p_0 V_0 + 8p_0 V_0 = 51p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_4}{Q_H} = \frac{3p_0 V_0}{51p_0 V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 3)  ~~$\eta = \frac{3}{17}$~~   $\eta = \frac{3}{57}$





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!

14) Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

S

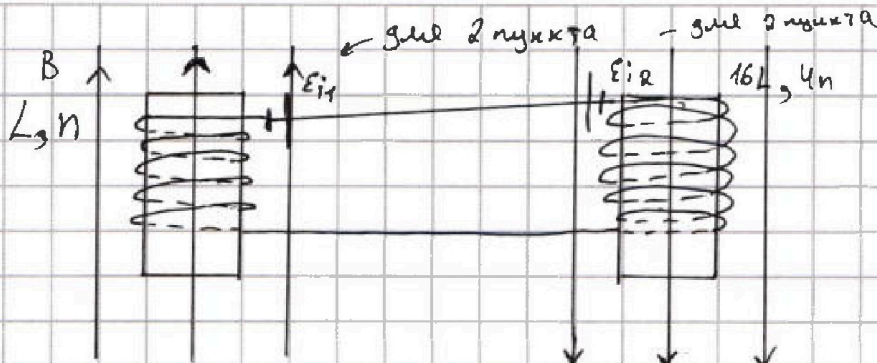
1)  $|I'|$  - ?

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha, \uparrow$$

$$2) B_0 \rightarrow B_0/3 \quad (\uparrow)$$

$$3B_0 \rightarrow 3B_0/4$$

I - ?



1) Рассмотрим один виток первой катушки:

Вид сверху

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



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = B \cdot S$$

т.к.  $\vec{n} \uparrow \uparrow \vec{B}$

$$\epsilon_i = - \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} = - S \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

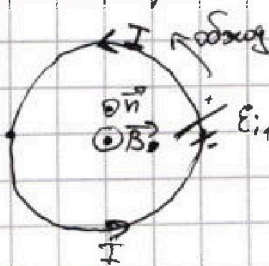
$\epsilon_i$  получили отриц. т.к.

ток течет против обхода. Возьмем  $\epsilon_i$  по модулю

$$\epsilon_i = B \cdot S \cdot \alpha \text{ - от одного витка } \Rightarrow \text{от } n \text{ витков полное } \epsilon_{i_{\text{пол}}} =$$

$$= S \cdot \alpha \cdot n; \quad \epsilon_{i_{\text{пол}}} = \pm L I' \Rightarrow |I'| = \frac{\epsilon_{i_{\text{пол}}}}{L} = \frac{S \cdot \alpha \cdot n}{L}$$

2) Рассмотрим один виток первой катушки:



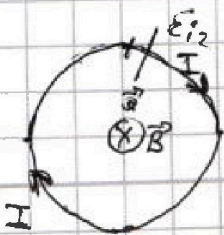
$$\epsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}; \quad \Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = B \cdot S$$

$$\epsilon_{i_1} = - \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} = - S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad \text{- } \epsilon_i \text{ от одного}$$

$$\Rightarrow \text{от } n \text{ витков } \epsilon_{i_{\text{пол}}} = - S \cdot n \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\epsilon_{i_{\text{пол}}} = L I' \Rightarrow I'$$

Рассмотрим один виток второй катушки



$$\epsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, \quad \Phi = B \cdot S$$

$$\epsilon_i = - S \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad \text{- от одного витка } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{от } 4n \text{ витков } \epsilon_{i_2} = - S \cdot 4n \frac{\Delta B}{\Delta t}$$





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!

На рисунках  $\lambda$  обозначим  $\mathcal{E}_i$ , где  $\mathcal{E}_{i,1}$  - падкая  $\mathcal{E}_i$  от левой катушки, а  $\mathcal{E}_{i,2}$  - падкая  $\mathcal{E}_i$  от второй катушки.

Эти  $\mathcal{E}_i$  будут стараться ехать теми же самыми сторонами

$$\mathcal{E}_{\text{экв}} = \mathcal{E}_{i,1} - \mathcal{E}_{i,2}. \text{ Т.к. выгале тока нет } \Rightarrow L_{\text{экв}} = L_1 + L_2 =$$

$$= L + 16L = 17L$$

$$\mathcal{E}_{\text{экв}} = L_{\text{экв}} I' ; \quad I' = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{экв}} \Delta t = 17L \cdot \Delta I$$

$$(\mathcal{E}_{i,1} - \mathcal{E}_{i,2}) \Delta t = 17L \cdot \Delta I ; \quad \mathcal{E}_{i,1} = -S_n \cdot \frac{\Delta B_1}{\Delta t}$$

$$\frac{-S_n}{\Delta t} \Delta t (\Delta B_1 - 4 \Delta B_2) = 17L \Delta I ; \quad \mathcal{E}_{i,2} = -4 S_n \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$$

$$-S_n (\Delta B_1 - 4 \Delta B_2) = 17L \Delta I \quad - \text{просуммируем от начала до конца.}$$

$$-S_n \Delta B_1 + 4 S_n \Delta B_2 = 17L I \quad - \text{тока выгале не было}$$

$$-S_n \left( \frac{B_0}{3} - B_0 \right) + 4 S_n \left( \frac{3B_0}{4} - 3B_0 \right) = 17L I \quad | : S_n$$

$$\left( B_0 - \frac{B_0}{3} \right) - 4 \left( 3B_0 - \frac{9B_0}{4} \right) = 17 \frac{L I}{S_n} ;$$

$$\frac{2}{3} B_0 + 3 B_0 = 17 \frac{L I}{S_n} \Rightarrow -\frac{7}{3} B_0 = 17 \frac{L I}{S_n}$$

$$I = -\frac{17 \cdot 7 B_0 \cdot S_n}{17 \cdot 3 L} = -\frac{7 B_0 S_n}{153 L}$$

Ток получился отрицательным  $\Rightarrow$  Он течёт против  $\mathcal{E}_{i,1}$

Ответ: 1)  $|I'| = \frac{S_n \cdot \Delta B_n}{L}$

2)  $|I| = \frac{7 B_0 S_n}{153 L}$





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!

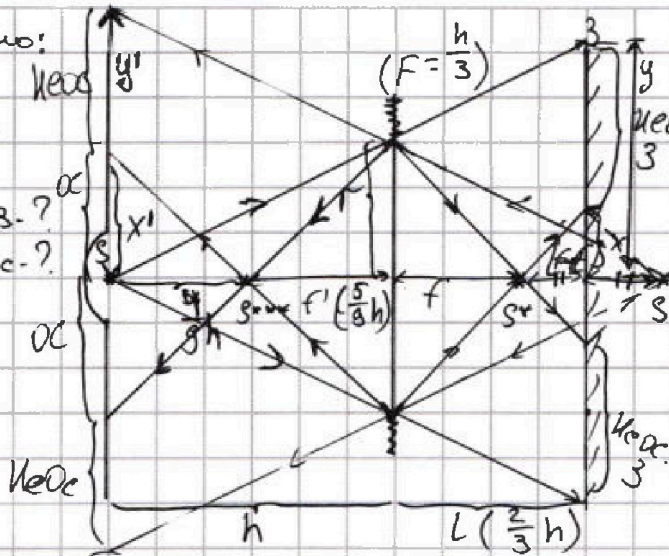
5) Дано:

$$F = \frac{h}{3} \text{ мкс}$$

$$r = 5 \text{ см}$$

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

1) Sнеос. 3. ?  
2) Sнеос. с. ?



1) Найдем изображение  $S^*$  мкс. путем.  $S$  в линзе.

3) т.к.  $d = h > F = \frac{h}{3} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  изображение действ.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{h}{3} \cdot h}{h - \frac{h}{3}} = \frac{h^2/3}{\frac{2h}{3}} = \frac{h}{2}$$

Изобразим окуляр.

2) Из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{f}{F} = \frac{r}{x} = \frac{h/2}{h/6} = 3 \Rightarrow x = \frac{r}{3}$$

Из подобия:

$$\frac{h+L}{h} = \frac{y}{r} \Rightarrow \frac{y}{r} = \frac{5}{3} \Rightarrow y = \frac{5}{3}r$$

$$S_{\text{неос. 3}} = \frac{25}{9} \pi r^2 - \frac{1}{9} \pi r^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{248}{9} \cdot 25 \cdot \pi = \frac{200}{3} \pi$$

$$S_{\text{неос. 3}} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

3)  $S_{\text{неос. 3}} = S_y - S_x$

$$S_y = \pi \cdot y^2 = \frac{25}{9} \pi r^2$$

$$S_x = \pi x^2 = \frac{1}{9} \pi r^2$$

4) Изображение  $S^{**}$  предмета  $S^*$  в зеркале будет мнимым и будет находиться на таком же расстоянии от зеркала, как и  $S^{**}$ . Изобразим  $S^{**}$ .

5) Найдем изображение  $S^{***}$  действ. предмета  $S^{**}$  дил. л.

$$d' = L + f - F = 2L - f = 2 \cdot \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{4}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{8-3}{6}h$$

$$d' = \frac{5}{6}h. \quad \text{т.к. } d' > F \Rightarrow \text{изображение } S^{***} \text{ - действ.}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{Fd'}{d' - F} = \frac{5}{9}h$$





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 подобия  $\Delta$ :

$$\frac{y'}{r} = \frac{h+2L-f}{2L-f} = \frac{11}{5} \Rightarrow y' = \frac{11}{5}r = 11 \text{ см}$$

Из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{f'}{h-f'} = \frac{r}{x'} \Rightarrow \frac{r}{x'} = \frac{5}{4} \Rightarrow x' = \frac{4}{5}r = 4 \text{ см}$$

$$S_{\text{неос.с}} = \pi y'^2 - \pi x'^2 = \pi (11^2 - 4^2) = 105\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $S_{\text{неос.з}} = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2$

2)  $S_{\text{неос.с}} = 105\pi \text{ см}^2$



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!

$$\frac{5 \cdot 12 \rho_0 d V}{2} - \frac{\rho_0 V d V}{4 V_0} + \frac{3 \rho_0 V d V}{4 V_0}$$

$$30 \rho_0 d V - \rho_0 V d V$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ - 32 \\ \hline 208 \end{array}$$

Из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{y'}{r} = \frac{h + L + L - f}{L + L - f} = \frac{h + 2L - f}{2L - f}$$

$$\Rightarrow \frac{h + \frac{4}{3}h - \frac{h}{2}}{\frac{4}{3}h - \frac{h}{2}} = \frac{11h}{5h} = \frac{11}{5}$$

$$15^2 - 2 \cdot 15^2 = -15^2$$

не забыть, что мизга-круг!

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d - F}$$

$$f = \frac{h}{h}$$

$$\frac{h^3}{2} - \frac{2L^2}{3}h = \frac{3-4}{6} = \frac{1}{6}h$$

$$\frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{8-3}{6} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{16}{6} = \frac{11}{6}$$

$$y' = \frac{11}{5}r = 11 \text{ см}$$

$$\begin{array}{r} 22 \cdot 5 \\ - 176 \\ \hline 49 \\ 320 \\ - 128 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\frac{5}{3}h$$

$$\frac{24}{25} \times \frac{25^4}{8}$$

$$\frac{h}{3} \cdot \frac{5}{6}h = \frac{5}{36}h^2 = \frac{5}{9}h$$

$$\frac{h}{6h} - \frac{h^2}{3} = \frac{1}{2}h$$

Из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{f'}{h-f'} = \frac{r}{x'} \Rightarrow \frac{r}{x'} = \frac{5}{4} = \frac{5}{4} \Rightarrow x' = \frac{4}{5}r = 4 \text{ см}$$

$$(11-4)(11+4) = 7 \cdot 15$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ - 8 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 7 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 5 = \frac{5}{4} V d V = 2 V d V$$

$$16 \rho_0 - kV$$

$$16 \rho_0 - \frac{\rho_0}{V_0} V$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ - 64 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\frac{64}{2} = 32$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 4 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ + 70 \\ \hline 105 \\ - 225 \end{array}$$

$$2 \cdot (100 - 64) = 72$$

$$\begin{array}{r} 320 \\ - 128 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$15^2 - 15^2 \cdot 2 = -15^2$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 64 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$40 \mid 2$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ - 176 \\ \hline 49 \end{array}$$





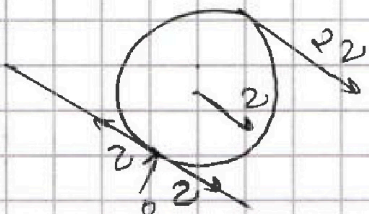
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



$$2mg \cdot \sin \alpha_2 + F_{TP} = 2mg_2$$

$$F_{TP} = 2m \left( \frac{g}{4} - g \cdot \frac{5}{13} \right) =$$

$$= \frac{13}{13}$$

$$\frac{7}{26} mg \cdot \cos \alpha_2 - \frac{24}{13} mg \cdot \frac{4}{13} \sin \alpha_2 - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} \cos \alpha_2 + \frac{4}{5} mg \cdot \sin \alpha_2$$

$$\frac{7}{26} \cdot \frac{13}{13} mg - \frac{24}{13} \cdot \frac{4}{13} mg - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg - F_{TP} = 0$$

$$\left( \frac{7 \cdot 6 \cdot 13^2}{13^2} - \frac{24 \cdot 5 \cdot 13^2}{13^2} - \frac{9 \cdot 4 \cdot 13}{5^2 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3 \cdot 13^2}{5^2} \right) mg = F_{TP} \cdot 3$$

$$F_{TP} \cdot 3 = \frac{42 \cdot 5^2 - 24 \cdot 5^3 - 9 \cdot 4 \cdot 13 + 4 \cdot 3 \cdot 13^2}{13^2}$$

$$= \frac{(42 - 24 \cdot 5)}{13^2} + \frac{(4 \cdot 3 \cdot 13 - 9 \cdot 4)}{5^2}$$

$$= \frac{6}{13} + \frac{24}{5}$$

$$\frac{24 \cdot 13}{5} - \frac{6 \cdot 13}{13} = \frac{312 - 78}{65 \cdot 13}$$

$$\frac{234}{5 \cdot 13} = \frac{234}{65} mg$$

$$\frac{234}{26} \cdot \frac{13}{2}$$

$$\frac{11}{20} = \frac{20}{20}$$

$$12^2 - \frac{12^2}{2} = 12^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 144 \cdot \frac{1}{2} = 72$$

$$T_m = \frac{72 \cdot 10}{0.8}$$

$$T_3 = \frac{28 \cdot 10}{0.8}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 5 \\ \hline 120 \\ \times 13 \\ \hline 156 \\ \times 13 \\ \hline 2016 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 156 \\ \times 6 \\ \hline 936 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 13 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$(14 - 10)(14 + 10) + \frac{64}{113}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 4 \\ \hline 96 \end{array}$$



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!

$$12 B_0 - 9 B_0 = 3 B_0$$

$$\begin{matrix} 13 & 2 \\ 3 B_0 & - 3 B_0 = \frac{7}{9} B_0 \end{matrix}$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ \times 9 \\ \hline 153 \end{array}$$

$$\varphi = BS$$

$$\Delta \varphi = E \Delta t$$

$$\Delta BS \cdot n = L I \Rightarrow$$

$$\Delta l = \beta E d r$$

