

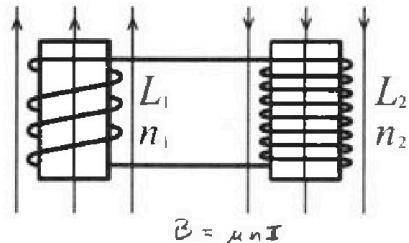
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt} \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -S \Delta B$$

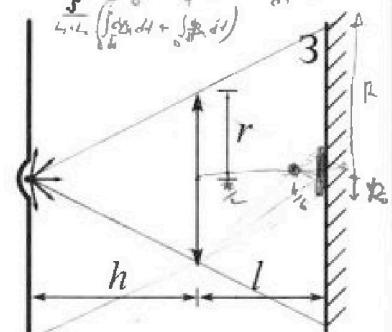


- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha$  ( $\alpha > 0$ ), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция 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 изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_1(t) + \int_{t_1}^t \frac{dI}{dt} dt = \int_0^t \frac{dI}{dt} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^t \mathcal{E}_{\text{общ}} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^t \frac{\mu_0 (n_1 + n_2)}{S} (\frac{\partial B_1}{\partial t} + \frac{\partial B_2}{\partial t}) dt$$

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.

$$f = \frac{r}{h} = \frac{5}{h} = 2 \cdot \frac{5}{2h}$$



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.

- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

$$S_{\text{стен}} = (h \cdot l) f_{\text{стен}} = \frac{10}{3} h \cdot 2 \cdot \frac{10}{3} = \frac{100}{9} h^2$$

$$\frac{l}{d} = \frac{f}{h} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \\ &= \frac{10}{3} \cdot \frac{1}{h} \cdot k \cdot 2 \cdot \left(\frac{5}{h}\right)^2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{5}{3} \pi \\ S_1 &= \pi \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^2 \cdot 2^2 = \frac{25}{9} \pi \cdot 4 = \frac{100}{9} \pi \\ S_2 &= \pi \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{h} \cdot 2^2 = \frac{25}{9} \pi \cdot \frac{4}{h} = \frac{100}{9} \pi \cdot \frac{4}{h} \\ \mathcal{E}(t) &= B_0 \frac{dI}{dt} + \mu_0 I(r) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -6 \frac{dI}{dt} &= \mathcal{E}_1 = -S \cdot \frac{d}{dt} (B_1 - \mu_0 I) = -dS + \mu_0 I \frac{dI}{dt} \\ B_1 &= B_{10} + dI \\ B_2 &= B_{20} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= -L_1 \frac{dI}{dt} \\ U &= Z \cdot I = i \omega L \cdot I = 4 \\ I &= (i \omega L)^{-1} e^{i \omega t} \\ U &= L \frac{dI}{dt} = i \omega L \cdot e^{i \omega t} \\ \mathcal{E} &= -L_1 \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= -\frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1 \frac{dI}{dt} \\ \mathcal{E}_2 &= -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt} \\ S_2 f &= -\mu_0 S \frac{dI}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt} \\ -2S - \mu_0 S \frac{dI}{dt} &= -L_1 \frac{dI}{dt} \\ -\mu_0 S \frac{dI}{dt} &= L_2 \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= -L_1 \frac{dI}{dt} \\ \mathcal{E}_2 &= -L_2 \frac{dI}{dt} \\ B_1 &= \mu_0 I, \\ B_2 &= \mu_0 I, \end{aligned}$$

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Физика

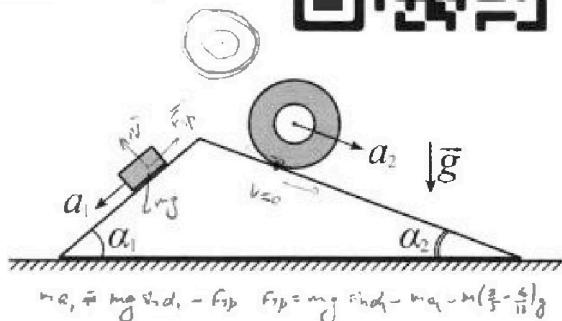
## Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.



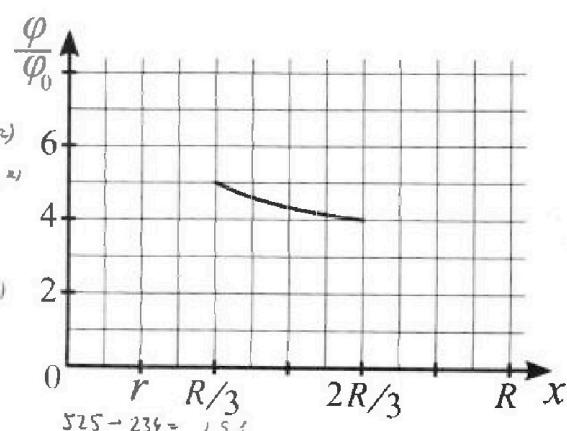
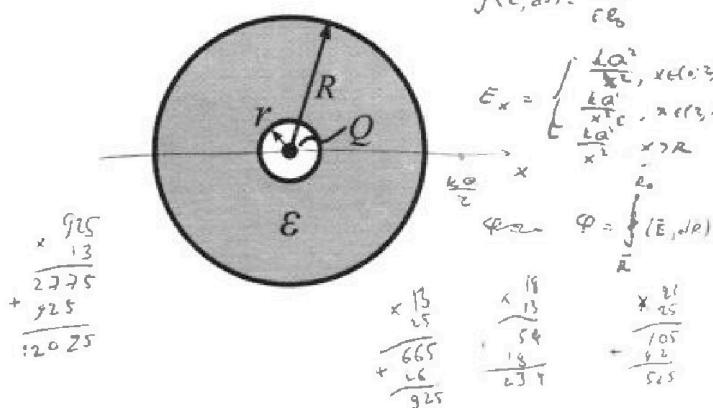
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

- 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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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.

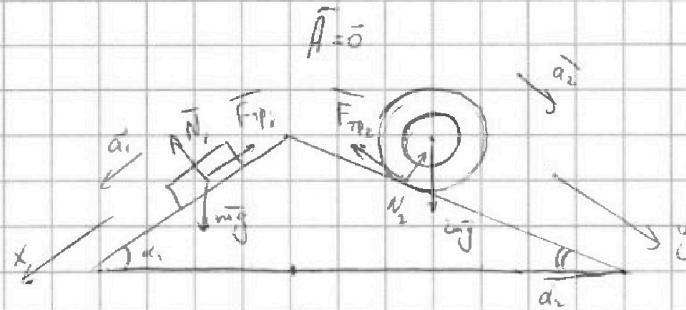


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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!

1.



Дано:

$$\begin{aligned} m \cdot g & \\ \alpha_1 = \frac{6}{13} & \quad \alpha_2 = \frac{2}{5} \\ \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} & \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} \\ \sin \alpha_2 = \frac{6}{13} & \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13} \end{aligned}$$

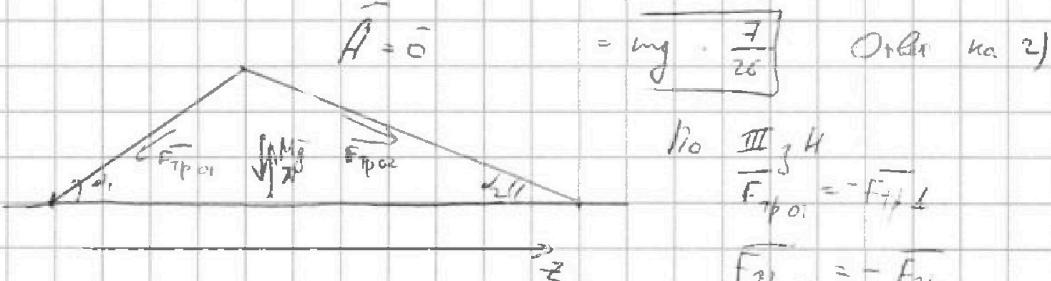
$$II_1: K. g_{\text{нр}} \text{ физика } \bar{m}g + \bar{N}_1 + \bar{F}_{Tp1} = m\bar{a}_1$$

$$\begin{aligned} "X": \quad m g \sin \alpha_1 - F_{Tp1} &= m a_1 \Rightarrow F_{Tp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = \\ &= m g \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = m g \cdot \frac{39-30}{65} = \boxed{\frac{9}{65} m g} \quad (\text{Ответ № 1}) \end{aligned}$$

Т. о. 3-м. гнр. физика:

$$2m\bar{a}_2 = 2m\bar{g} + \bar{F}_{Tp2} + \bar{N}_2$$

$$+ Y: \quad \Sigma m_{\text{нр},2} = 2m g \cos \alpha_2 - F_{Tp2} \Rightarrow F_{Tp2} = 2m g \left( \frac{4}{5} - \frac{1}{13} \right) = m g \left( \frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) =$$



$$III_3: \quad \frac{F_{Tp01}}{F_{Tp02}} = -\frac{F_{Tp1}}{F_{Tp2}}$$

$$\bar{F}_{Tp02} = -\bar{F}_{Tp2}$$

III\_3: гнр. физика

$$\bar{o} = M\bar{A} = M\bar{g} + \bar{N} + \bar{F}_{Tp01} + \bar{F}_{Tp02} + \bar{F}_{Tp}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow: \quad -F_{Tp01} \cdot \cos \alpha_2 + F_{Tp02} \cdot \cos \alpha_2 + F_{Tp2} &= 0 \Rightarrow F_{Tp2} = m g \left( \frac{9}{65} - \frac{1}{5} - \frac{7}{25} \frac{2}{13} \right) \\ &= m g \cdot \frac{1}{5} \left( \frac{36}{65} - \frac{42}{13} \right) = m g \cdot \frac{2}{13} \left( \frac{18}{25} - \frac{21}{13} \right) = -m g \cdot \frac{2}{13} \cdot \frac{225 + 515}{325} = \\ &= -m g \cdot \frac{2}{13} \cdot \frac{740}{325} = -\frac{582}{12.025} m g \Rightarrow \boxed{F_{Tp} = \frac{582}{12.025} m g} \quad (\text{Ответ № 3}) \end{aligned}$$



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$Q = \dot{S}U + A \quad \text{I з-н 1-го модуля.}$$

$$Q_{\text{вн}} = \dot{S}U^{\circ} + A^{\circ} < 0$$

Нет  $\dot{S}_1$ , значит,  $Q < 0$

$1 \rightarrow 2$  цир. вакуум при работе  $1 \rightarrow 2$ , значит,  $Q > 0$  и на калькул.

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \dot{S}U_2 + A_{12} = \frac{3}{2}\dot{S}(RT) + S_{\text{вн}} = \frac{3}{2}\dot{S}(pV) + \frac{5p_0 + 8p_0}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) = \\ &= \frac{3}{2}(5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) + 13p_0 \cdot 3V_0 = 3 \cdot p_0 V_0 (35 - 32 + 13) / 16 = 48p_0 V_0 \end{aligned}$$

$3 \rightarrow 1$  тоже вакуум при работе  $3 \rightarrow 1$ , значит,  $Q < 0$  и на калькул.

$$\Rightarrow |Q_{31}| = Q_{31} = 48p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{использов.}}}{|Q_{31}|} = \frac{9p_0 V_0}{48p_0 V_0} = \frac{3}{16}$$

$$\eta \text{ Отв: } \frac{3}{16}.$$

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.



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

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!

2.

№ 2 задача  
 $p_1 = 8p_0$      $V_1 = 8V_0$   
 $p_2 = 5p_0$      $V_2 = 14V_0$   
 $p_3 = 2p_0$      $V_3 = 14V_0$

Работа за цикл — площадь треугольника (изолирован, т.к. собор не занесен).

$$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h. В \triangle \text{ основание } a = p_2 - p_3 = 3p_0, \text{ высота } h = V_1 - V_3 = 6V_0$$

$$A_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

$$U = \frac{3}{2} DRT \quad (\text{энергия отвода из газа}) \quad pV = DRT \quad (\text{уп-ие М-к})$$

$$\Rightarrow U = \frac{3}{2} pV \Rightarrow 8U = \frac{3}{2} S(pV) \Rightarrow 8U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = 3 (35p_0 V_0 - 32p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

1) Определение температуры в точке 1:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = 1.$$

2) Число процессов  $1 \rightarrow 2$  одинаково:

$$\frac{p_2 - p_1}{p_2 - p_3} = \frac{V_2 - V_1}{V_2 - V_3} \Rightarrow \frac{p_2 - 8p_0}{-3p_0} = \frac{V_2 - 8V_0}{6V_0} \Rightarrow 2(p_2 - 8p_0) = 8V_0 - p_0 V_0$$

$$\Rightarrow p_2 = 8 + p_0 \cdot \left(8 + \frac{1}{2} \cdot \frac{8V_0 - V_0}{V_0}\right) = p_0 \left(12 - \frac{1}{2} \frac{V_0}{V_0}\right)$$

$$\Rightarrow DRT = pV = p_0 \left(12V_0 - \frac{1}{2} \frac{V_0^2}{V_0}\right) \quad T \rightarrow \max \Leftrightarrow 12V_0 - \frac{1}{2} \frac{V_0^2}{V_0} \rightarrow \max$$

$$y = 12x - \frac{x^2}{2V_0} \quad \text{нарастающая кривая максимума} \quad \text{б) } x = \frac{12}{2 \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{V_0}} = 12V_0$$

$$DRT \approx DRT(\text{ макс.}) = p_0 \left(12 \cdot 12V_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{144V_0^2}{V_0}\right) = 72p_0 V_0 \Rightarrow \tilde{T} = \frac{72p_0 V_0}{2R}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{2R} = \frac{2p_0 \cdot 14V_0}{2R} = \frac{28p_0 V_0}{2R} \Rightarrow \frac{\tilde{T}}{T_3} = \frac{\frac{72}{2R}}{\frac{28}{2R}} = \frac{18}{7}.$$

2) Определение  $\frac{f}{T}$ .



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

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!

$$\varphi\left(\frac{1}{3}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} \left( \frac{3}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon} \right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} \left( 1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{16}{3}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} \left( \frac{3}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon} \right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\Omega}{\varepsilon} \left( 1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi\left(\frac{16}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{1}{3}\right)} = \frac{\varphi\left(\frac{16}{3}\right)}{\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0}{\varphi\left(\frac{1}{3}\right)} = \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{2}{\varepsilon}} = \frac{5}{4}$$

Числу

$$\Rightarrow \frac{2\varepsilon + 4}{2\varepsilon + 1} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow 8\varepsilon + 16 = 10\varepsilon + 5 \Leftrightarrow 2\varepsilon = 11 \Leftrightarrow \boxed{\varepsilon = 5.5}$$

Ответ на 2)

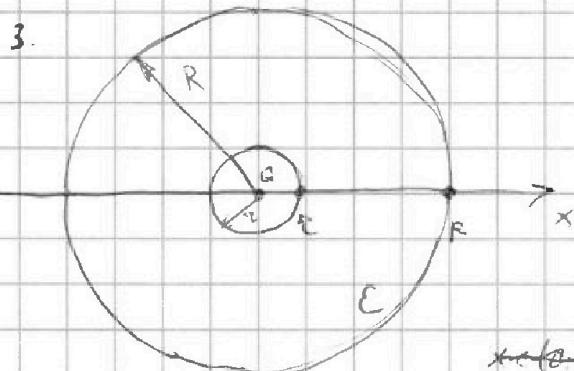
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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!



Дано:  $R, r, Q, \epsilon$   $x_0 = \frac{5R}{6}$

Найти:  $\varphi(x)$

$$\text{7. Гаусс} \quad \oint_{\Gamma_1} (\vec{E} \cdot d\vec{s}) = \frac{Q_0}{\epsilon_0 \cdot R}$$

найдем. Выберем в качестве  $\Gamma_1$  сферу

с центром на заряде и радиусом  $x$ . Просоходит чётко, значит на поверхности сферы  $\vec{E}$  будет направлен по радиусу и будет равен нулю по всем нормам. тогда  $\oint (\vec{E} \cdot d\vec{s}) = \oint C \cdot ds = E \cdot 4\pi x^2$

$$x \in (0, r) \quad E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2}$$

$$x \in (r, R) \quad E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$$

$$x > R \quad E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

$$\varphi_\infty = 0, \quad \varphi = \frac{Q}{r} = \frac{\int_{R \rightarrow \infty} (F_1 \cdot d\vec{r})}{r} = \frac{1}{r} \int_{R \rightarrow \infty} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) = \int_{R \rightarrow \infty} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r})$$

$$x > R, \quad \int_{x_0}^{\infty} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) = \int_{x_0}^{\infty} \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{x^2} dx = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} Q \cdot \left[ -\frac{1}{x} \right]_{x_0}^{+\infty} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{x_0}$$

$$\int_{\tilde{\Gamma}_1} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) = \int_{P_1}^{P_2} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) + \int_{P_2}^{R} (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) \Rightarrow x \in (r, R); \quad \varphi(x=x_0) = \int_{x_0}^R (\vec{E}_1 \cdot d\vec{r}) + \varphi(x=R).$$

$$= \int_{x_0}^R \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{x^2} dx + \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} = \left[ -\frac{1}{x} \right]_{x_0}^R \cdot \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} + \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} =$$

$$= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R x_0} + \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} \left( 1 - \frac{1}{x_0} \right) = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} + \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} \cdot \alpha \left( \frac{1}{x_0} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi(x=x_0) = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{6Q}{5RE} + \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R} \left( 1 - \frac{1}{x_0} \right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \left( 1 + \frac{1}{5x_0} \right)$$

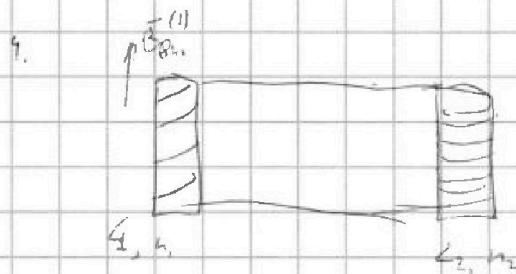


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Задача 1

$$E = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Оп. индуктивн.

$$E = -L \cdot \frac{dI}{dt}$$

1) График изменения тока в обмотке 1

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} = -S \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -LS'$$

Следует определить вспомогательную

$$E = -(L_1 + L_2) \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt} = \frac{-E}{L_1 + L_2} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dS}{dt} = \frac{dS}{174}$$

2)

$$\begin{aligned} I(t) &= I(T) - I(0) = \int_0^T \frac{dI}{dt} dt = \int_0^T -\frac{E}{L_1 + L_2} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T -E dt = \\ &= \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T \frac{d\Phi_{ext}}{dt} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T \left( \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} \right) dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S' \cdot \int_0^T \left( \frac{dB_1}{dt} + \frac{dB_2}{dt} \right) dt \\ &= \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S' \cdot \left( \int_0^T \frac{dB_1}{dt} dt + \int_0^T \frac{dB_2}{dt} dt \right) = \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S' \left( B_{ext}^{(1)}(T) + B_{ext}^{(2)}(T) - B_{ext}^{(1)}(0) - B_{ext}^{(2)}(0) \right) \end{aligned}$$

$$= B_{ext}^{(1)}(0) + B_{ext}^{(2)}(T) \cdot B_{ext}^{(1)}(T) - B_{ext}^{(1)}(0) - B_{ext}^{(2)}(0) =$$

$$= \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S' \left( \frac{B_0}{3} + \mu_0 \cdot H_1 \cdot I(T) - B_0 - 0 + \frac{9}{4} B_0 + \mu_0 \cdot H_2 \cdot I(T) - 3B_0 - 0 \right)$$

$$\Rightarrow I(T) = \frac{\frac{S'}{L_1 + L_2} (H_1 + H_2)}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} \cdot B_0} \Rightarrow \left( \frac{\frac{S'}{L_1 + L_2} (H_1 + H_2)}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} \cdot B_0} - 1 \right) I(T) = \frac{\frac{12}{17} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} B_0}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} B_0}$$

$$\Rightarrow I(T) = \frac{H_1 + H_2}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} (H_1 + H_2) - 1} \cdot B_0 = \frac{12}{17} \cdot \frac{S'/120}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} - 1} \cdot B_0 = \frac{12}{17} \cdot \frac{S'}{\frac{17}{12} \cdot \frac{S'}{L_1 + L_2} - 1} \cdot B_0$$

Ответ на 2)

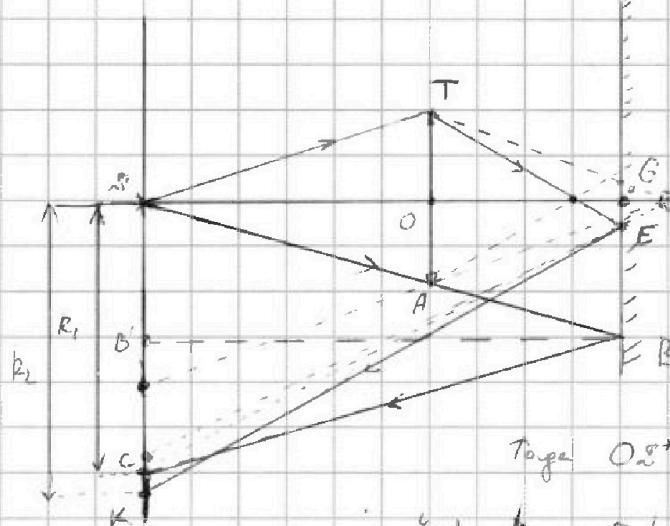


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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!



$$R_2 = GE + (h+l) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ где } \\ \alpha = \angle(TE, \text{ гор}) \\ = \left( \frac{2}{3}h + \frac{2}{f}l \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{2h}{3} + \frac{4l}{3} = \frac{10}{3}h > \frac{10}{3}h = R_1 \\ \Rightarrow R_2 = \frac{10}{3}h > \frac{10}{3}h = R_1$$

Пусть  $S^*$  - искомое изображение действительного изображения  $S$ .

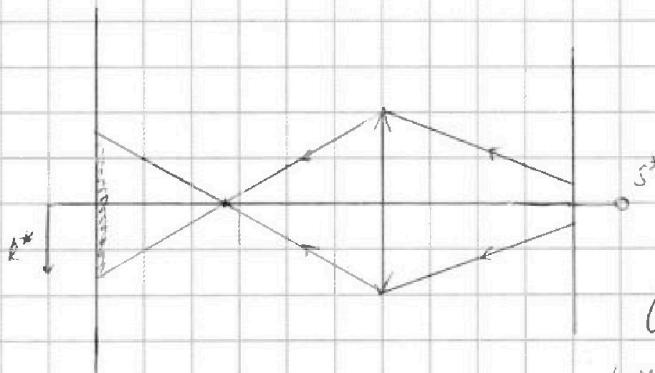
$$\text{Тогда } OS^* = f + 2(l-f) = 2l-f = \\ = \frac{4}{3}h - \frac{h}{3} = \frac{5}{6}h = d^*$$

Угол склонения  $S^*$ , созданный между базой бровки и фасадом:

$$\frac{1}{f^*} = \frac{l}{f} - \frac{1}{d^*} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow f^* = \frac{5}{3}h < h$$

Аналогично получим  $\ell^*$  из  
изображения  $L^*$ :

$$k^* = L \cdot \frac{h-f^*}{f^*} = \frac{5}{3}h$$



Учитывая, что степень криволинейности участка дуги  
коэффициент радиуса кривизны  $R_1 = \frac{10}{3}h$  и  $R_2 = \frac{5}{3}h$

$$S = \pi (L^2 - k^* \ell^*) = \frac{\pi}{225} (100 \cdot 25 - 16 \cdot 9) = \frac{\pi}{225} (2500 - 144) = \frac{\pi}{225} \cdot 2356 = \\ = \sqrt{\pi \cdot \frac{2356}{225} (\text{см}^2)} \leftarrow \text{Ответ на с. 2}\}$$

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.



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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

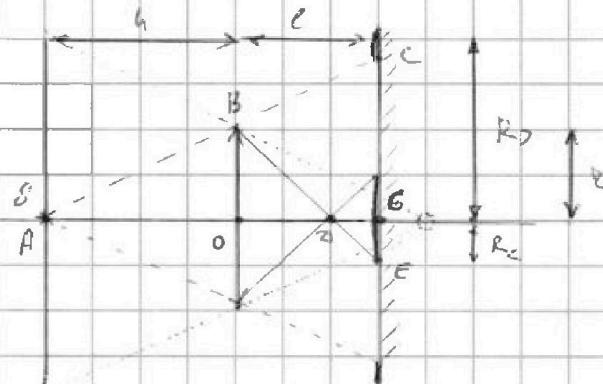
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$h, \ell = \frac{2h}{3}, \pi = 5 \text{ см}$$

$$F = \frac{4\pi h^2}{3}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{q-tu толч. линз}$$



Одно изображение S будет соответствовать выражению на рисунке f.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{3}{4} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2} \text{ - жел. изображ. B.t. D.}$$

$$\triangle ACO \sim \triangle ACG \Rightarrow R_2 = CG = OB \cdot \left(\frac{AC}{AO}\right)^2 = \pi \cdot \frac{h+l}{h} = \pi \left(1 + \frac{l}{h}\right) = \frac{5}{3} \pi$$

$$\triangle BOD \sim \triangle EGD \Rightarrow R_1 = GE = OB \cdot \frac{OD}{GD} = \pi \cdot \frac{l-f}{l} = \pi \left(\frac{l}{f}-1\right) = \pi \left(\frac{2h}{3} - 1\right) = \frac{2\pi}{3}.$$

Несимм. час. зеркала - конус с фокусами  $R_2 = \frac{5}{3} \pi$ ,  $R_1 = \frac{2}{3} \pi$ .

Площадь конуса  $S = \pi \left(R^2 - r^2\right) = \pi \cdot \left(\frac{25}{9} \pi^2 - \frac{4}{9} \pi^2\right) = \frac{8}{3} \pi^2 =$

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

Однозначная задача стояла

ответ на 1)

Несимм. час. зеркала - конус с фокусами

a) Если угол при S между B и C, то изображение от зеркала - конус с фокусами

б) Если угол при S между G и D, то изображение от зеркала - конус с фокусами

в) Если угол при S между B и D, то изображение от зеркала - конус с фокусами

г) Ребро конуса AB - это гипотенуза, которая является (однозначно) Ребро  $R_1 = 8\pi$

$$R_1 = 2GB = 2 \cdot \pi \cdot \frac{h+l}{h} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{10}{3} \pi$$

142

д) Ребро  $R_2$  - Абсцисса, на которой находится конус S, угол при котором однозначно (однозначно)



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!



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!