



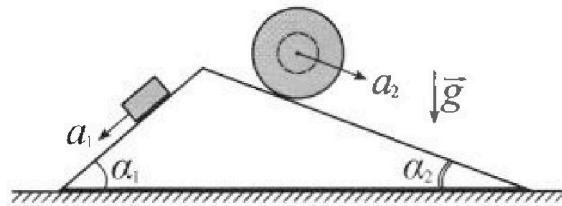
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

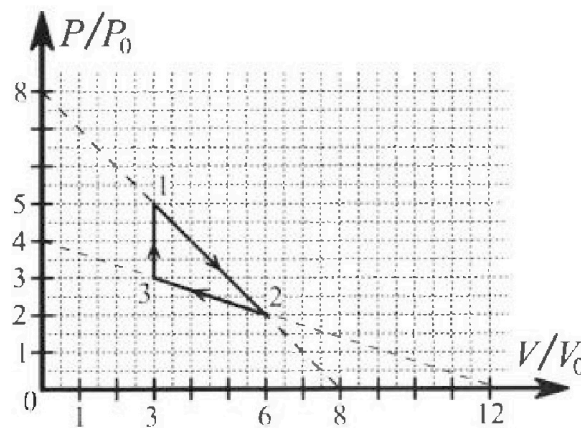


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразит ь 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.

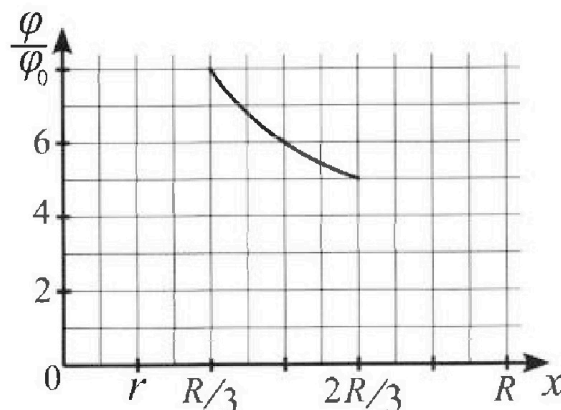
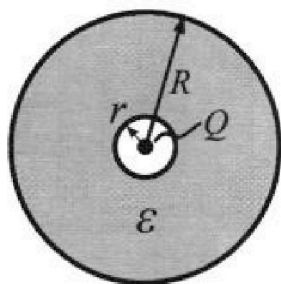
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





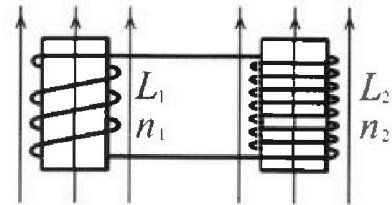
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



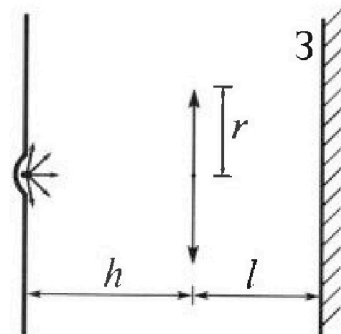
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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.

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

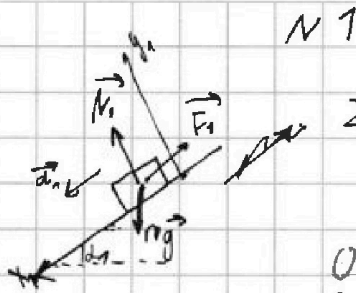


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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 3 Н для бруска

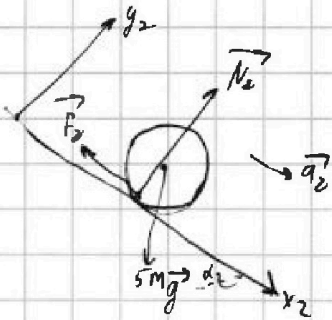
$$mg + F_1 + N_1 = ma_1$$

$$Ox_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

$$Oy_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$



2 3 Н для шара

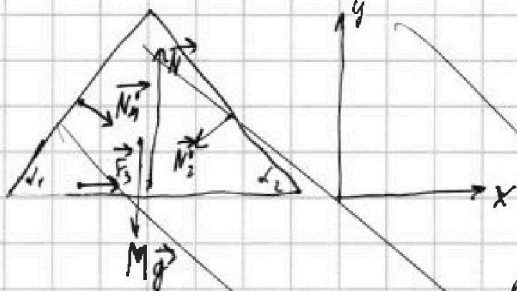
$$5mg + F_2 + N_2 = 5ma_2$$

$$Ox_2: 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 5mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40mg \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{8 \cdot 5 \cdot 8}{17 \cdot 25} mg = \frac{64}{17 \cdot 5} mg = \frac{64}{85} mg$$

$$Oy_2: N_2 - 5mg \cos \alpha_2 = 0$$

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$



$$\vec{N}_1 = -\vec{N}_2$$

$$\vec{N}_2 = -\vec{N}_1$$

M - масса клина

~~F_3 действует горизонтально, но α неизвестна направлением как предполагается, что вправо (если влево, то F_3 со знаком)~~

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!

23 М гиря клин

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{N} + \vec{Mg} + \vec{F}_3 = 0$$

~~$$0x: N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$$~~

$$F_3 = N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 = mg \left(5 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

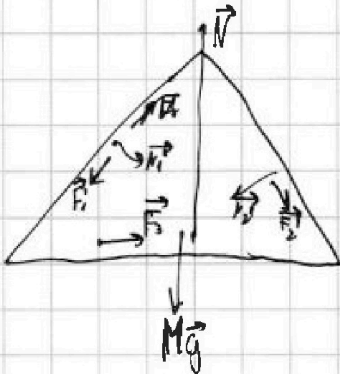
~~$$= mg \left(\frac{3 \cdot 5 \cdot 2^2}{17^2} - \frac{3 \cdot 2^2}{5^2} \right) = 72 mg$$~~

~~$$= 72 mg \left(\frac{50}{17^2} - \frac{1}{25} \right) = 72 mg \frac{50 \cdot 25 - 17^2}{17^2 \cdot 25} = 72 mg \frac{1250 - 289}{17^2 \cdot 25} = \frac{961 \cdot 12 mg}{17^2 \cdot 25} = \frac{11532}{2225} mg$$~~

~~Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$~~

~~2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$~~

$\vec{N}_1 = -\vec{N}_1$; $\vec{N}_2 = -\vec{N}_2$; $\vec{F}_1 = -\vec{F}_1$; $\vec{F}_2 = -\vec{F}_2$; M - масса клина; $a=0$ - ускорение клина



F_3 направлена горизонтально
предположим вправо
(если действительно вправо, то $F_3 > 0$)
(если влево, то $F_3 < 0$)

23 М гиря клин

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{N} + \vec{Mg} = M\vec{a} = 0$$

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

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} + 5 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) mg$$

$$\frac{F_3}{mg} = \frac{64}{17 \cdot 5^2} - \frac{64 \cdot 15}{17^2 \cdot 5} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{12}{5^2} = \frac{77 \cdot 64 - 64 \cdot 15 \cdot 5 + 5^2 \cdot 5 \cdot 15 \cdot 8 - 17^2 \cdot 12}{17^2 \cdot 5^2}$$



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
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!

$$17^2 \cdot 5^2 \frac{F_3}{mg} = 15.5(5^2 \cdot 8 - 64) - 17(17 \cdot 72 - 64) = 15.5(200 - 64) - 17(1224 - 64) =$$

$$= 75.5 \cdot 136 - 14 \cdot 1160 = 10(15 \cdot 68 - 17 \cdot 116) = 40(75 \cdot 17 - 77 \cdot 4) = 40 \cdot 97.11 = 17 \cdot 88.5$$

$$F_3 = \frac{17 \cdot 88.5 mg}{17^2 \cdot 5^2} = \frac{88}{72.5} mg = \frac{88}{85} mg \Rightarrow (\text{значением } F_3 \text{ полученным делением на } 17 \cdot 5^2)$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{83} mg$

2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$

3) $F_3 = \frac{88}{85} mg$



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 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!

V2

$$U_0 = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} P V \quad \text{- внутренняя энергия}$$

$$U_0 = \frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U = \left(\frac{U}{U_0}\right) \cdot U_0 = \cancel{U_0 \left(\frac{P}{P_0} \frac{V}{V_0}\right)} \quad \text{- изменение внутренней энергии}$$

$$\Delta U_{31} = U_0 (5 \cdot 3 - 3 \cdot 3) = 6 U_0 = 6 \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = 9 P_0 V_0 \quad \text{АД}$$

$$A_{1231} = \left(\frac{3^2}{2} - \frac{3 \cdot 1}{2}\right) P_0 V_0 = 3 P_0 V_0 \quad \text{- работа газа}$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3$$

$$T = \frac{P V}{\nu R} \quad (\nu \text{ - кол-во газа в процессе}) \quad \text{- температура газа}$$

$$T_0 = \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} \quad \text{по м.к. } T_0 \text{ - постоянна, но } \text{положительная} \text{ максимальная температура при максимальной значении } \frac{T}{T_0}$$

$$\text{на процессе 1-2 } \frac{P}{P_0} = 8 - \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = \left(8 - \frac{V}{V_0}\right) \frac{V}{V_0} = \left(\frac{8V}{V_0} - \frac{V^2}{V_0^2}\right) \quad \text{- парабола с максимумом}$$

$$\text{при } \frac{V}{V_0} = \frac{8 - 8_0}{2(-1)} = 4$$

$$\frac{T_{\max}}{T_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)_{\max} = (8 - 4) \cdot 4 = 4 \cdot 4 = 16$$

$$\frac{T_2}{T_0} = 6 \cdot 2 = 12$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{T_{\max}}{T_0}}{\frac{T_2}{T_0}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$



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
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!

η -КПД цикла

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{нал}}} \quad (Q_{\text{нал}} - \text{полученное тепло})$$

$$*Q = A_{\text{заг}} + \Delta U \quad (Q - \text{полученное тепло})$$

$$Q_{12} = A_{\text{заг}12} + \Delta U_{12} = \frac{2+5}{2} \cdot 3 P_0 V_0 + U_0 (6 \cdot 2 - 5 \cdot 3) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (9 + 12 - 8) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (11) = \frac{33}{2} P_0 V_0 > 0$$

$$Q_{23} = A_{\text{заг}23} + \Delta U_{23} = \frac{2+3}{2} \cdot (-1) P_0 V_0 + U_0 (3 \cdot 3 - 6 \cdot 2) = P_0 V_0 \left(\frac{3}{2} \cdot (-9) - \frac{3}{2} \right) = -P_0 V_0 \frac{9+3}{2} = -\frac{12}{2} P_0 V_0 < 0$$

$$Q_{31} = A_{\text{заг}31} + \Delta U_{31} = 0 + U_0 (5 \cdot 3 - 3 \cdot 3) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (15 - 9) = \frac{6 \cdot 3}{2} P_0 V_0 = 9 P_0 V_0 > 0$$

$$Q_{\text{нал}} = Q_{12} + Q_{31} \quad (\text{т.к. } Q_{12} > 0, Q_{31} > 0, \text{ а } Q_{23} < 0)$$

$$\eta = \frac{3 P_0 V_0}{\frac{33}{2} P_0 V_0 + 9 P_0 V_0} = \frac{6}{33+18} = \frac{6}{51} = \frac{2}{17}$$

Ответ: 1) 3

2) $\frac{4}{3}$

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



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!

при $x \geq R$ $E = k \frac{Q}{x^2}$ $(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0})$

при $0 \leq x \leq R$ $E = k \frac{Q}{\epsilon_0 x^2}$

$$\varphi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} E dx$$

при $x \geq R$ $\varphi(x) = -k \frac{Q}{x}$

при $0 \leq x \leq R$ $\varphi(x) = -k \frac{Q}{R} - \frac{kQ}{\epsilon_0 x} + \frac{kQ}{\epsilon_0 R} = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R}{\epsilon_0 x} - \frac{1}{\epsilon_0}\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R-x}{\epsilon_0 x}\right)$

$$\begin{aligned} \varphi\left(\frac{3}{4}R\right) &= -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R - \frac{3}{4}R}{\epsilon_0 \cdot \frac{3}{4}R}\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{\frac{1}{4}R}{\frac{3}{4}\epsilon_0 R}\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon_0}\right) = \\ &= -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon_0}\right) \end{aligned}$$

$\varphi_0 = -k \frac{Q}{x_0}$ (x_0 - координата точки с потенциалом φ_0)

при $0 \leq x \leq R$ $\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{R-x}{\epsilon_0 x}\right)$

возьмем на графике точки $\left(\frac{R}{3}; 8\right)$ и $\left(\frac{2R}{3}; 5\right)$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{R - \frac{R}{3}}{\epsilon_0 \frac{R}{3}}\right) = 8$$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{R - \frac{2R}{3}}{\epsilon_0 \frac{2R}{3}}\right) = 5$$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{2R/3}{\epsilon_0 R/3}\right) = 8$$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{1R/3}{2\epsilon_0 R/3}\right) = 5$$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon_0}\right) = 8 \quad (**)$$

$$\frac{x_0}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon_0}\right) = 5 \quad (***)$$

поделим ** на ***

$$\frac{1 + \frac{2}{\epsilon_0}}{1 + \frac{1}{2\epsilon_0}} = \frac{8}{5}$$

$$5 + \frac{20}{\epsilon_0} = 8 + \frac{4}{\epsilon_0}$$

$$\frac{6}{\epsilon_0} = 3$$

$$\epsilon_0 = \frac{6}{3} = 2$$

заметьте одну из точек на $\left(\frac{R}{3}; 8\right)$ найдем точку $\epsilon = 2$

Ответ: 1) $-\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon_0}\right)$

2) $\epsilon = 2$

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!

$\Phi_{ki} = L_i I$ (поток ^{N 4} ~~сравнения~~ ~~и-ой катушки~~ ~~при токе~~ I ; L_i - индуктивность)

$$\mathcal{E}_{ci} = - \frac{\Delta \Phi_{ki}}{\Delta t} = - \frac{L_i \Delta I}{\Delta t} \quad \left(\begin{array}{l} \mathcal{E}_{ci} - \text{ЭДС самоиндукции } i\text{-ой катушки;} \\ \frac{\Delta I}{\Delta t} - \text{изменение скорости изменения тока} \end{array} \right)$$

1) из-за изменения внешнего поля в первой катушке появляется

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Delta B \cdot n_1 \cdot S}{\Delta t} = \Delta n S \quad \left(\begin{array}{l} \text{где } \Delta \Phi - \text{изменение потока, а } \Delta B - \text{изменение } \end{array} \right)$$

внешнего поля

т.к. цепь замкнута и нет сопротивлений, то

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{c1} + \mathcal{E}_{c2} = 0$$

$$\Delta n S - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta n S}{L_1 + L_2} = \frac{\Delta n S}{L + 9L} = \frac{\Delta n S}{10L}$$

2) $\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi_i}{\Delta t} = - \frac{\Delta B_i \cdot n_i \cdot S}{\Delta t}$ ($\Delta \Phi_i$ - изменение ^{потока} внешнего поля, ΔB_i - изменение внешнего поля)

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_{c1} + \mathcal{E}_{c2} = 0 \quad (\text{т.к. цепь замкнута и нет сопротивлений})$$

$$- \frac{\Delta B_1}{\Delta t} n_1 S - \frac{\Delta B_2}{\Delta t} n_2 S - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{(\Delta B_1 + 3 \Delta B_2) n S}{\Delta t (L_1 + 9L)} = - \frac{(\Delta B_1 + 3 \Delta B_2) n S}{\Delta t \cdot 10L}$$

возьмем интеграл по t

$$\Delta I = - (\Delta B_1 + 3 \Delta B_2) \cdot \frac{n S}{10L}$$

$$\Delta I = I_{\text{кон}} \quad (I_{\text{кон}} - \text{ток в конце})$$

т.к. в начале ток = 0

$$\Delta B_1 = \left(\frac{2}{3} - 1\right) B_0 = -\frac{B_0}{3}$$

$$\Delta B_2 = \left(\frac{2}{12} - \frac{1}{3}\right) B_0 = -\frac{1-4}{12} B_0 = -\frac{3}{12} B_0 = -\frac{B_0}{4}$$

$$I_{\text{кон}} = - \left(\left(-\frac{B_0}{3}\right) + 3 \left(-\frac{B_0}{4}\right) \right) \frac{n S}{10L} = - \left(-\frac{B_0}{3} - \frac{3B_0}{4} \right) \frac{n S}{10L}$$



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!

$$I_{кон} = -\left(L - \frac{B_0}{\mu_0}\right) + \left(-\frac{B_0}{\mu_0}\right) \frac{nS}{l_0C} = \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{4}\right) \frac{B_0 n S}{l_0 C} = \frac{4+9}{72} \frac{B_0 n S}{l_0 C} = \frac{13}{720} \frac{B_0 n S}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{13 n S}{720 L}$

2) $\frac{13}{720} \frac{B_0 n S}{L}$

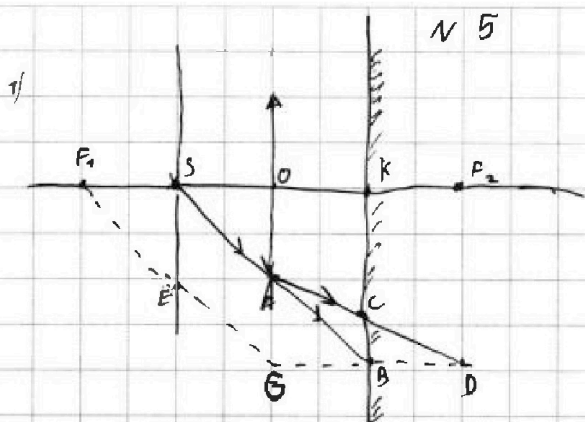
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

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!



S - источник
O - оптический центр линзы
 F_1, F_2 - фокусы линзы
K - пересечение оптической оси и зеркала

так $SO = h$
 $OK = h$ } $\Rightarrow F_1S = SO = OK = KF_2 = l = h$
 $F = 2h$

проведём из S луч SA к краю линзы ($OA = r$)
или он пройдет мимо или попадет в м. B, $SOA \sim SKB \Rightarrow \frac{KB}{OA} = \frac{KB}{SO} = 2$
 $KB = 2OA = 2r$

если он преломится, то ~~он~~ он пересечет фокальную плоскость в м. D
прямой, $F_2D = OG$, а $F_1G \parallel SA$

$\triangle F_1OG \sim \triangle SAO$

$\triangle ADG \sim \triangle CDB$

$\frac{OG}{OA} = \frac{F_1G}{SO} = 2$

$\frac{CB}{AG} = \frac{BD}{GD} = \frac{1}{2}$

$OG = 2OA = 2r$

$CB = \frac{1}{2}AG = \frac{1}{2}(OG - OA) = \frac{1}{2}r$

$KC = KB - CB = OG - CB = 2r - \frac{1}{2}r = 1,5r$

точки с расстоянием $< KC = 1,5r$ будут освещены через линзу,
а на расстоянии $> KB = 2r$ — не освещены

\downarrow
Sмешанная = $\pi \cdot (2r)^2 - \pi \cdot (1,5r)^2 = \pi r^2 (4 - 2,25) = 1,75\pi r^2 = 1,75 \cdot \pi \text{ см}^2 = 7\pi \text{ см}^2$

~~* так как луч не попал в линзу, то $KB > 2r \Rightarrow$~~



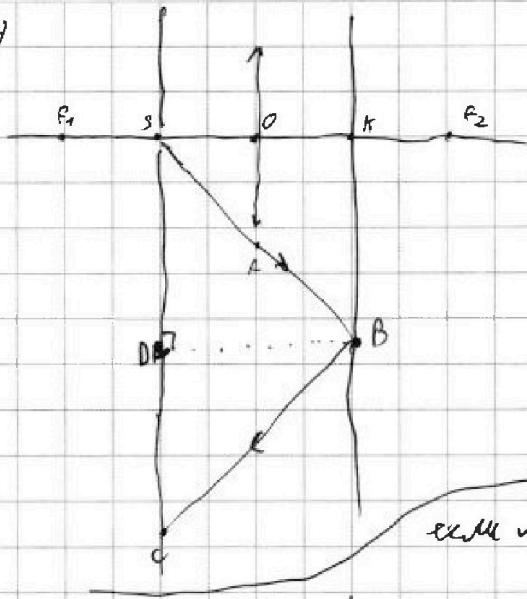
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 4

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)



если луч из S не попадает в линзу,

то $OA \geq r$

из подобия $\triangle SOA$ и $\triangle KOB \Rightarrow KB \geq 2r$

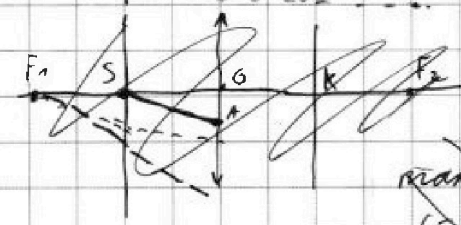
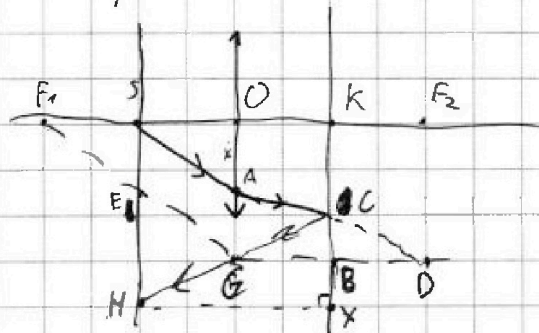
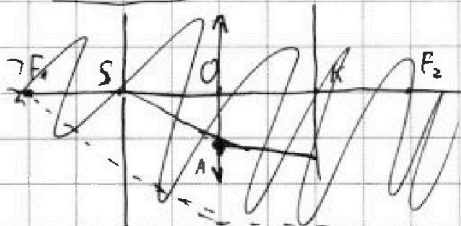
$\triangle OSB = \triangle OCB \Rightarrow SO = OC$

$SO \geq 2KB = 4r$

и

все точки на расстоянии $\geq 4r$ от S освещены

если луч SA преломился и $OA = x$



~~луч A не преломится и пойдет в D, так как, что если из F1 провести луч SA с точкой пересечения F1 в плоскости линзы~~

аналогично крайнему лучу через край линзы

$KC = 1,5x$

после отражения луч пойдет, зеркально CD

он пересечет т. G ($OG = 2x$)

из подобия $\triangle GBC$ и $\triangle HXC \Rightarrow \frac{CX}{CB} = \frac{HX}{GB} = 2$

$CX = 2CB = 2 \cdot \frac{x}{2} = x$

и

$SH = KX = KC + CX = 1,5x + x = 2,5x$

но это возможно только если $OG \geq r \Rightarrow 2x \geq r \Rightarrow x \geq \frac{r}{2}$

$x \in [\frac{r}{2}; r] \Rightarrow SH \in [1,25r; 2,5r]$



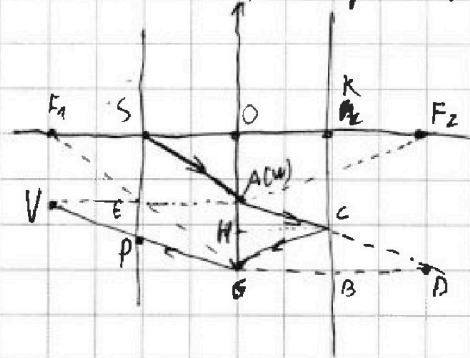
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!

если $OG \leq r \Rightarrow x = \frac{r}{2}$ то луч еще раз преломится



~~при $b=r$ - крайний случай при котором луч может преломиться прямо или частично~~

~~H - точка максим. $\Rightarrow OH = KE$~~

~~В - высота OH~~

H - высота из м. C на плоскость линзы

$$OH = KC$$

или

прямая CG из м. F_2 пусть пересекает линзу в м. W

$$\triangle CHG \sim \triangle F_2OW$$

$$\frac{OW}{HG} = \frac{F_2O}{CH} = 2$$

$$OW = 2HG = 2 \cdot \frac{x}{2} = x = OA$$

и A совпадают \Rightarrow луч EW пойдет через м. E и м. V

как преломления луч пойдет в м. V в фокальной плоскости ($F_1V = OW = x$)

$$\triangle VER \sim \triangle VWG$$

$$\frac{ER}{WG} = \frac{VE}{VW} = \frac{1}{2}$$

$$ER = \frac{WG}{2}$$

$$SP = SE + ER = OW + \frac{WG}{2} = x + \frac{x}{2} = 1,5x \quad \text{м.к. } x \in (0; \frac{r}{2}]$$

$$SP \in (0; 0,75r]$$



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
4 ИЗ 4

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 стороне освещены точки на расстоянии $h \in [0; 0,25r] \cup [1,25r; 2,5r] \cup [4r; +\infty)$

$$\begin{aligned} S_{\text{тени}} &= (\pi(4r)^2 - \pi(2,5r)^2) + (\pi(1,25r)^2 - \pi(0,25r)^2) = \pi r^2 \left(16 - \frac{25}{4} \right) \left(\frac{25}{16} - \frac{1}{16} \right) = \\ &= \pi r^2 \left(\frac{16 \cdot 4 - 25}{4} + \frac{16}{16} \right) = \pi r^2 \left(\frac{64 - 25}{4} + 1 \right) = \pi r^2 \left(\frac{68 - 25}{4} \right) = \pi r^2 \frac{43}{4} = \pi \cdot 4 \text{ см}^2 \cdot \frac{43}{4} = 43\pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ см}^2$
2) $43\pi \text{ см}^2$



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

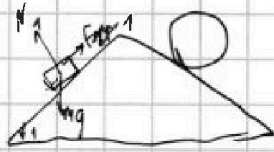
СТРАНИЦА
0 ИЗ 0

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!

$$-\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R-x}{\epsilon x}\right)$$

$$\varphi_0 = -\frac{kQ}{R} \left(\frac{R}{\epsilon}\right)$$

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



$$\frac{1 + \frac{R-x}{\epsilon x}}{\frac{R}{\epsilon}}$$

$$\frac{1 + \frac{R-x}{\epsilon x}}{1 + \frac{R-x}{\epsilon x}} = \frac{\frac{R}{\epsilon}}{\frac{R}{\epsilon}}$$

$$\varphi = \begin{cases} -k \frac{Q}{R} & x \geq R \\ -k \frac{Q}{R} - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{\epsilon R} & x < R \end{cases}$$

$$mg \cos \alpha_1 - N = ma$$

$$mg \sin \alpha_1 = N$$

$$F_{1,2} N$$

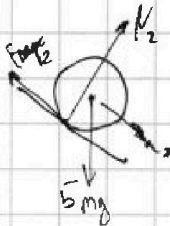
$$N = mg \cos \alpha_1$$

$$F_1 = M(g \sin \alpha_1 - a) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{2}{13}\right) = \dots$$



$$\frac{1 + \frac{2}{13}}{1 + \frac{2}{13}} = \frac{5 + \frac{20}{13}}{5 + \frac{20}{13}} = \frac{6}{5} = 1.2$$

$$\frac{1.25}{1.2} = 1.04$$



$$T = \frac{P_1}{v_1}$$

$$T_0 = \frac{P_0}{v_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_1}{P_0} \frac{v_0}{v_1}$$

$$N_1' = k_1 \sin \alpha_1 = mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$

$$mg \frac{1.2}{2.5}$$

$$3mg - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5m(g - a_2) = 5mg \left(\frac{8}{13} - \frac{2}{13}\right) = \frac{5}{13} mg$$

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

$$N_2' = N_2 \sin \alpha_2 = 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 = 5mg \frac{8 \cdot 75}{13^2}$$

$$(21.21 - 8.5) \cdot 0.2 = (0.8 \cdot 1.2 - 8.9 \cdot 0.5) \cdot 2$$

$$9.71 \cdot 0.2 + 0.917 \cdot 1.1 -$$

$$\frac{1.2}{2} - \frac{5 \cdot 1}{2} = 4.5 - 1.5 = 3$$

$$A = 5 \cdot P_0 v_0$$

$$S = \frac{0.2}{2} + \frac{5 \cdot 2}{2} = \frac{3.6}{2} = 1.8 \cdot 6 = 12$$

$$(1.9 - 0.8 \cdot 0.9) \cdot 5 \cdot 1.2 + (2.1 \cdot 1.1 - 8.9) \cdot 0.6$$

$$\frac{5.6}{2} = 2.8$$

$$+ (5.6 - 1.1) \cdot 0.9$$

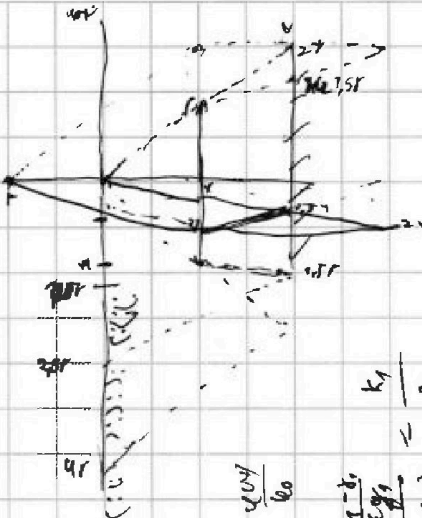


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
0 ИЗ 0

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!



$$S_2 = \pi(2.5)^2 - \pi(1.5)^2 = \pi(4.25 - 2.25)$$

$$x_1 = 2.5x_2, x_2 \geq \frac{5}{2} \rightarrow (10+2)^2 = 100 + 190 + 49$$

$$x_1 = x_2, x_2 \geq \frac{5}{2}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ 119 \\ \hline 239 \end{array}$$

$$\frac{k_1(1-2k_2)}{2k_2(k_2+1)}$$

$$\frac{x_0}{1-x_0} = \frac{200}{60}$$

$$\frac{1-x_0}{1+x_0} = \frac{1-200}{1+200}$$

$$e = \frac{\Delta P}{\Delta P} = \frac{ABNS}{\Delta P} = \Delta NS$$

$$e = -\frac{\Delta P}{\Delta P} = -\frac{LNS}{\Delta P}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 59 \\ \hline 961 \\ 170 \\ \hline 791 \\ 170 \\ \hline 621 \\ 170 \\ \hline 451 \\ 170 \\ \hline 281 \\ 170 \\ \hline 111 \\ 170 \\ \hline 221 \end{array}$$

$$e = \frac{k_1(\frac{1}{2}-1) - k_2(\frac{1}{2}-1)}{k_2+1} = \frac{k_1 - k_2}{k_2+1}$$

$$\frac{ABNS}{\Delta P} - \frac{AB_2 \cdot 3NS}{\Delta P} - (L_1 + L_2) \frac{\Delta P}{\Delta P} = 0$$

$$ABNS - AB_2 \cdot 3NS - (L_1 + L_2) \Delta P = 0$$

$$(7+6.5)^2 = 7+11+0.15$$

$$\frac{k_1 + k_2(L_1 + L_2)}{L_1 + L_2} = k_1 + \frac{k_2(L_1 + L_2)}{L_1 + L_2}$$

$$E_1 \neq E_2, E_2 = 0$$

$$e \Delta NS - (L_1 + L_2) \frac{\Delta P}{\Delta P} = 0$$

$$w \frac{\Delta P}{\Delta P} = \frac{LNS}{10L} = \frac{LNS}{10L}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ + 16 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (20+5)^2 \\ 400 + 200 + 25 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\frac{3.72 - 5.7}{5.72} = \frac{59 - 35}{85} = \frac{24}{85}$$

$$\frac{59 - 35}{85} = \frac{24}{85}$$

$$\frac{13}{21} = \frac{13}{21}$$

$$\begin{array}{r} 96190 \\ 1922 \\ \hline 967 \\ 17532 \end{array}$$

$$1.2 \cdot 5^2$$

$$5 \cdot \frac{5}{25} > \frac{961}{12 \cdot 25}$$

$$54.17 > 961 \cdot 4$$

$$\frac{85}{25} \cdot 17 = 59.8$$

$$\begin{array}{r} 25400 \\ 25 \cdot \dots \\ \hline 09 \dots \\ \hline 17 \dots \\ \hline 20 \end{array}$$

$$4 \cdot 5 = 20$$

$$85 \cdot (14-5)$$

$$25 = 28 + 7.5^2 - 2.5^2$$

$$5 \cdot 92^2$$