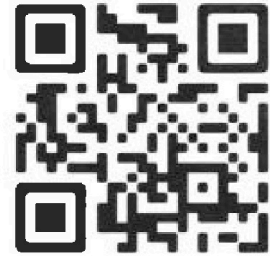




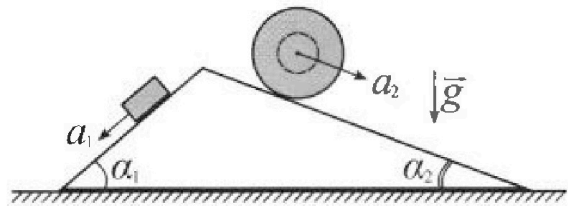
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

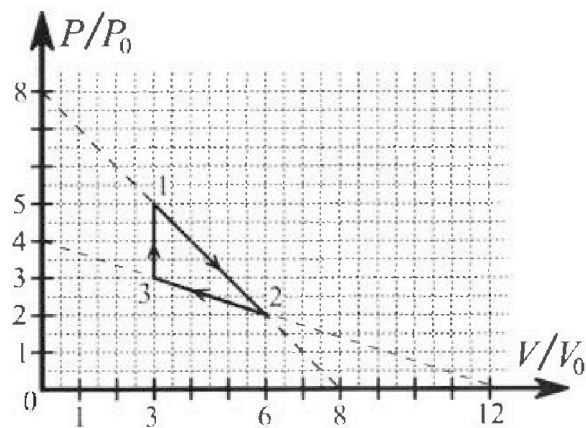


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

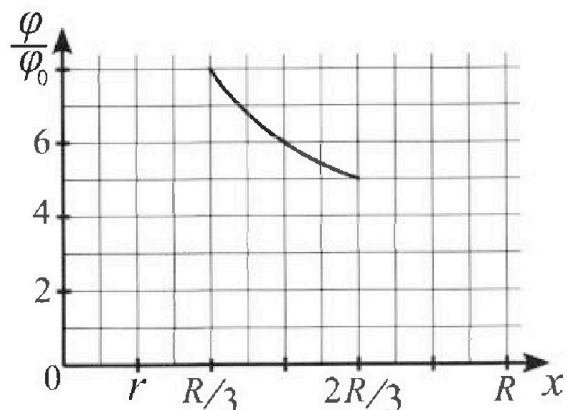
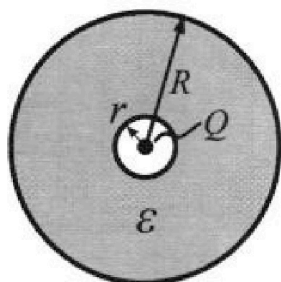
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

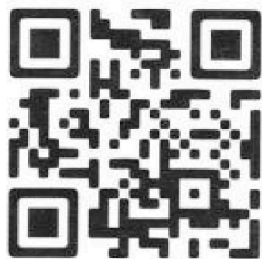


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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 .





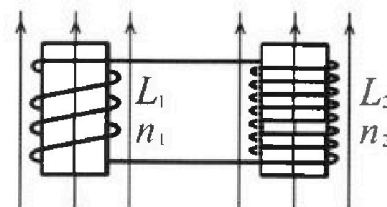
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



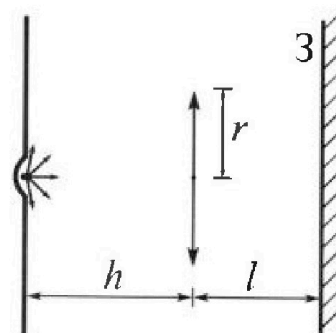
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.

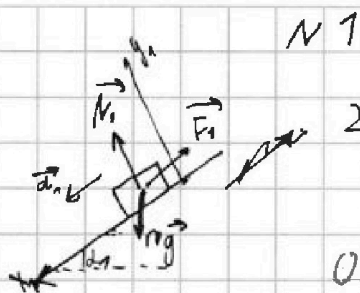


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

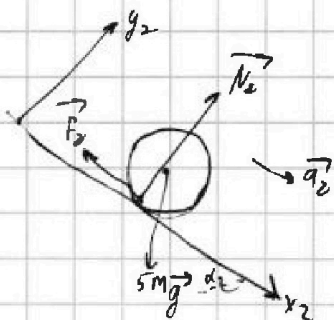
$$mg + F_1 + N_1 = ma_1$$

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

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

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

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$



2 3 Н для шара

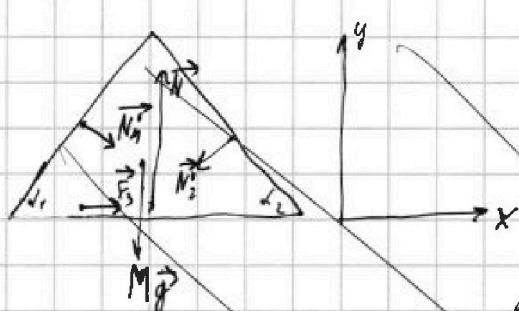
$$5mg + F_2 + N_2 = 5ma_2$$

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

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

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

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



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

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

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 клина

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

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

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

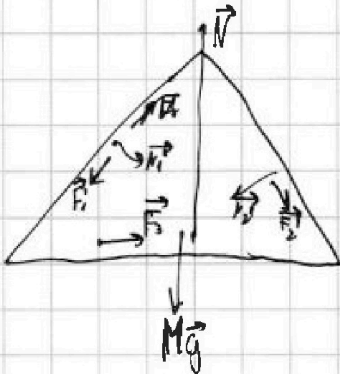
~~$$= mg \left(\frac{3 \cdot 5 \cdot 2^2}{17^2} - \frac{3 \cdot 2^2}{5^2} \right) = 12 mg \left(\frac{30}{289} - \frac{1}{25} \right)$$~~

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

~~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 клина

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

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

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

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



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!

$$17^2 \cdot 5^2 \frac{F_3}{mg} = 15.5(5^2 \cdot 8 - 64) - 17(17 \cdot 12 - 64) = 15.5(200 - 64) - 17(204 - 64) =$$

$$= 75.5 \cdot 136 - 14 \cdot 160 = 10(15 \cdot 68 - 17 \cdot 16) = 40(75 \cdot 17 - 77 \cdot 4) = 40 \cdot 97.11 = 17 \cdot 88.5$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

$$Q_{23} = A_{\text{заг}23} + \Delta U_{23} = \frac{2+3}{2} \cdot (-1) P_0 V_0 + U_0 (3 \cdot 3 - 6 \cdot 2) = P_0 V_0 \left(\frac{3}{2} \cdot (-9 - 12) - \frac{3}{2} \right) = -P_0 V_0 \frac{9+15}{2} = -\frac{24}{2} P_0 V_0 < 0$$

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

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

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

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 $(\frac{R}{3}; 8)$ и $(\frac{2R}{3}; 5)$

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

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

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

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

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

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

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 $(\frac{R}{2}; 6)$
найдем $\epsilon_0 = 2$

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

2) $\epsilon_0 = 2$

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~~ ~~или~~ 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

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

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)

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

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

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

возьмем интеграл по t

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

$\Delta I = I_{кон}$ ($I_{кон}$ - ток в конце)
т.к. в начале ток = 0

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

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

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



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!

$$I_{кон} = -\left(L - \frac{B_0}{\mu}\right) + \left(-\frac{B_0}{\mu}\right) \frac{NS}{10C} = \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{6}\right) \frac{B_0 NS}{10C} = \frac{4+9}{72} \frac{B_0 NS}{10C} = \frac{13}{720} \frac{B_0 NS}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{dNS}{10L}$

2) $\frac{13}{720} \frac{B_0 NS}{L}$

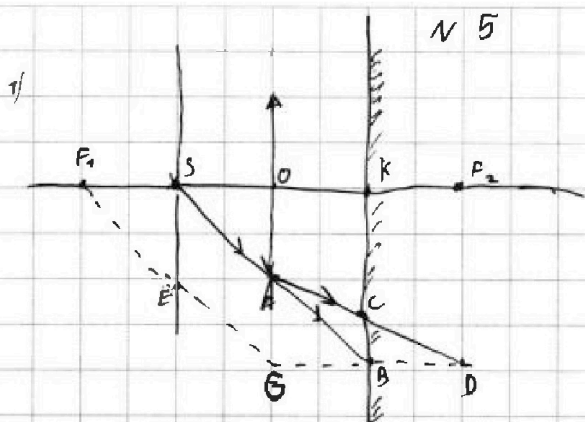
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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
F₁, F₂ - фокусы линзы
K - пересечение оптической оси и зеркала

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

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

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

~~или сам луч попал в линзу, так как $KB = 2r$~~



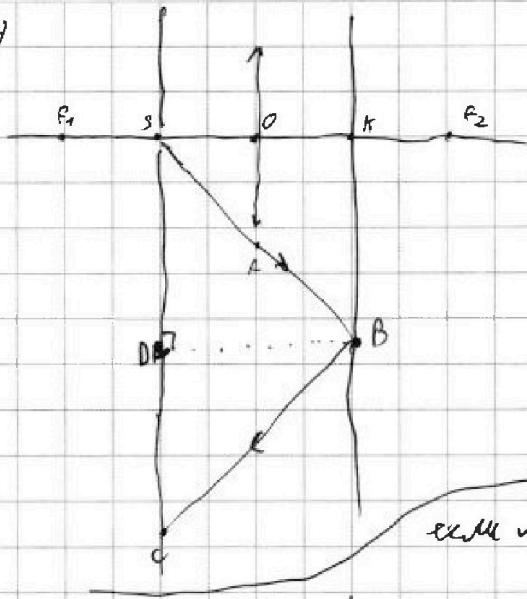
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $\triangle KOB \Rightarrow KB \geq 2r$

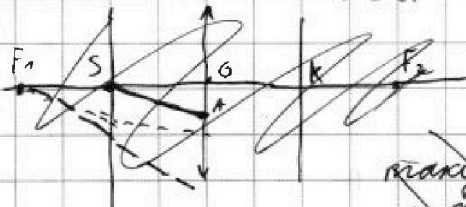
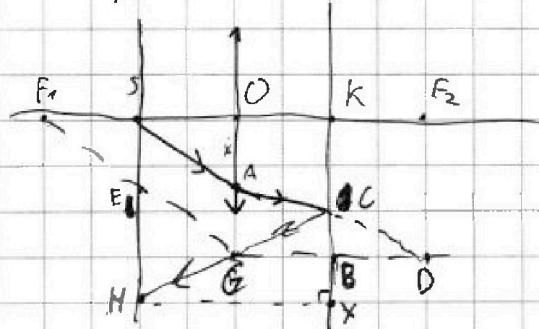
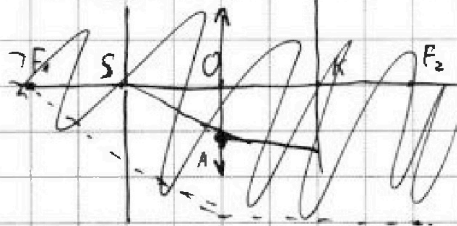
$\triangle OSB = \triangle OCB \Rightarrow SO = OC$

$SO \geq 2KB = 4r$

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 $OG \geq r \Rightarrow 2x \geq r \Rightarrow x \geq \frac{r}{2}$

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



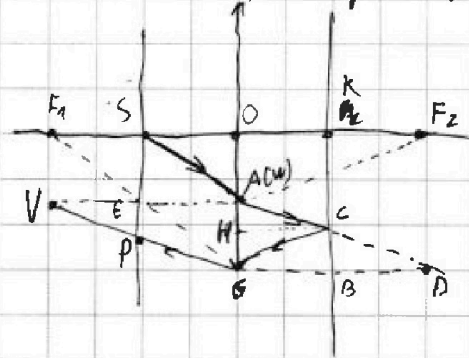
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 дважды прямо или частично~~

H - точка максим., $\angle OHH = \angle KE$

~~и - высота из м. C~~

H - высота из м. C на плоскость линзы

$$OH = KC$$

или

прямая $\parallel CG$ 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

и
как преломления луч пойдет в м. V в фокальной плоскости ($F_1, V = OW = x$)

$$\triangle VEP \sim \triangle VWG$$

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

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

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

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



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

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

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!

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

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

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



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

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

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

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

$$mg \sin \alpha_1 = N$$

$$F_{1,2} N$$

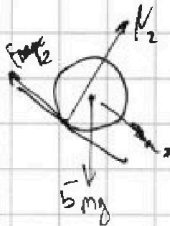
$$\frac{1 + \frac{R}{\epsilon R}}{1 + \frac{R}{\epsilon R}} = \frac{R}{R}$$

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



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

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



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

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

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

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

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

$$3mg - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5m(g - a_2) = 5mg \left(\frac{8}{12} - \frac{1}{12} \right) = \frac{5}{4} mg$$

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

$$N_2' = N_2 \sin \alpha_2 = 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 = 5mg \frac{8 \cdot 7.5}{12^2}$$

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

$$9 \geq 2 \cdot 1.5 + 0.917 \cdot 1.1 -$$

$$\frac{12}{2} - \frac{3.1}{2} = 4.5 - 1.5 = 3$$

$$A = 5 \cdot P_0 v_0$$

$$S = \frac{0.2}{2} + \frac{0.2}{2} = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$(1.9 - 0.9) \cdot 5 + (2.1 - 1.1) \cdot 6$$

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

$$+ (5.2 - 1.1) \cdot 9$$

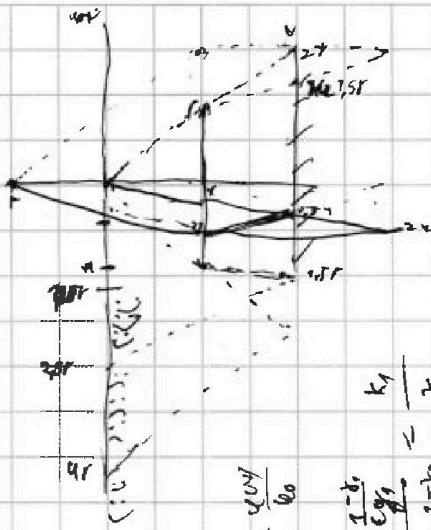


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



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

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

$$x_1 = x, x \leq \frac{5}{2}$$

$$\frac{x_0}{R} = \frac{200}{60}$$

$$\frac{1 + \frac{b_1}{c_1}}{1 + \frac{b_2}{c_2}}$$

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

$$e = \frac{\Delta P}{\Delta t} = -\frac{L \Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{ABNS}{\Delta t} = \frac{AB_2 \cdot 3NS}{\Delta t}$$

$$-(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$I = I_0 = \frac{AB_1 NS}{L_1 + L_2} = \frac{AB_2 \cdot 3NS}{L_1 + L_2}$$

$$(7 + 6.5)I =$$

$$= 7 + 11 + 0.15$$

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

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

$$E \Delta NS = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$\omega \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta NS}{10L} = \frac{\Delta NS}{10L}$$

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

$$\frac{64}{4+16} = \frac{0}{80}$$

$$(20+5)^2$$

$$400 + 200 + 25$$

$$16 \cdot 25 = 400$$

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

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

$$\frac{13}{25} = \frac{13}{25}$$

$$\frac{13}{25} = \frac{13}{25}$$

$$\frac{96910}{1922} = \frac{96910}{1922}$$

$$\frac{96910}{1922} = \frac{96910}{1922}$$

$$\frac{96910}{1922} = \frac{96910}{1922}$$

$$\frac{96910}{1922} = \frac{96910}{1922}$$

$$\frac{96910}{1922} = \frac{96910}{1922}$$

$$4 \cdot 5 = 20$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$5 \cdot \frac{9}{25} > \frac{461 \cdot 9}{12 \cdot 25}$$

$$54.17 > 961.9$$

$$\frac{85}{25} \cdot \frac{5}{17} = \frac{85 \cdot 5}{25 \cdot 17} = \frac{425}{425} = 1$$

$$60 + 10 = 70$$

$$60 + 10 = 70$$

$$25 - 7.5^2 + 8.5^2$$

$$25 - 7.5^2 + 8.5^2$$

$$\frac{26400}{17225} = \frac{26400}{17225}$$

$$\frac{26400}{17225} = \frac{26400}{17225}$$

$$\frac{26400}{17225} = \frac{26400}{17225}$$

$$\frac{26400}{17225} = \frac{26400}{17225}$$

$$\frac{26400}{17225} = \frac{26400}{17225}$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$4 \cdot 20 = 80$$

$$4 \cdot 20 = 80$$