



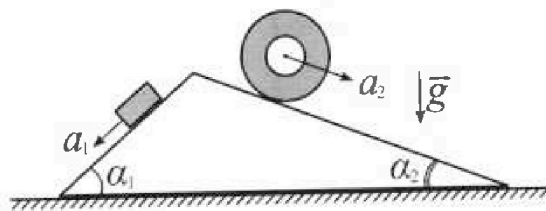
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

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 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.

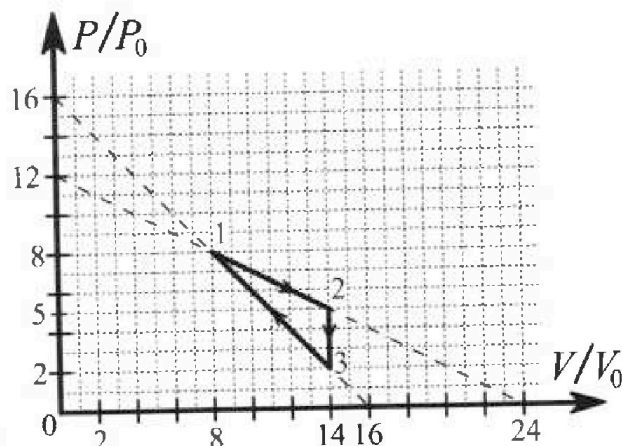


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с 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.

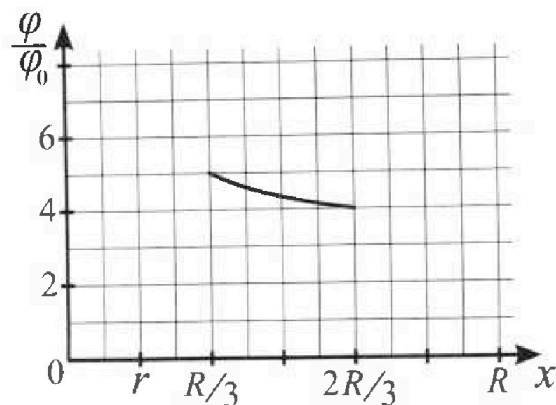
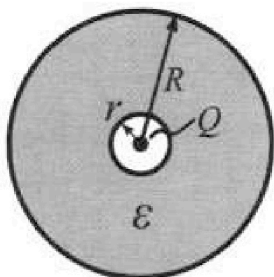
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 .





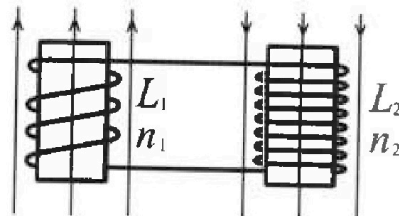
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

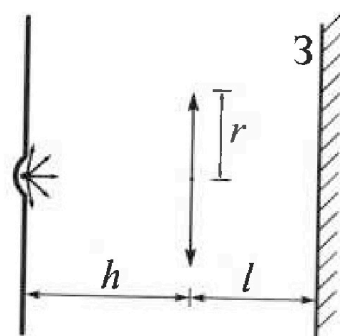


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

Дано:

m, g

$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

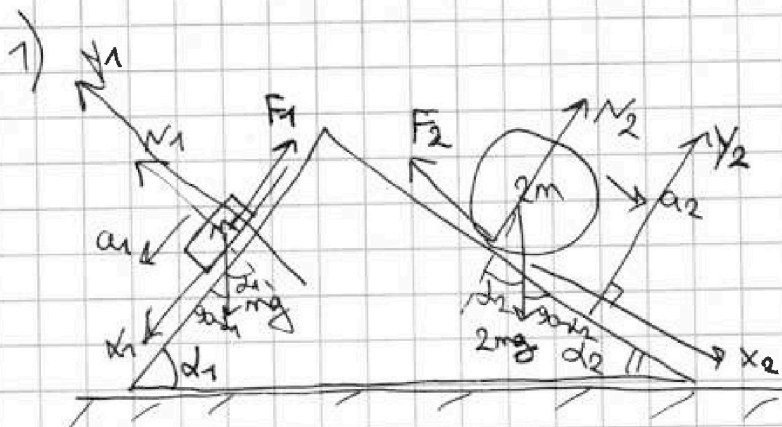
Найти:

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$

Решение:



по 2-му закону Ньютона для спуска:

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6g}{13} = \frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39-30}{5 \cdot 13} = \frac{9}{65}$$
$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{9}{65} mg$$

$$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = mg \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{5} mg$$

2) по 2-му закону Ньютона для ускорения:

$$\frac{10}{13} - \frac{1}{2} = \frac{20-13}{26} = \frac{7}{26}$$

$$x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2m \cdot \frac{g}{4} = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) = \frac{7}{26} mg$$

$y_2:$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = 2mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{24}{13} mg$$



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.

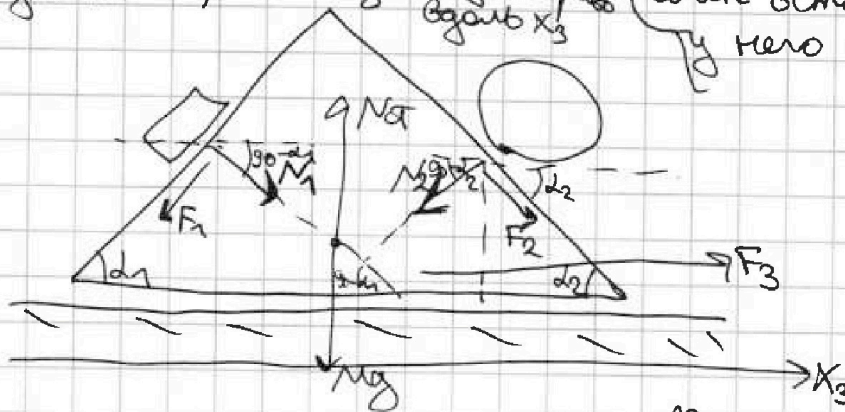
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№1 (продолжение).

3) рассл. сила, действующую на клин в отдельности.
предположим, что F_3 действует вправо вдоль x_3 клин остается в покое, т.е. у него нет ускорения



$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \\ 13(156-36) + \\ + 25 \cdot (42-120) = \\ = 13 \cdot 24 \cdot 5 + - \\ - 78 \cdot 5 \cdot 5 = \\ = 5(312-390) = \\ = -5 \cdot 78 \end{array}$$

2 Зак. Ньютона для клина:

$$x_3: N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$$

$$\frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + F_3 = 0$$

$$mg \left(\frac{12}{25} + \frac{84 \cdot 42}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{120}{13 \cdot 13} \right) + F_3 = 0$$

$$mg \left(\frac{13^2 \cdot 12 + 25 \cdot 42 - 13 \cdot 36 - 120 \cdot 25}{25 \cdot 13 \cdot 13} \right) + F_3 = 0$$

$$- \frac{5 \cdot 78}{5 \cdot 5 \cdot 13} mg + F_3 = 0$$

$$F_3 = \frac{6}{65} mg > 0 \Rightarrow \text{предполож. верно}$$

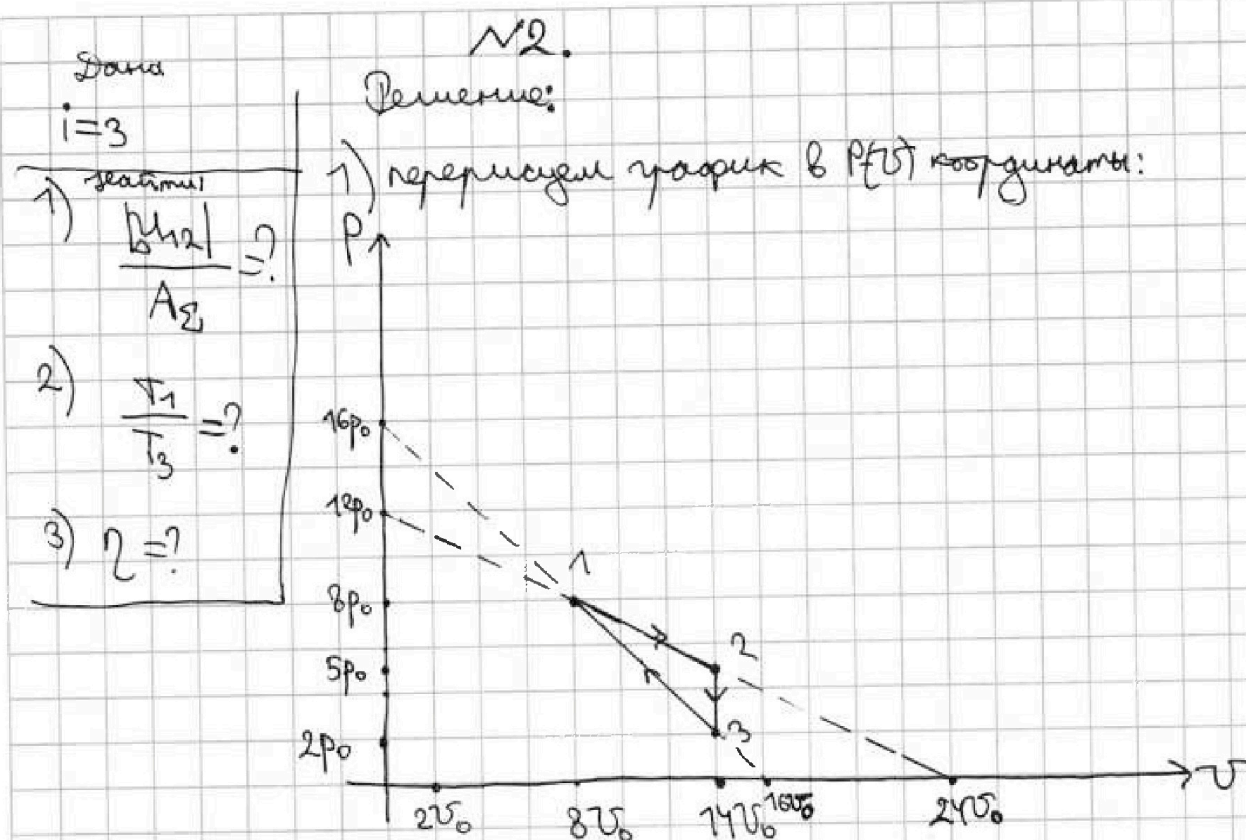
Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$; 3) $F_3 = \frac{6}{65} mg$.



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) расчитаем процесс 1-2:

$$\Delta u_{12} = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 14V_0 - 8P_0 \cdot 8V_0) = \frac{3}{2} \cdot 3P_0 \nu V_0 = 9P_0 \nu V_0$$

$$A_{12} = \tau S_{12} \quad S_{12} = \frac{1}{2} \cdot 3P_0 \cdot 6V_0 = 9P_0 \nu V_0$$

$$\frac{\Delta u_{12}}{A_{12}} = \frac{9P_0 \nu V_0}{9P_0 \nu V_0} = 1$$

2) $T_1 = T_{\max}$ в процессе 1-2

для т.1. по ур. Менг.-Клау: $8P_0 \cdot 8V_0 = \nu R T_1$

для т.3: $2P_0 \cdot 14V_0 = \nu R T_3 \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{\nu R T_3} = \frac{64P_0 \nu V_0}{28P_0 \nu V_0}$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

~ 2 (выражение).

$$\left(\frac{T_1}{T_3} = \frac{64}{28} = \frac{32}{14} = \frac{16}{7}\right)$$

3) $\eta = \frac{A_2}{Q_H}$, где $A_2 = 9\rho_0 v_0$

Q_H — мощность, которая в действительности поглотилась

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31}$$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } Q_{23} = C_V \cdot V \cdot \underbrace{(T_3 - T_2)}_{< 0}$$

по 1-му началу термодинамики

$$\bullet Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (64\rho_0 v_0 - 28\rho_0 v_0)$$

$$A_{31} = -S_{\text{тр}31}$$

$$S_{\text{тр}31} = \frac{1}{2} \cdot 6v_0 \cdot \omega \rho_0 = 30\rho_0 v_0$$

$$Q_{31} = 54\rho_0 v_0 - 30\rho_0 v_0 = 24\rho_0 v_0 > 0$$

$$\bullet Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$A_{12} = + S_{\text{тр}12}$$

$$S_{\text{тр}12} = 13\rho_0 \frac{1}{2} \cdot 6v_0 =$$

$$= 39\rho_0 v_0$$

$$Q_{12} = 48\rho_0 v_0$$

$$Q_H = 24\rho_0 v_0 + 48\rho_0 v_0 = 72\rho_0 v_0$$

$$\left(\eta = \frac{9\rho_0 v_0}{72\rho_0 v_0} = \frac{9}{8 \cdot 8} = \frac{1}{8}\right)$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_2} = 1$; 2) $\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{16}{7}$; 3) $\eta = \frac{1}{8}$.



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

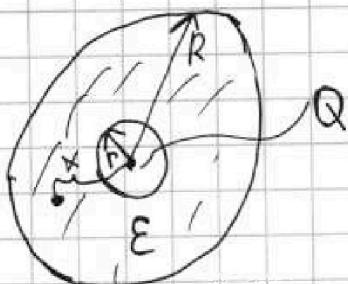
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Задача:
1) r, R, Q, ϵ
 $x = \frac{5R}{6}$
2) $\epsilon = ?$

Решение: ~3.

1)



$$\varphi(x) = \frac{k_1 Q}{r} + \frac{k_2 Q}{x} + \frac{k_2 Q}{R}$$

$$k_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$k_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0}$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{6}{5R\epsilon} + \frac{1}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{11}{5\epsilon R} \right)$$

$$2) \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot L}$$

$$\varphi = \varphi(x)$$

$$\bullet \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 \quad \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{\epsilon R} \right) = \frac{Q \cdot 5}{4\pi\epsilon_0 L} \quad (1)$$

$$\bullet \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 \quad \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{5}{2\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 L} \cdot 4 \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \quad \frac{5}{4} = \frac{\frac{\epsilon R + 4r}{\epsilon R r}}{\frac{2\epsilon R + 5r}{2\epsilon R r}} = \frac{2\epsilon R + 8r}{2\epsilon R + 5r}$$

$$10\epsilon R + 25r = 8\epsilon R + 32r$$

$$\underline{2\epsilon R = 7r}$$

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!

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

S

Решение:

$$1) I' = ?$$

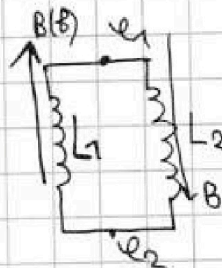
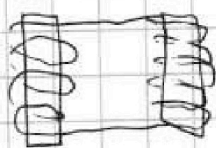
для L_1 :

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2(\cos \omega t)$$

$$\text{в } L_2 \quad B = \text{const}$$

$$2) I_K = ?$$

~4.
Решение:



1)

$$U(t) = \Phi' + L I' + I L'$$

$$\Phi' = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$$

$$U_1(t) = U_2 - U_1$$

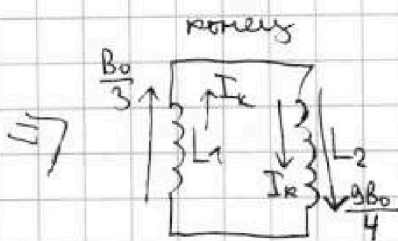
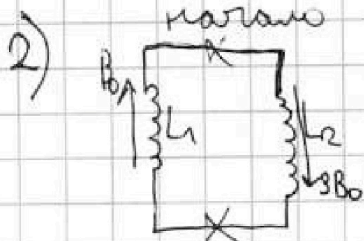
$$U_2(t) = U_1 - U_2 \Rightarrow U_1(t) = -U_2(t)$$

$$U_1(t) = n_1 \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S + L_1 I' + 0, \text{ т.к. } L_1 = \text{const}$$

$$U_2(t) = n_2 \cdot 0 \cdot S + L_2 I'$$

$$n_1 \cdot \Delta S + L_1 I' + L_2 I' = 0 \Rightarrow n \Delta S + I' \cdot 17L = 0$$

$$I' = - \frac{n \Delta S}{17L}$$





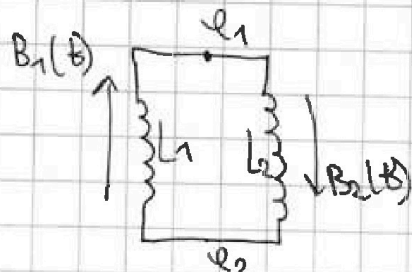
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

рассм. трансформ. ^{даны} μ (продолжение).



$$U_1(t) = \frac{n_1 \Delta B_1 S}{\Delta t} + L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + \underbrace{I_1 \cdot \frac{L_1}{L_1}}_{=0}$$

$$U_2(t) = \frac{n_2 \Delta B_2 S}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} + \underbrace{I_2 \cdot \frac{L_2}{L_2}}_{=0}$$

$$U_1(t) = U_2 - U_1$$

$$U_2(t) = U_1 - U_2 \Rightarrow U_1(t) + U_2(t) = 0$$

$$\frac{n_1 \Delta B_1 S}{\Delta t} + L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + \frac{n_2 \Delta B_2 S}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 0 \quad | \cdot \Delta t$$

$$n_1 \Delta B_1 S + L_1 \Delta I_1 + n_2 \Delta B_2 S + L_2 \Delta I_2 = 0 \quad (*)$$

продолжим (*) от нач. до конца

$$n \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) S + L (I_k - 0) + 4n \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) S + 16L (I_k - 0) = 0$$

$$17L I_k + \left(-\frac{2}{3} B_0 n S \right) + \left(-3 B_0 n S \right) = 0$$

$$17L I_k = \frac{2}{3} B_0 n S + 3 B_0 n S = B_0 n S \cdot \left(3 + \frac{2}{3} \right) = \frac{11}{3} B_0 n S$$

$$I_k = \frac{11 B_0 n S}{51 L}$$

Ответ: 1) $I' = -\frac{n \Delta S}{17L}$; 2) $I_k = \frac{11 B_0 n S}{51L}$.

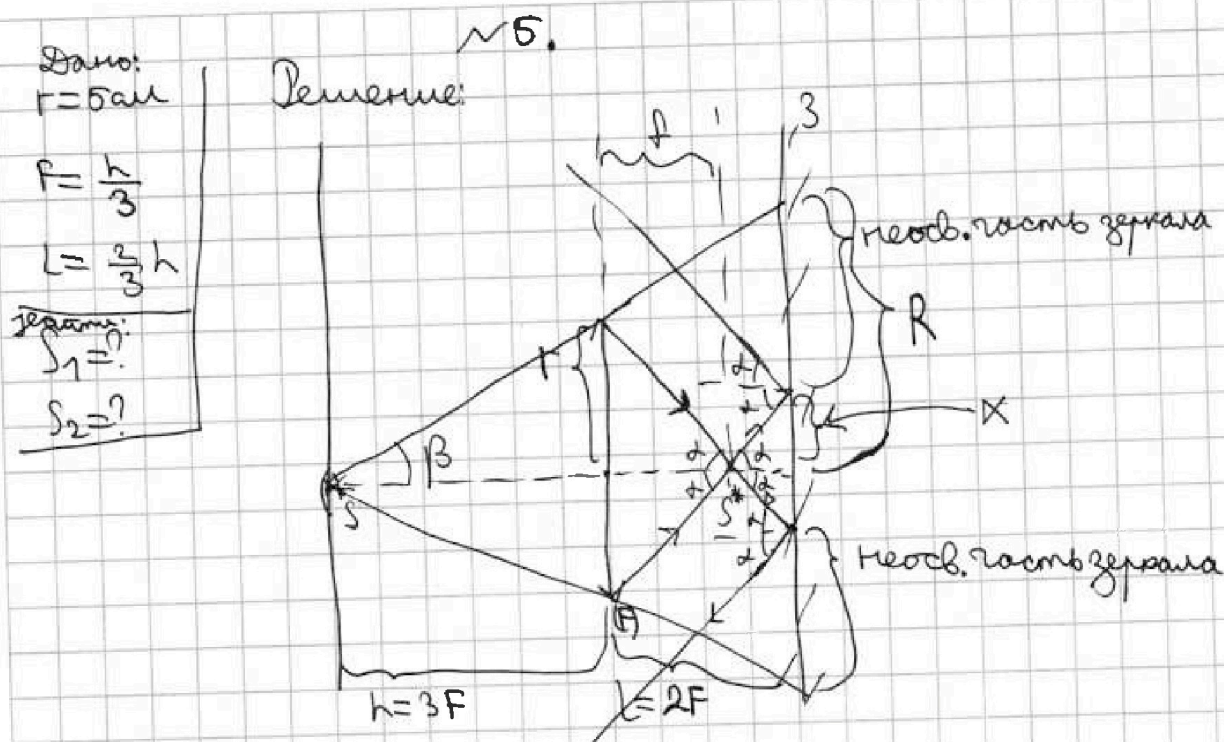


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) по формуле тонкой линзы для f :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{f}$$

$\uparrow$ т.р. $3F > f$ и $S \neq$ фокус системы. $\frac{25}{200}$

$$f = \frac{3}{2} F$$

$$2) \tan \beta = \frac{r}{h} = \frac{R}{h+L} \Rightarrow \frac{r}{3F} = \frac{R}{5F} \Rightarrow R = \frac{5}{3} r$$

$$3) \tan \alpha = \frac{r}{f} = \frac{x}{L-f} \Rightarrow \frac{r \cdot 2}{3R} = \frac{x \cdot 2}{R} \Rightarrow x = \frac{r}{3}$$

$$4) S_1 = \pi R^2 - \pi x^2 = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 =$$

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



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.

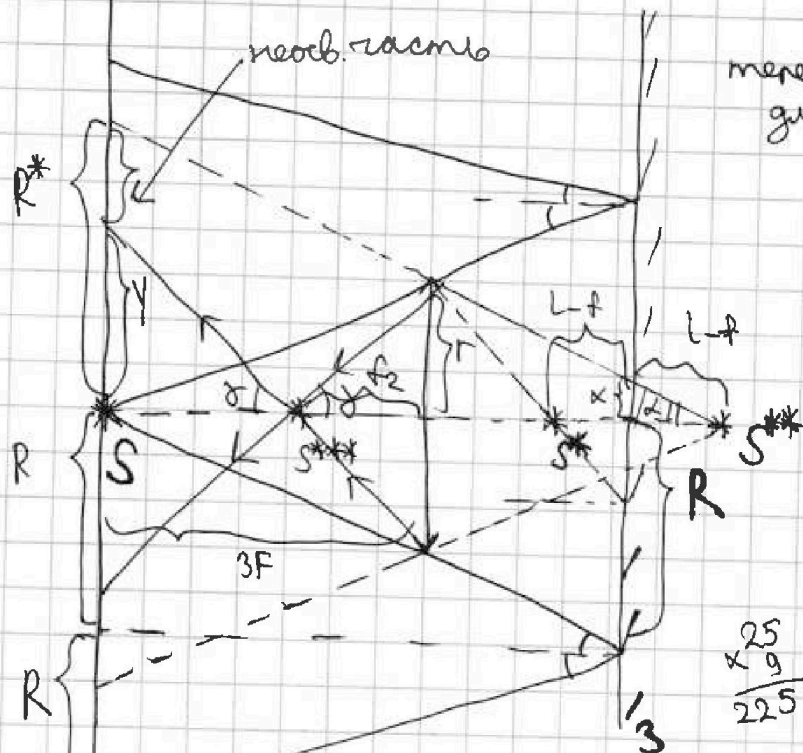
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

5)

№5 (продолжение).



$$\tan \alpha = \frac{X}{L-f} = \frac{R^*}{L-f+l+h}$$

$$\frac{r \cdot 8}{3 \cdot R} = \frac{R^*}{5R + \frac{1}{2}F} = \frac{2R^*}{11R}$$

$$R^* = \frac{11}{3}r$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{1}{2}F + 2F} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{2}{5F} + \frac{1}{f_2} \quad f_2 = \frac{5}{3}F \quad \text{go } S^{***} \text{ on gen. mb. } S^{**}$$

$$\tan \delta = \frac{r}{f_2} = \frac{Y}{3F - f_2} \Rightarrow \frac{r \cdot 8}{5R} = \frac{Y \cdot 8}{4R} \Rightarrow Y = \frac{4}{5}r$$

$$S_2 = \pi(R^{**2}) - \pi Y^2 = \pi \left(\frac{121}{9}r^2 - \frac{16}{25}r^2 \right) = \frac{2881}{225} \pi \text{ cm}^2$$

$$\text{Ответ: 1) } S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ cm}^2; 2) S_2 = \frac{2881}{225} \pi \text{ cm}^2.$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 121 \\ \hline 605 \\ 242 \\ \hline 3025 \\ - 144 \\ \hline 2881 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 9 \\ 16 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 9 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\frac{121}{9} - \frac{16}{25} = \frac{121 \cdot 25 - 16 \cdot 9}{25 \cdot 9}$$



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!

№3 (продолжение).

$$L = \frac{4}{\frac{1}{r} + \frac{5}{2\epsilon R}} \quad \Gamma = \frac{2\epsilon R}{2}$$
$$L = \frac{4}{\frac{1}{r} + \frac{4}{\epsilon R}} = \frac{5}{15} \epsilon R$$

$$\epsilon = \frac{7r}{2R}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{11}{5\epsilon R} \right)$; 2) $\epsilon = \frac{7r}{2R}$.