



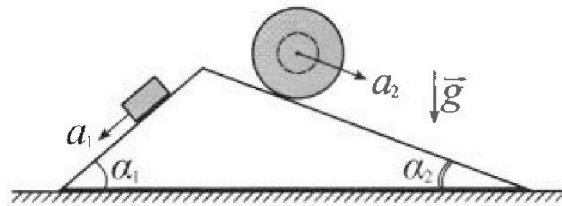
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

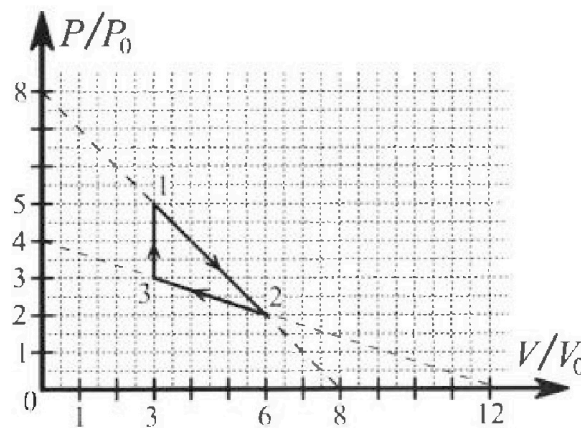


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

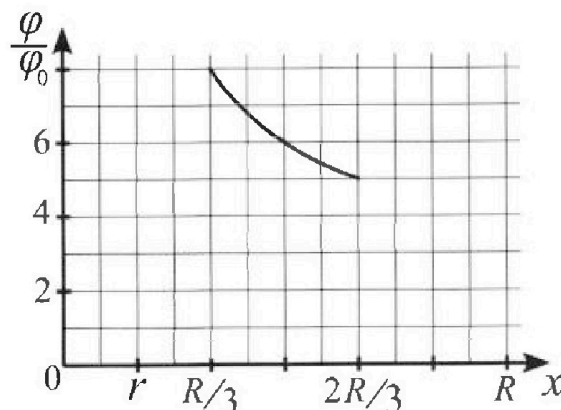
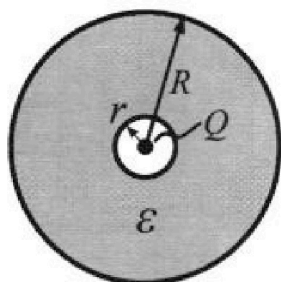
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





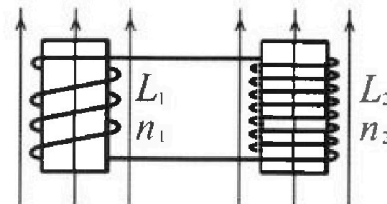
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02



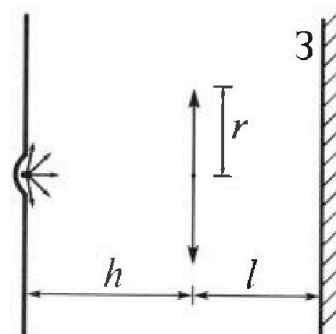
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

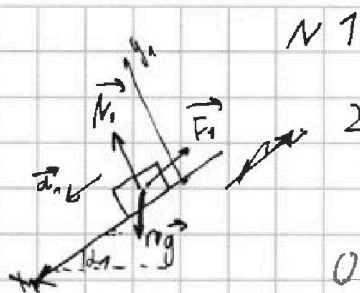


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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

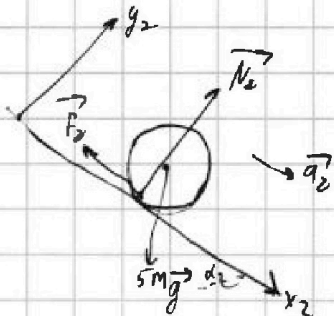
$$mg + \vec{F}_1 + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1$$

$$Ox_1: mg \sin d_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(g \sin d_1 - a_1) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

$$Oy_1: N_1 - mg \cos d_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cos d_1$$



2 3 Н для шара

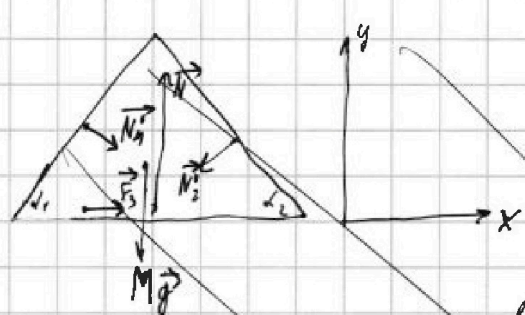
$$5mg + \vec{F}_2 + \vec{N}_2 = 5m\vec{a}_2$$

$$Ox_2: 5mg \sin d_2 - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5m(g \sin d_2 - a_2) = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40mg \left( \frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{8 \cdot 5 \cdot 8}{17 \cdot 25} mg = \frac{64}{17 \cdot 5} mg = \frac{64}{85} mg$$

$$Oy_2: N_2 - 5mg \cos d_2 = 0$$

$$N_2 = 5mg \cos d_2$$



~~$\vec{N}_1 = -\vec{N}_2$~~   
 ~~$\vec{N}_2 = -\vec{N}_1$~~   
M - масса клина

~~$F_3$  действует горизонтально, но  $\vec{v}$  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

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

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

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

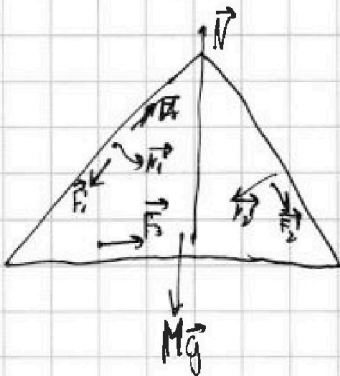
~~$$= mg \left( \frac{3 \cdot 5 \cdot 2^2}{17^2} - \frac{3 \cdot 2^2}{5^2} \right) = 72 mg$$~~

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

~~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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

$\eta$ -КПД цикла

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R - \frac{3}{4}R}{\epsilon_0 \cdot \frac{3}{4}R}\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{\frac{1}{4}R}{\frac{3}{4}\epsilon_0 R}\right) = -\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon_0}\right) =$$

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

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

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 <sup>N 4</sup> ~~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

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

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 <sup>потока</sup> внешнего поля,  $\Delta B_i$  - 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!

$$I_{кон} = -\left(L - \frac{B_0}{\mu}\right) + \left(-\frac{B_0}{\mu}\right) \frac{\mu S}{10C} = \left(\frac{1}{5} + \frac{3}{4}\right) \frac{B_0 \mu S}{10C} = \frac{4+9}{72} \frac{B_0 \mu S}{10C} = \frac{13}{720} \frac{B_0 \mu S}{L}$$

Ответ: 1)  $\frac{\mu S}{10L}$

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

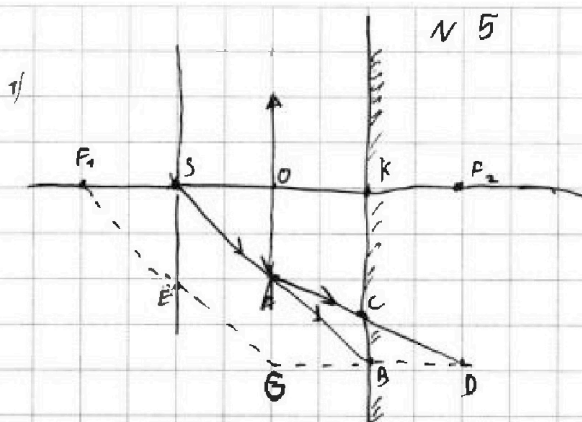
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> - 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. В  $\Rightarrow SOA \sim SKB \Rightarrow \frac{KB}{OA} = \frac{KB}{SO} = 2$   
 $KB = 2OA = 2r$

если он преломится, то ~~он~~ он пересечет фокальную плоскость в м. D  
примем,  $F_2D = OG$ , 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

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

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



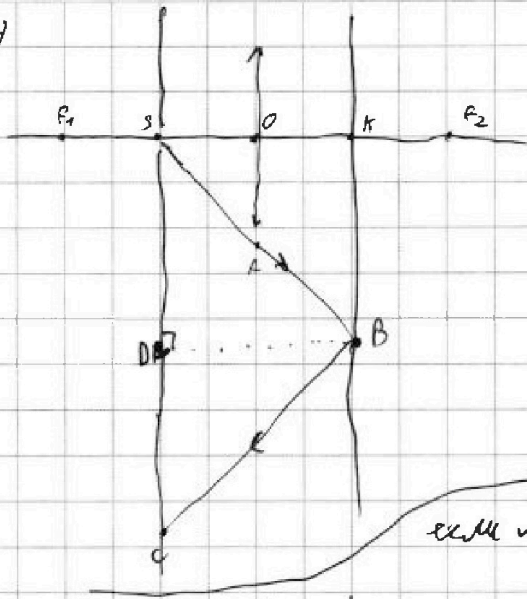
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

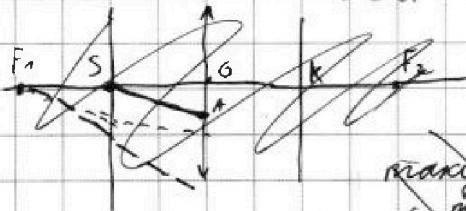
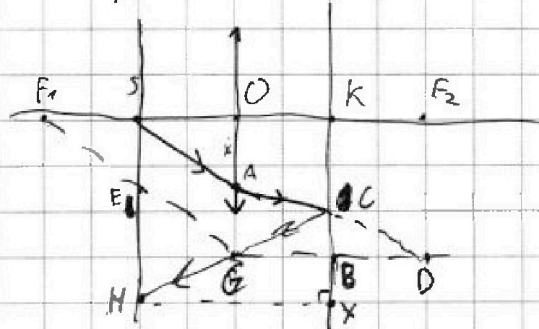
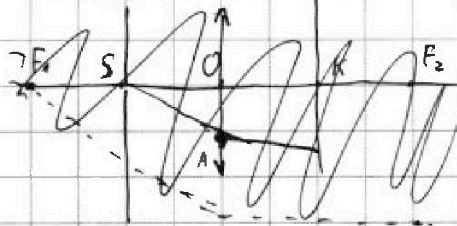
$\triangle OSB = \triangle OCB \Rightarrow SO = OC$

$SO \geq 2KB = 4r$

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  $\angle D$

от пересечения  $m, G$  ( $OG = 2x$ )

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  
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!

$$-\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{R-x}{R}\right) \quad \varphi_0 = -\frac{kQ}{R} \left(\frac{R}{R}\right) \quad \kappa = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$\frac{1 + \frac{R-x}{R}}{\frac{R}{R_0}} = \frac{1 + \frac{R-x}{R}}{1 + \frac{R-x}{R}} = \frac{\frac{R_0}{R_0}}{\frac{R_0}{R_0}} = \frac{\varphi_0}{\varphi_0} = \begin{cases} -k \frac{a}{R} & x \geq R \\ -k \frac{a}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R} & x < R \end{cases}$$

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

$$mg \sin \alpha_1 = N$$

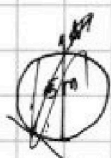
$$F_{1,5} N \quad \frac{1 + \frac{R-x}{R}}{1 + \frac{R-x}{R}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$F_1 = M(g \sin \alpha_1 - a) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{13}\right) = \dots$$



$$\frac{1 + \frac{3}{5}}{1 + \frac{7}{13}} = \frac{1 + \frac{30}{50}}{1 + \frac{70}{130}} = \frac{1 + \frac{30}{50}}{1 + \frac{70}{130}} = \frac{6}{13} = 3$$

$$\frac{1 + \frac{3}{5}}{1 + \frac{7}{13}} = \frac{6}{13}$$



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

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

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

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

$$3mg - F_2 = 5ma_2$$

$$F_2 = 5m(g - a_2) = 5mg \left(\frac{12}{13} - \frac{1}{13}\right) = \frac{5}{12} mg$$

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

$$N_2' = N_2 \sin \alpha_2 = 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 = 5mg \frac{8 \cdot 15}{13^2}$$

$$(21 \cdot 21 - 8 \cdot 15) \cdot 0.2 = (0.8 \cdot 13 - 8.9 \cdot 15) \cdot 2$$

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

$$\frac{12}{2} - \frac{3 \cdot 1}{2} = 4.5 - 1.5 = 3$$

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

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

$$+ (5.6 - 1.1) \cdot 9$$

$$16 - 9 = 7$$

$$u = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} PV$$

$$u = \frac{3}{2} \frac{P}{\rho_0} \frac{v}{v_0}$$

$$A = 5 \cdot \rho_0 v_0$$

$$S = \frac{0.2}{2} + \frac{5 \cdot 2}{2} = \frac{3.6}{2} = 1.8 = 1.8 \cdot 6 = 10.8$$

(3)

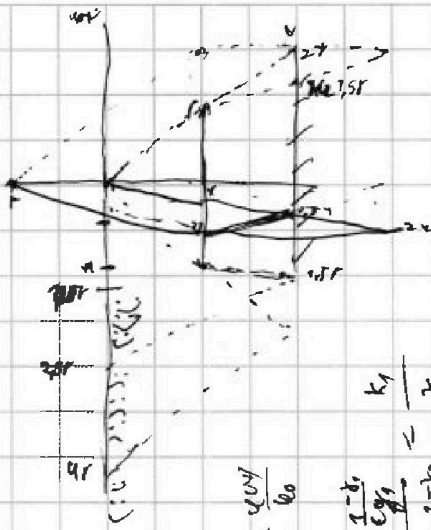


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$S_2 = \pi(2r)^2 - \pi(r,5r)^2 = \pi r^2(4 - 2,5^2)$$

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

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

$$\frac{x_0}{r} = \frac{20r}{r} = 20$$

$$\frac{1 + \frac{2r}{r}}{1 + \frac{2r}{r}} = \frac{3}{3}$$

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

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

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

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

$$I = I_0 = \frac{AB + 3AB}{L_1 + L_2} NS$$

$$(7 + 6,5) I =$$

$$= 7 + 11 + 0,15$$

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

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

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

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

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

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

$$(20+5)^2$$

$$400 + 200 + 25$$

$$1 + \frac{6 \cdot 25}{77}$$

$$12-5^2$$

$$85 - (14-5)$$

$$5 \cdot \frac{5}{25} > \frac{961 \cdot 9}{72 \cdot 25}$$

$$54 \cdot 17 > 961 \cdot 9$$

$$\frac{3 \cdot 72 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 72}$$

$$\frac{51 - 35}{85} = \frac{16}{85}$$

$$\frac{13}{25} = \frac{5}{85}$$

$$\frac{961 \cdot 10}{1922} + \frac{961}{17532}$$

$$4 \cdot 5 = 20$$

$$4 \cdot 208$$

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

$$25 - 7,5^2 = 8 - 52$$

$$\frac{25400 \cdot 4}{25} = 4096$$

$$\frac{5}{92}$$

$$\frac{77}{119} - \frac{11}{289}$$

$$\frac{k_1 \Delta t - k_2 \Delta t}{2 \Delta t (k_2 - k_1)}$$

$$\frac{25}{125} = \frac{2}{25}$$

$$\frac{k_1 - k_2}{k_2 - k_1}$$

$$1000$$

$$\frac{961}{170}$$

$$\frac{291}{170}$$

$$\frac{627}{170}$$

$$\frac{957}{170}$$

$$\frac{1287}{170}$$

$$\frac{1617}{170}$$

$$\frac{1947}{170}$$

$$\frac{2277}{170}$$

$$\frac{2607}{170}$$

$$\frac{2937}{170}$$

$$\frac{3267}{170}$$

$$\frac{3597}{170}$$

$$\frac{3927}{170}$$

$$\frac{4257}{170}$$

$$\frac{4587}{170}$$

$$\frac{4917}{170}$$

$$\frac{5247}{170}$$

$$\frac{5577}{170}$$

$$\frac{5907}{170}$$

$$\frac{6237}{170}$$

$$\frac{6567}{170}$$