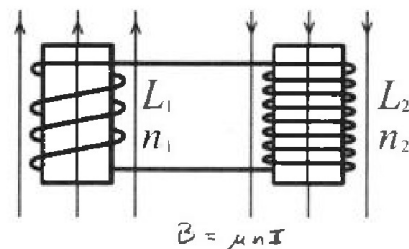


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.



Вначале тока в катушках нет.

$$\mathcal{E} = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - S \cdot \frac{dB}{dt}$$

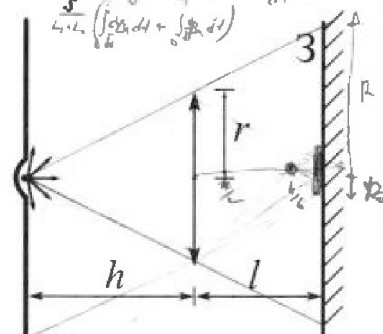
$$B = \mu n I$$

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.

$$I(t_1) - I(t_2) = \int_{t_2}^{t_1} \frac{dI}{dt} dt = \int_{t_2}^{t_1} \frac{d\Phi}{dt} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_{t_2}^{t_1} \left(\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} \right) dt$$

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 3. 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.

$$f_g d = \frac{h^2}{2h} = 2 \cdot \frac{h}{2}$$

$$S_{\text{пол.}} = (h + l) f_g d = \frac{10}{3} \cdot 2 = \frac{20}{3} \text{ см}^2$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{h/3} = \frac{1}{h/3} \Rightarrow \frac{1}{d} = 0 \Rightarrow d = \infty$$

Ответы дайте в см^2 в виде $\gamma \pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

$$\frac{11}{3} \pi \quad \frac{10}{3} \pi \quad \mathcal{E} = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{h} = 0 \Rightarrow f = \frac{h}{2} = 2h/3$$

$$S_1 = \pi \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^2 \cdot 2^2 \quad R_0 = \frac{h}{3} \quad \frac{4+27}{12} \quad \frac{31}{12} = \frac{48}{12} \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = ?$$

$$-L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}_1 = -S \cdot \frac{d(B_1 - \mu n_1 I)}{dt} = -dS + \mu n_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = -S \frac{d}{dt} (B_2 - \mu n_2 I) = +S \mu n_2 \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + \mu n_1 \frac{dI}{dt}$$

$$I = e^{i\omega t}$$

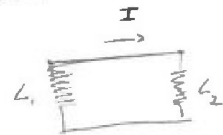
$$U = e^{i\omega t}$$

$$I = (i\omega L)^{-1} e^{i\omega t}$$

$$U = L \frac{dI}{dt} = i\omega L \cdot e^{i\omega t}$$

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

$$B_1 = B_0 + \Delta B \quad B_2 = B_0$$



$$R = i\omega L \quad \Omega = c^2 \Gamma_H \quad \Gamma_H = \frac{\Omega}{c}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d}{dt} (B_1 S_1) =$$

$$= -S_1 \cdot \frac{dB_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$S_2 L$$

$$\mathcal{E}_1 - \mu n_1 S \frac{dI}{dt} = +L_1 \frac{dI}{dt} \quad \mu n_2 S \frac{dI}{dt} = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = -L_1 \frac{dI}{dt} \quad \mathcal{E}_2 = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} \quad \mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt}$$

$$B_1 = \mu n_1 I \quad B_2 = \mu n_2 I$$



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

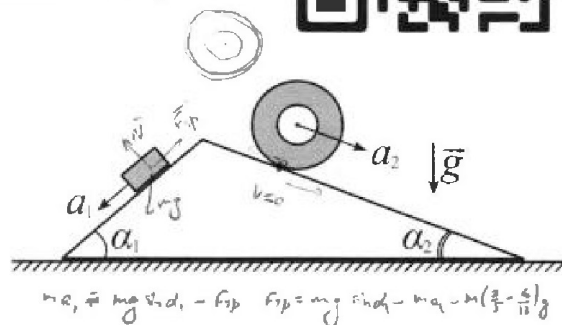
$\vec{F}_t = m \vec{a}_t$



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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

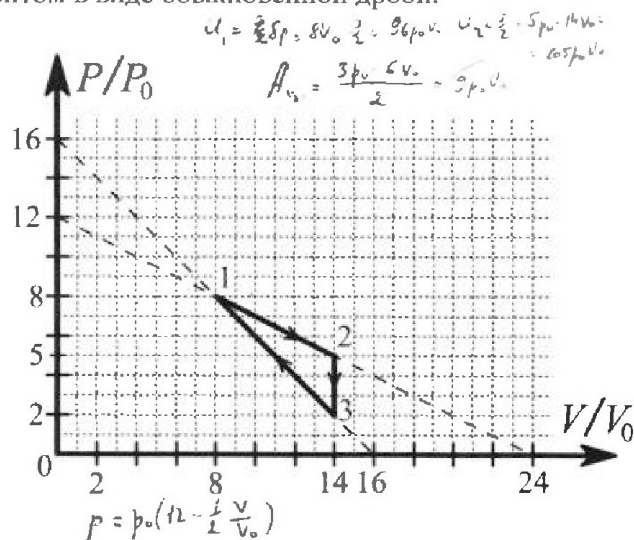


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовыми коэффициентами 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.

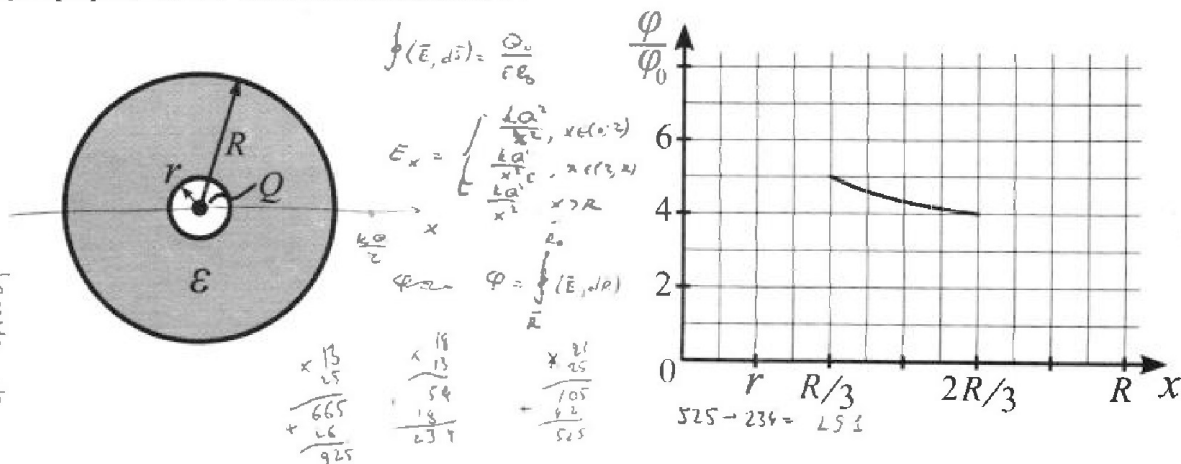
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





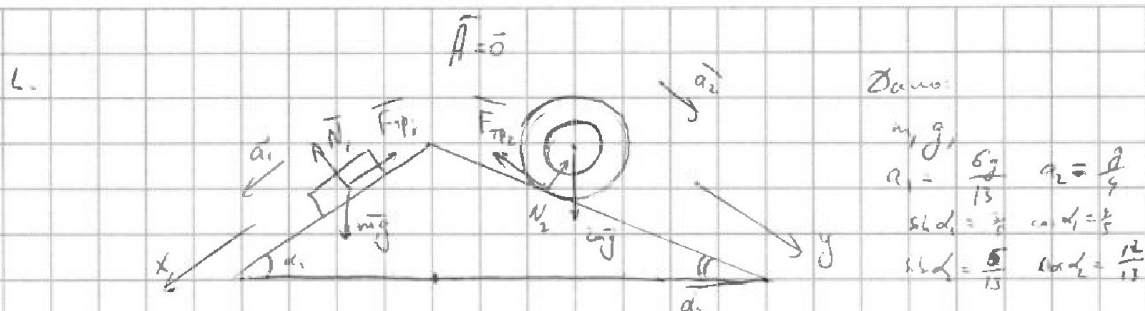
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



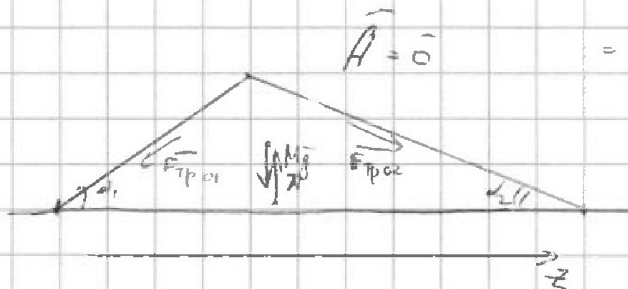
II закон Ньютона $\vec{m}\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{fp1} = m\vec{a}_1$

"x": $mg \sin \alpha_1 - F_{fp1} = ma_1 \Rightarrow F_{fp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$
 $= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \cdot \frac{39-30}{65} = \boxed{\frac{3}{13} mg}$ Ответ на 1)

Т. о. к. м. для цилиндра:

$$2m\vec{a}_2 = 2m\vec{g} + \vec{F}_{fp2} + \vec{N}_2$$

"y": $2ma_2 + 2mg \sin \alpha_2 - F_{fp2} = 0 \Rightarrow F_{fp2} = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{9} \right) = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{9} \right) =$
 $= mg \cdot \frac{7}{26}$ Ответ на 2)



по III закону
 $\vec{F}_{fp01} = -\vec{F}_{fp1}$
 $\vec{F}_{fp02} = -\vec{F}_{fp2}$

II закон Ньютона

$$\vec{0} = M\vec{A} = M\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{fp01} + \vec{F}_{fp02} + \vec{F}_{fp}$$

"z": $-F_{fp01} \cos \alpha_1 + F_{fp02} \cos \alpha_2 + F_{fpz} = 0 \Rightarrow F_{fpz} = mg \left(\frac{9}{65} - \frac{1}{5} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} \right) =$
 $= mg \cdot \frac{1}{13} \left(\frac{36}{25} - \frac{42}{13} \right) = mg \cdot \frac{2}{13} \left(\frac{18}{25} - \frac{21}{13} \right) = -mg \cdot \frac{2}{13} \cdot \frac{582}{525} =$
 $= -mg \cdot \frac{2}{13} \cdot \frac{291}{2625} = -\frac{582}{12025} mg \Rightarrow \boxed{F_{fp} = \frac{582}{12025} mg}$ Ответ на 3)



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!

2.

По условию $p_1 = 8p_0$ $V_1 = 8V_0$
 $p_2 = 5p_0$ $V_2 = 14V_0$
 $p_3 = 2p_0$ $V_3 = 14V_0$

Работа за цикл — площадь треугольника (положительна, т.к. обход по час. стр.).

$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h$. В треугольнике основание $a = p_2 - p_3 = 3p_0$, высота $h = V_2 - V_1 = 6V_0$

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

$U = \frac{3}{2} DRT$ (энергия одноатомного газа) $pV = DRT$ (уравнение М-К)

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

$= \frac{3}{2} \cdot (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = 3 (35p_0 V_0 - 64p_0 V_0) = 9p_0 V_0$

1) Ответ: $\frac{H_{\text{цикл}}}{\Delta U_{12}} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$

Угловой процесс $1 \rightarrow 2$ описывается:

$\frac{p+p_1}{p_1-p_1} = \frac{V-V_1}{V_2-V_1} \Leftrightarrow \frac{p-8p_0}{-8p_0} = \frac{V-8V_0}{6V_0} \Leftrightarrow 2(p-8p_0)V_0 = 8V_0 - pV$

$\Leftrightarrow p = 8p_0 \cdot \left(8 + \frac{1}{2} \cdot \frac{8V_0 - V}{V_0}\right) = p_0 \left(12 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}\right)$

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

$y = 12x - \frac{x^2}{2V_0}$ — квадратная функция, максимум $x = \frac{12}{2 \cdot \frac{1}{2V_0}} = 12V_0$

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

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

2) Ответ: $\frac{18}{7}$



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!

$$\varphi\left(\frac{E}{3}\right) = \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} \left(\frac{3}{r} - \frac{1}{r}\right) = \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} \left(1 + \frac{2}{r}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{2E}{3}\right) = \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} \left(\frac{3}{2r} - \frac{1}{r}\right) = \frac{1}{4\pi E_0} \frac{Q}{r} \left(1 + \frac{1}{2r}\right)$$

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

по формуле

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

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.

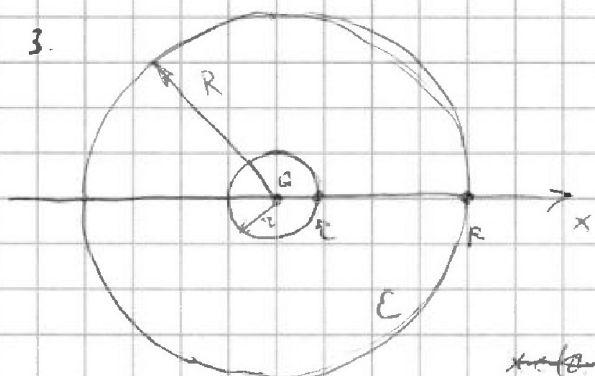
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

3.



Дано: R, Q, ϵ $x_0 = \frac{5R}{6}$

Найти: $\varphi(x)$

т. Гюссса $\oint_{\Gamma_2} (\vec{E}, d\vec{S}) = \frac{Q_0}{\epsilon \epsilon_0}$ сферическая поверхность

~~хотел~~ Выберем в качестве Γ_2 сферу

с центром на заряде и радиусом x . Пространство изотропно, значит на поверхности сферы $\vec{E}$ будет направлен по радиусу и будет равным

на модуль на всей пов-ти. Тогда $\oint (\vec{E}, d\vec{S}) = \oint E \cdot d\vec{S} = E \oint dS = E \cdot 4\pi x^2$

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

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

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

$\varphi_\infty = 0$, $\varphi = \frac{U}{q} = \frac{A_{R \rightarrow R_0}}{q} = \frac{1}{q} \int_R^{R_0} (\vec{E}, d\vec{r}) = \int_{R_0}^R (\vec{E}, d\vec{r})$

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

$\int_{R_1}^{R_2} (\vec{E}, d\vec{r}) = \int_{R_1}^{R_2} (\vec{E}, d\vec{r}) + \int_{R_2}^{R_3} (\vec{E}, d\vec{r}) \Rightarrow x \in (r, R): \varphi(x=x_0) = \int_{x_0}^R (\vec{E}, d\vec{r}) + \varphi(x=R)$

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

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

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



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
☐

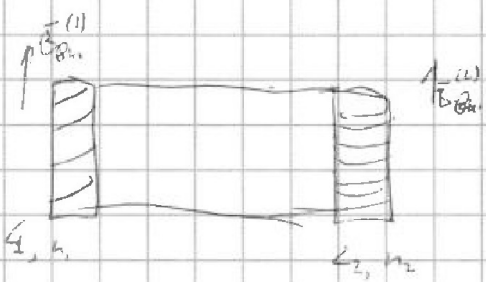
7
☐

СТРАНИЦА

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!

9.



3-й Параллель

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

Офф. индуктивности:

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

1) У нас есть катушка с двумя обмотками, значит, мы имеем индуктивность $\mathcal{E}$:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - S \cdot \frac{dB_m}{dt} = - d\Phi$$

С учетом соотношения в замкнутом контуре:

$$\mathcal{E} = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt} = \frac{-\mathcal{E}}{L_1 + L_2} = \frac{d\Phi}{L_1 + L_2} = \frac{d\Phi}{176}$$

2)

$$\begin{aligned} I(t) &= I(T) - I(0) = \int_0^T \frac{dI}{dt} dt = \int_0^T - \frac{\mathcal{E}}{L_1 + L_2} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T - \mathcal{E} dt = \\ &= \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T \frac{d\Phi}{dt} dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \int_0^T \left(\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} \right) dt = \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S \cdot \int_0^T \left(\frac{dB_1}{dt} + \frac{dB_2}{dt} \right) dt \\ &= \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S \cdot \left(\int_0^T \frac{dB_1}{dt} dt + \int_0^T \frac{dB_2}{dt} dt \right) = \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S \cdot (B_{B_{m1}}^{(1)}(T) + B_{B_{m2}}^{(1)}(T) - B_{B_{m1}}^{(1)}(0) - \\ &- B_{B_{m2}}^{(1)}(0) + B_{B_{m1}}^{(2)}(T) + B_{B_{m2}}^{(2)}(T) - B_{B_{m1}}^{(2)}(0) - B_{B_{m2}}^{(2)}(0)) = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{L_1 + L_2} \cdot S \cdot \left(\frac{B_0}{3} + \mu_0 n_1 I(T) - B_0 - 0 + \frac{2}{3} B_0 + \mu_0 n_2 I(T) - 3B_0 - 0 \right)$$

$$\Rightarrow I(T) = \frac{S \mu_0}{L_1 + L_2} (n_1 + n_2) I(T) - \frac{17}{12} \frac{S}{L_1 + L_2} \cdot B_0 \Rightarrow \left(\frac{S \mu_0}{L_1 + L_2} (n_1 + n_2) - 1 \right) I(T) = \frac{17}{12} \frac{S}{L_1 + L_2} B_0$$

$$\Rightarrow I(T) = \frac{H}{12} \cdot \frac{S / (L_1 + L_2)}{\frac{\mu_0 S}{L_1 + L_2} (n_1 + n_2) - 1} B_0 = \frac{H}{12} \cdot \frac{S / 176}{\frac{\mu_0 S}{176} \cdot 5n - 1} B_0 = \frac{H}{12} \cdot \frac{S}{5\mu_0 S n - 176} B_0$$

О.Г.Е.Т. на 2)



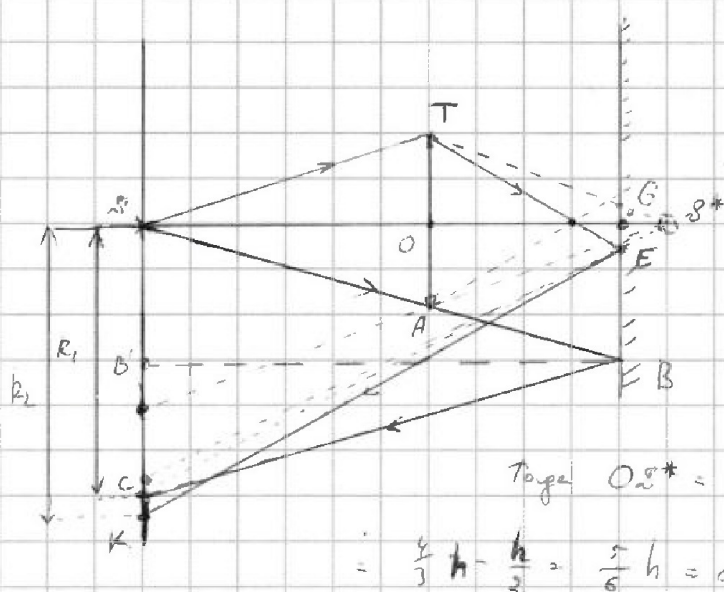
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$R_2 = GE + (h+l) \cdot \tan \alpha, \text{ где}$$

$$\alpha = \angle (TE, PO)$$

$$= \left(\frac{5}{3} h \cdot \frac{2}{f} - \frac{2}{f} \cdot \frac{5h}{h+l} \right) = \frac{10}{3} \cdot \frac{2}{f} - \frac{2}{f}$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{10}{3} \cdot \frac{2}{f} = \frac{10}{3} R_1$$

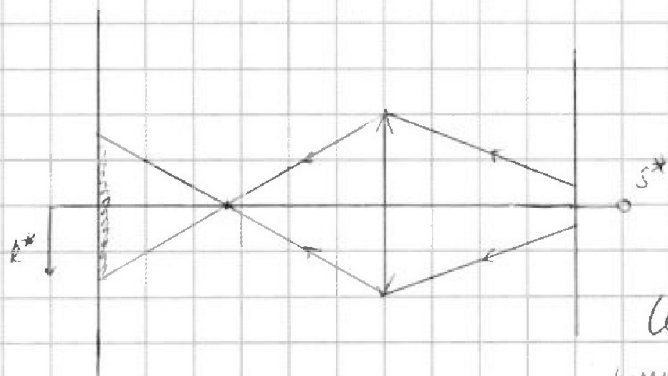
Пусть S^* - мнимое изображение действительного изображения S .

$$\text{Тогда } OS^* = f + 2(l-f) = 2l-f =$$

$$= \frac{4}{3} h - \frac{h}{2} = \frac{5}{6} h = d^*$$

Изображение S^* , полученное углом зрения θ относительно

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



Аналогично получаем в 1)

полюс L^* :

$$R^* = 2 \cdot \frac{h-f^*}{f^*} = \frac{5}{9} R_1$$

Итого, на столе карандашная эскиз это кольцо с радиусом $R_1 = \frac{10}{3} R$ и $R^* = \frac{5}{9} R$

$$S = \pi (R_1^2 - R^{*2}) = \frac{\pi}{225} (100 \cdot 25 + 16 \cdot 9) = \frac{\pi}{225} (2500 - 144) = \frac{\pi}{225} \cdot 2356 =$$

$$= \sqrt{\pi \cdot \frac{2356}{225}} \text{ (см)} \leftarrow \text{ответ на 2)}$$



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.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

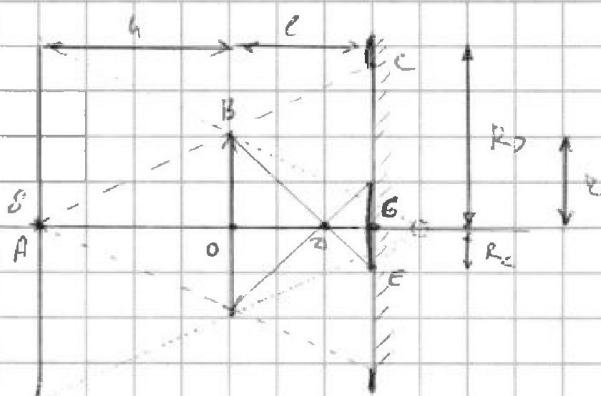
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$h, l = \frac{2h}{3}, r = 5 \text{ см}$$

$$F = \frac{4h}{3}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \text{Ф-ли толк. линзы}$$



От источника S будет создаваться изображение на расстоянии f.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2} \quad \text{— действ. изобр., в т. Д.}$$

$$\triangle ABO \sim \triangle ACG \Rightarrow R_1 = CG = OB \cdot \frac{AO}{AC} = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \left(1 + \frac{l}{h}\right) = \frac{5}{3} r$$

$$\triangle BOD \sim \triangle EGD \Rightarrow R_2 = GE = OB \cdot \frac{OD}{ED} = r \cdot \frac{l-f}{f} = r \left(\frac{l}{f} - 1\right) = r \cdot \left(\frac{2h/3}{h/2} - 1\right) = \frac{2}{3} r$$

Кольца, часть зеркала — кольца с радиусами $R_1 = \frac{5}{3} r, R_2 = \frac{2}{3} r$

$$\text{Площадь кольца } S = \pi (R_1^2 - R_2^2) = \pi \cdot \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{4}{9} r^2\right) = \frac{8}{3} \pi r^2 =$$

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

Осветленная часть стены:

~~Кольца, часть зеркала — кольца с радиусами~~

Ответ на 1)

а) Если луч из S идет выше AB, он отражится от зеркала и выйдет из стены. Если луч из S пойдет через линзу, то луч больше удален к ГОД, то он, отражившись, выйдет из стены.

б) Если луч из S пойдет через линзу, то луч меньше удален к ГОД, то он, отражившись, выйдет из стены.

а) Лучи луч AB это лучи, которые не отражались (см. рис.). Лучи $R_1 = 8 \text{ см}$

$$R_1 = 2 GB = 2 \cdot r \cdot \frac{h+l}{h} = 2 \cdot R_2 = \frac{10}{3} r$$

б) Лучи R_2 — расстояния, на которых находится объект S, лучи лучи отражались (см. рис.)

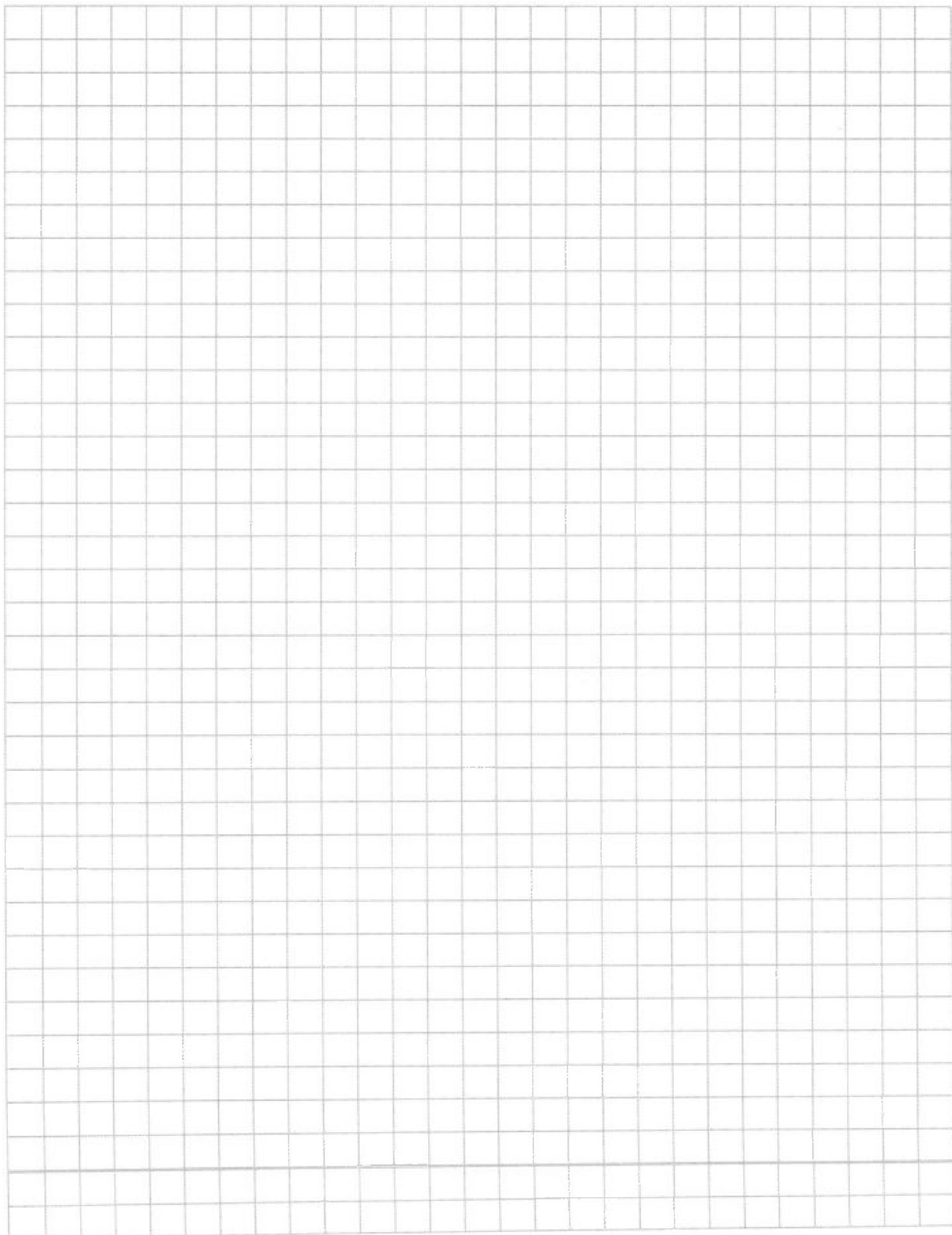


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

