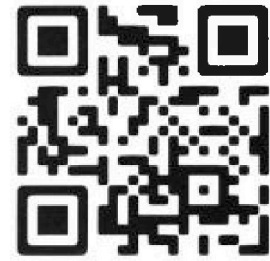




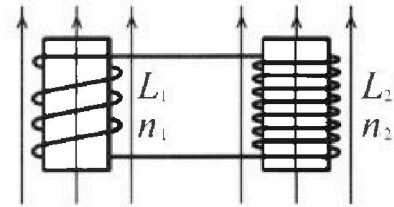
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



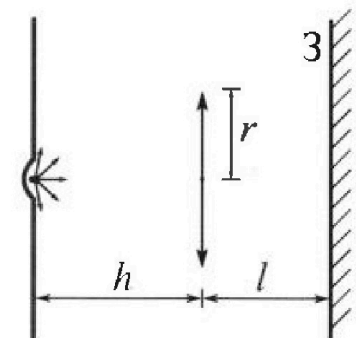
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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



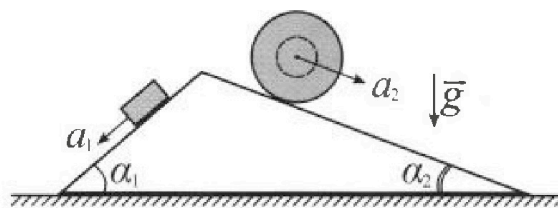
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$).

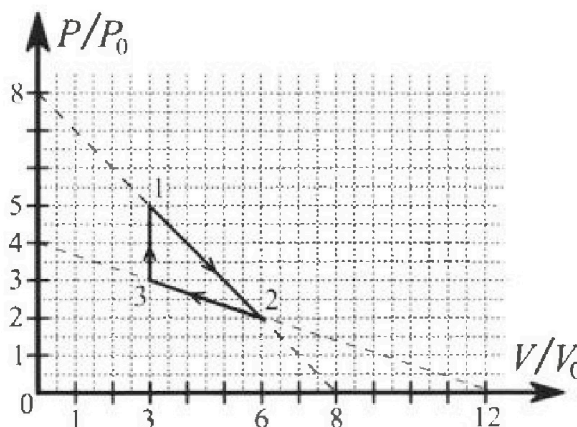


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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 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.

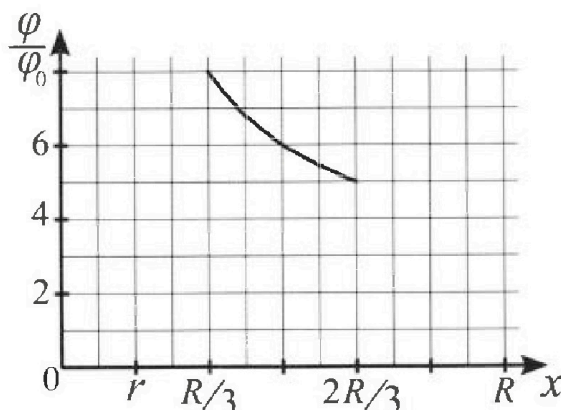
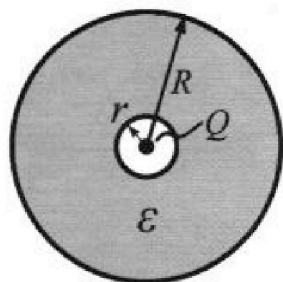


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





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!

Задача N1

1) 2 ЗМ для бруска m :

$$x: mgsin\alpha_1 - F_{\text{тр}} = ma_1$$

$$F_{\text{тр}} = mgsin\alpha_1 - ma_1, \text{ где}$$

$$sin\alpha_1 = \frac{3}{5} \text{ и } a_1 = \frac{7g}{17}, \text{ тогда:}$$

$$F_{\text{тр}} = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left(\frac{51 - 35}{85} \right) = \frac{16mg}{85} \rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{16mg}{85}$$

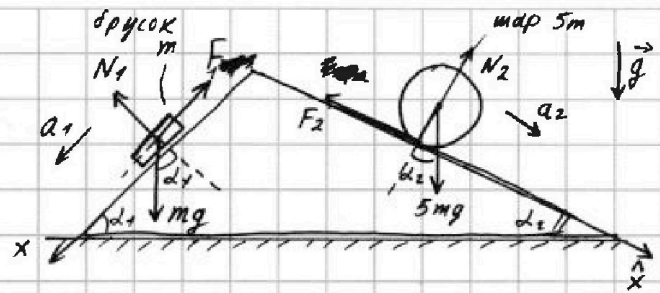
2) 2 ЗМ для шара $0.5m$:

$$x: 5mgsin\alpha_2 - F_{\text{тр}} = 5ma_2$$

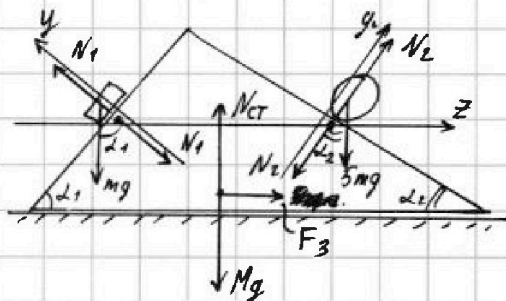
$$F_{\text{тр}} = 5mgsin\alpha_2 - 5ma_2, \text{ где } sin\alpha_2 = \frac{8}{17} \text{ и } a_2 = \frac{8g}{25}, \text{ тогда:}$$

$$F_{\text{тр}} = 5mg \cdot \frac{8}{17} - 5m \cdot \frac{8g}{25} = 5mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 5mg \left(\frac{200 - 136}{25 \cdot 17} \right) =$$

$$= 5mg \cdot \frac{64}{25 \cdot 17} = \frac{64mg}{85} \rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{64mg}{85}$$



3) Рассмотрим какие силы действуют на клин:



M -масса клина.

2 ЗМ для \square на ось y : $N_1 = m_1g \cos\alpha_1$

2 ЗМ для \circ на ось y : $N_2 = 5m_2g \cos\alpha_2$

2 ЗМ для клина на ось z ; предположим, что на неподвижный клин сила трения покоя F_3 действует направо, тогда:

$$F_{\text{тр}} + N_1 \cdot sin\alpha_1 = N_2 \cdot sin\alpha_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \left. \begin{aligned} F_{\text{тр}} &= N_2 \cdot sin\alpha_2 - N_1 \cdot sin\alpha_1 \\ N_2 &= 5m_2g \cos\alpha_2; \\ N_1 &= m_1g \cos\alpha_1 \end{aligned} \right\} \rightarrow F_{\text{тр}}$$

$\rightarrow F_{\text{тр}} = 5m_2g \cos\alpha_2 \cdot sin\alpha_2 - m_1g \cos\alpha_1 \cdot sin\alpha_1$; Подставляя известные, получаем:

$$F_{\text{тр}} = 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5^2 - 4 \cdot 3 \cdot 17^2}{17^2 \cdot 5^2} \right)$$

$$\rightarrow F_3 = \frac{12032}{4225} mg > 0, F_3 \text{ направлено вправо.}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$; 2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$; 3) $F_3 = \frac{12032}{4225} mg$



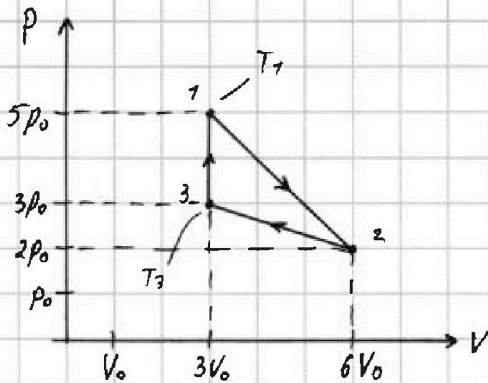
1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача №2

1) Нарисуем цикл 1-2-3-1 в pV-координатах:



• ΔU_{31} — изменение (приращение) внутр. энергии газа в процессе 3-1; $i=3$.

$$\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3;$$

$$\left. \begin{aligned} 5p_0 \cdot 3V_0 &= \nu R T_1 \\ 3p_0 \cdot 3V_0 &= \nu R T_3 \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 - \frac{3}{2} \cdot 3p_0 \cdot 3V_0 = 9p_0V_0.$$

• A_{Σ} — работа газа за весь цикл; $A_{\Sigma} = S_{\Sigma p}$, где $S_{\Sigma p}$ — площадь фигуры, ограниченной циклом — т.е. площадь треугольника \rightarrow

$$\rightarrow S_{\Sigma p} = \frac{1}{2} \cdot (5p_0 - 3p_0) \cdot (6V_0 - 3V_0) = p_0 \cdot 3V_0 = 3p_0V_0 \rightarrow A_{\Sigma} = 3p_0V_0.$$

Тогда:
$$\boxed{\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{\Sigma}} = \frac{9p_0V_0}{3p_0V_0} = 3.}$$

2) Ур-е Менг.-Клап. для точки 1: $5p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1$ (1)
для точки 2: $2p_0 \cdot 6V_0 = \nu R T_2$ (2)

по методу изотерм видно, что $T_1 = T_{\max}$, тогда:

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{15}{12} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4} \rightarrow \boxed{\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{5}{4} = 1,25}$$

3) Проанализируем процессы нашего цикла

• процесс 1-2: $A_{12} = S_{12p} = \frac{1}{2} (2p_0 + 5p_0) (6V_0 - 3V_0) = \frac{27}{2} p_0V_0$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 2p_0 \cdot 6V_0 - \frac{3}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 = 18p_0V_0 - \frac{45}{2} p_0V_0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta U_{12} = -\frac{9}{2} p_0V_0$$

По первому началу термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$.



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!

Продолжение задачи №2; 3) пункта решения.

$$Q_{12} = -\frac{9}{2} p_0 V_0 + \frac{27}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 > 0, \text{ тогда } Q_{12} = Q_{M1}$$

• процесс 2-3: $A_{23} = -S_{23} p_{23} = -\frac{7}{2} (2p_0 + 3p_0)(6V_0 - 3V_0) = -\frac{15}{2} p_0 V_0$

$$\Delta U_{23} = \underbrace{\frac{3}{2} JRT_3}_{3p_0 \cdot 3V_0} - \underbrace{\frac{3}{2} JRT_2}_{2p_0 \cdot 6V_0} = \frac{3}{2} \cdot 3p_0 \cdot 3V_0 - \frac{3}{2} \cdot 2p_0 \cdot 6V_0 = \frac{27}{2} p_0 V_0 - \frac{36}{2} p_0 V_0$$

$$\rightarrow \Delta U_{23} = -\frac{9}{2} p_0 V_0$$

По первому началу термодинамики: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$$Q_{23} = -\frac{9}{2} p_0 V_0 + \left(-\frac{15}{2} p_0 V_0\right) = -12 p_0 V_0 < 0 \rightarrow \underline{Q_{23} = Q_{\text{отб}}}$$

• процесс 3-1: $A_{31} = 0$, т.к. $V = 3V_0 = \text{const.}$

$$\Delta U_{31} = 9 p_0 V_0 \text{ (из пункта решения 1)}$$

По первому началу термодинамики: $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

$$Q_{31} = 9 p_0 V_0 + 0 = 9 p_0 V_0 > 0 \rightarrow \underline{Q_{31} = Q_{M2}}$$

4) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_M}$, где $Q_M = Q_{M1} + Q_{M2} = 6 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0 = 15 p_0 V_0$.
 $A_{\Sigma} = 3 p_0 V_0$ (из пункта решения 1).

$$\eta = \frac{3 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$$

η - КПД нашего цикла.

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{\Sigma}} = 3$

2) $\frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{5}{4}$

3) $\eta = \frac{1}{5}$



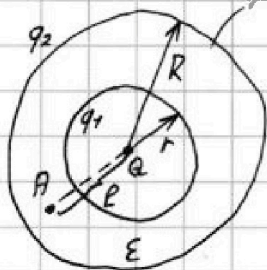
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3



диэлектрик ϵ и заряд Q электрического поля заряда Q проследит явление поляризации диэлектрика. Пусть поляризационные заряды:
 q_1 - на внутренней пов-ти диэлектрика
 q_2 - на внешней пов-ти диэлектрика
 Закон сохранения заряда: $0 = q_1 + q_2 \rightarrow$
 $\rightarrow q_1 = -q_2$

2) Пусть E_Σ - суммарная напряженность электр. поля в диэлектрике в т. А на расстоянии $r < R$, тогда:

$$E_\Sigma = \frac{kQ}{r^2} + \frac{kq_1}{r^2} + 0 = \frac{k(Q+q_1)}{r^2} \quad (1)$$

$E_\Sigma = \frac{E_{вн}}{\epsilon}$, где $E_{вн} = \frac{kQ}{r^2}$ - напряженность внешнего эл. поля для диэлектрика

$$|1| = |\epsilon|: \quad \frac{k(Q+q_1)}{r^2} = \frac{kQ}{r^2 \cdot \epsilon} \rightarrow Q+q_1 = \frac{Q}{\epsilon} \rightarrow q_1 = Q \cdot \frac{1-\epsilon}{\epsilon} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_2 = -q_1 = -Q \frac{1-\epsilon}{\epsilon} = Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

3) $\varphi(x)$ - потенциал внутри диэлектрика на расстоянии x от заряда Q .

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_2}{R}; \text{ Подставляя } q_1 \text{ и } q_2, x = \frac{3R}{4},$$

$$\text{Получаем: } \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{k}{R} \left(\frac{4Q}{3} + \frac{4}{3} \cdot Q \frac{1-\epsilon}{\epsilon} + Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{k}{R} \cdot \frac{4Q\epsilon + 4Q - 4Q\epsilon + 3Q\epsilon - 3Q}{3\epsilon} = \frac{kQ(3\epsilon+1)}{3\epsilon R} \rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ(3\epsilon+1)}{3\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R} + \frac{3kq_1}{R} + \frac{kq_2}{R} = \frac{k}{R} \left(3Q + 3Q \frac{1-\epsilon}{\epsilon} + Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{k}{R} \left(3Q + \frac{3Q}{\epsilon} - 3Q + Q - \frac{Q}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{2}{\epsilon} + 1 \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+\epsilon}{\epsilon} \right)$$

Также, из ^{данного} графика видим, что $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)} = 8 \rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Продолшение задачи 3; 41 пункта решения.

$$8\psi_0 = \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+E}{E} \right), \rightarrow \psi_0 = \frac{kQ}{8R} \left(\frac{2+E}{E} \right) \quad (1)$$

5) Подставим в выражение [1] $x = \frac{2R}{3}$; q_1 и q_2 :

$$\begin{aligned} \psi \left(\frac{2R}{3} \right) &= \frac{3kQ}{2R} + \frac{3kq_1}{2R} + \frac{kq_2}{R} = \frac{k}{2R} \left(3Q + 3Q \left(\frac{1-E}{E} \right) + 2Q \left(\frac{E-1}{E} \right) \right) = \\ &= \frac{k}{2R} \cdot \left(3Q + \frac{3Q}{E} - 3Q + 2Q - \frac{2Q}{E} \right) = \frac{k}{2R} \cdot \left(\frac{Q}{E} + 2Q \right) = \frac{kQ}{2R} \cdot \left(\frac{1+2E}{E} \right) \end{aligned}$$

Из графика: $\frac{\psi \left(\frac{2R}{3} \right)}{\psi_0} = 5 \rightarrow \psi \left(\frac{2R}{3} \right) = 5\psi_0$; значит:

$$5\psi_0 = \frac{kQ}{2R} \left(\frac{1+2E}{E} \right) \rightarrow \psi_0 = \frac{kQ}{10R} \left(\frac{1+2E}{E} \right) \quad (2)$$

$$6) (1) = (2): \quad \frac{kQ}{2R} \left(\frac{2+E}{E} \right) = \frac{kQ}{10R} \left(\frac{1+2E}{E} \right)$$

$$\frac{2+E}{4} = \frac{1+2E}{10}$$

$$10+5E = 4+8E \rightarrow 6 = 3E \rightarrow \boxed{E=2}$$

Ответ: 1) $\psi \left(\frac{3R}{4} \right) = \frac{kQ(3E+1)}{3R \cdot E}$

2) $E=2$



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!

Задача 4

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = B_1' = -\alpha ; \quad B_2' = 0$$

$$\cdot U_1 = -n_1 \Phi_{M1}' + L_1 I', \text{ где } \Phi_{M1}' - \text{ магнитный поток через катушку } 1$$

$$\cdot U_2 = -n_2 \Phi_{M2}' + L_2 I', \text{ где } \Phi_{M2}' - \text{ магн. поток через катушку } 2.$$

$$\Phi_{M1} = B_1 S \rightarrow \Phi_{M1}' = B_1' S = -\alpha S ; \quad L_1 = L ; \quad n_1 = n \rightarrow$$

$$\rightarrow U_1 = -n(-\alpha S) + L I'$$

$$\Phi_{M2} = B_2 S \rightarrow B_2' S = 0 ; \quad L_2 = 9L ; \quad n_2 = 3n \rightarrow$$

$$\rightarrow U_2 = 9L I'$$

$$\cdot \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{\alpha S n + L I'}{9L I'} = \frac{n}{3n} = \frac{1}{3} \rightarrow$$

$$\rightarrow 3\alpha S n + 3L I' = 9L I' \rightarrow I' = \frac{\alpha S n}{2L}$$

$$2) B_1 \downarrow \text{ от } B_0 \text{ го } \frac{2B_0}{3} ; \quad B_2 \downarrow \text{ от } \frac{B_0}{3} \text{ го } \frac{B_0}{72}.$$

$$\frac{U_1(t)}{U_2(t)} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{3n} \rightarrow 3U_1(t) = U_2(t), \text{ где } U_1(t) \text{ и } U_2(t) \text{ — напряжения на катушках в произ. момент } t.$$

$$3 | -n \Phi_{M1}'(t) + L I'(t) | = -3n \cdot \Phi_{M2}'(t) + 9L \cdot I'(t)$$

$$3 | -n \cdot B_1'(t) S + L \cdot I'(t) | = -3n \cdot B_2'(t) S + 9L \cdot I'(t) \quad | : 3$$

$$-n S \cdot \frac{\Delta B_1}{\Delta t} + L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -n S \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + 3L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$-n S \Delta B_1 + L \Delta I = -n S \Delta B_2 + 3L \Delta I \quad (*)$$



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!

Продолжение задания 4; 31 пункта решения.

Просуммируем (*) за всё время изменений.

$$-nS \cdot \sum \Delta B_1 + L \cdot \sum \Delta I = -nS \sum \Delta B_2 + 3L \cdot \sum \Delta I.$$

$$-nS \left(\frac{2B_0}{3} - B_0 \right) + L(I - 0) = -nS \left(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) + 3L(I - 0)$$

$$\Rightarrow \frac{nSB_0}{3} + LI = \frac{nS \cdot 2B_0}{24} + 3LI$$

$$\frac{4nSB_0 - 3nSB_0}{12} = 2LI \rightarrow \frac{nSB_0}{12} = 2LI \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{I = \frac{nSB_0}{24L}}$$

Ответ: 1) $I' = \frac{2Sn}{2L}$

$$21 I = \frac{nSB_0}{24L}$$



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!

Продолжение задачи 5.

2) Теперь проведём касательный луч, касающийся линзы, тогда его продолжение попадёт в S^* .

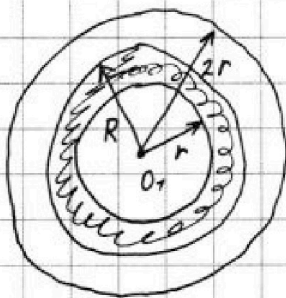
Пусть $PD = x$, тогда:

$$\cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{x}{h} = \frac{2x}{F} ; \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{x+r}{h+F} = \frac{x+r}{2F} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2x}{F} = \frac{x+r}{2F} \rightarrow 4x = x+r \rightarrow 3x = r \rightarrow x = \frac{r}{3}$$

Значит, неосвещенная часть зеркала выглядит так:

~~радиус~~ где $R = r + x$



Закрашенная площадь и есть неосвещенная часть зеркала. Пусть её площадь $\rightarrow S_3$.

$$\text{Тогда } S_3 = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi (r+x)^2 - \pi r^2 =$$

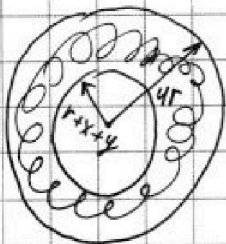
$$= \pi \left(r + \frac{r}{3}\right)^2 - \pi r^2 = \pi \frac{16}{9} r^2 - \pi r^2 = \frac{7}{9} \pi r^2$$

$$S_3 = \frac{7}{9} \pi \cdot 2^2 \text{ см}^2 = \frac{28}{9} \pi \text{ см}^2$$

3) Тот луч, который касался ~~линзы~~ линзы попадёт на зеркало и отразится под тем же углом β к перпендикуляру зеркала. ~~В том же месте между линзой как в пункте 1) из равенства прямоугольных треугольников, получается~~

$$\cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{2x}{F} ; \operatorname{tg} \beta = \frac{y}{F} \rightarrow \frac{2x}{F} = \frac{y}{F} \rightarrow y = 2x = \frac{2r}{3}$$

Значит неосвещенная часть стены выглядит так:



Закрашенная часть и есть неосвещенная часть стены. Пусть её площадь $\rightarrow S_c$.

$$S_c = \pi (r+y)^2 - \pi (x+y+r)^2 = 16\pi r^2 - \pi (2r)^2 = 16\pi r^2 - 4\pi r^2 = 12\pi r^2 \rightarrow S_c = 12\pi \cdot 2^2 = 48\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_3 = \frac{28}{9} \pi \text{ см}^2$; 2) $S_c = 48\pi \text{ см}^2$



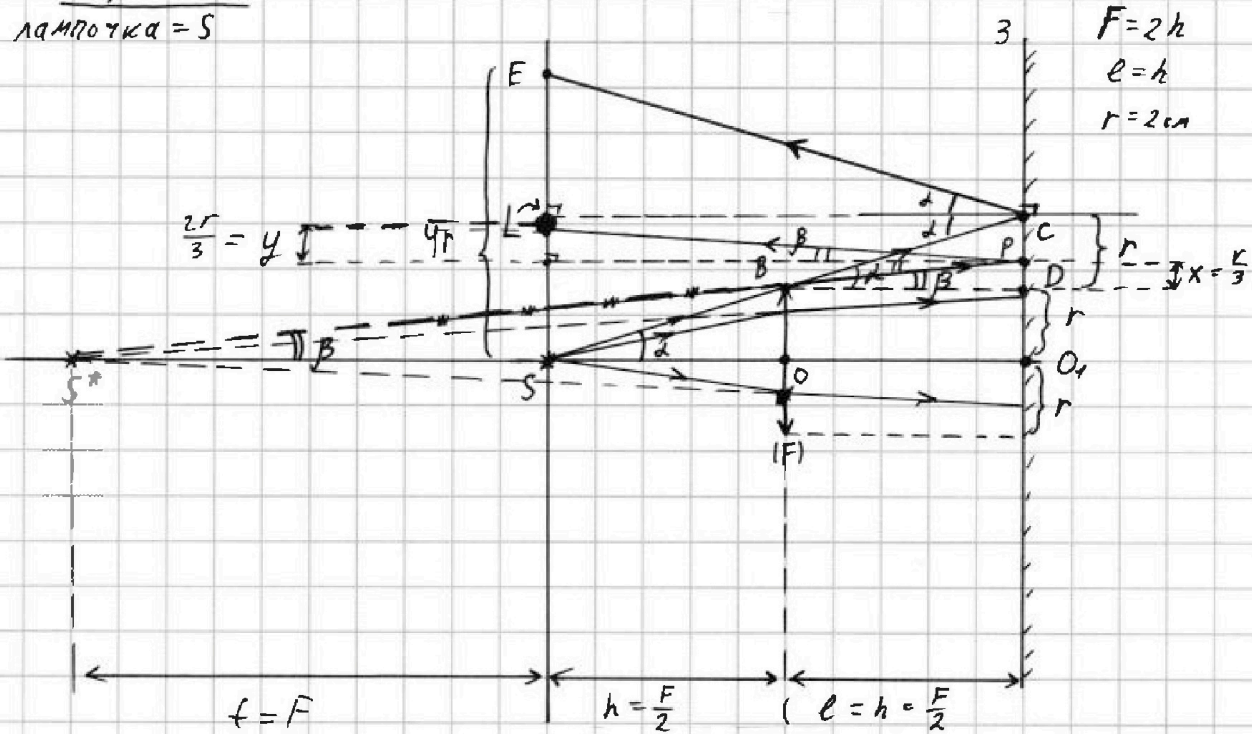
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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 5
Лампочка = S



$F = 2h$
 $h = F/2$
 $r = 2cm$

П.к. от предмета S падает ^{на линзу} раскол. пучок света, то S — действительный предмет для линзы, значит изображение S* действ. предмета S в \downarrow является мнимым, т.к. $h = \frac{F}{2} < F$.
По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}, \text{ где } d = h = \frac{F}{2} \rightarrow \frac{1}{F} = \frac{2}{F} - \frac{1}{f} \rightarrow \underline{f = F}.$$

Тогда проведём пограничные лучи не касающиеся линзы, т.е. которые будут пересекать плоскость линзы на расстоянии r от Главной оптической оси. Эти лучи света пройдут без преломления. Далее лучи отражаются от зеркала симметрично перпендикулярно к этому зеркалу.

• $\triangle SOB = \triangle BOC$ по острому углу α и катету: $SO = BO = \frac{F}{2}$. \rightarrow
 $\rightarrow BO = DC = r$

• $\triangle CSL = \triangle CEL$ по острому углу α и катету: $CL = F$. $\rightarrow LS = EL$, где

$LS = CD + BO = r + r = 2r$. $\rightarrow ES = EL + LS = 2r + 2r = 4r$



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

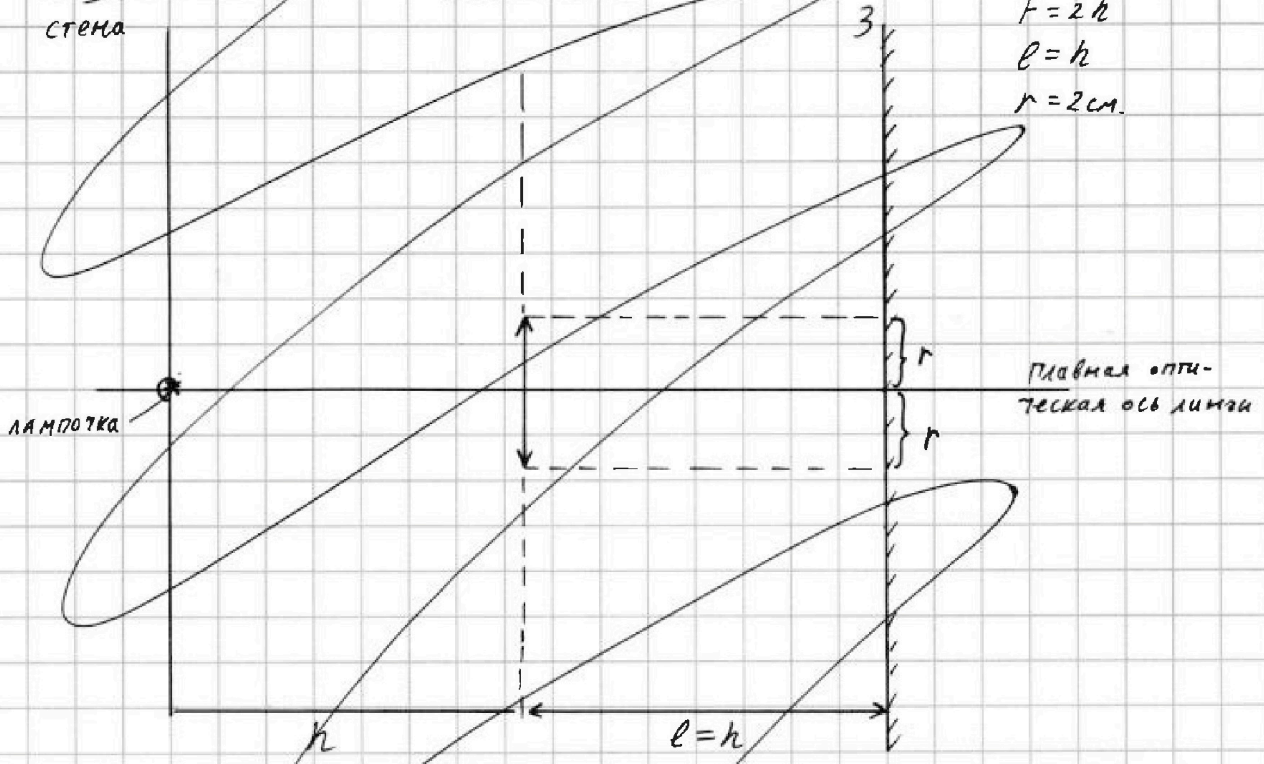
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

Задача 5

Черновик



$F = 2h$
 $l = h$
 $r = 2\text{ см.}$

главная опти-
ческая ось линзы

1) Наш предмет т.е. лампочка, находится в фо



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

Черновик

$$\frac{125 \cdot 15 \cdot 8 + 72 \cdot 72^2}{25 \cdot 72^2} = \frac{15400 - 3968}{25 \cdot 72^2} = \frac{12032}{7225}$$

$$\frac{P}{P_0} = 5$$

$$\frac{V}{V_0} = 3$$

1. ΔU_{31}
 A_{Σ}

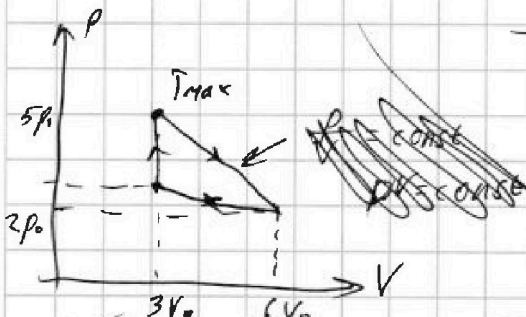
$$U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_1} p dV_1 - \frac{3}{2} \int_{p_2 V_2}^{p_1 V_2} p dV_2$$

$$p_1 = 5p_0 ; V_1 = 3V_0$$

$$\frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 3p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot 3p_0 \cdot 3V_0 =$$

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

$$A_{\Sigma} = S_{op} =$$



$$\frac{T_{max}}{T_2}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 289 \\ \hline 1445 \\ 578 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ 72 \\ \hline 144 \\ 144 \\ \hline 288 \\ 288 \\ \hline 576 \\ 576 \\ \hline 1152 \\ 1152 \\ \hline 2304 \\ 2304 \\ \hline 4608 \\ 4608 \\ \hline 9216 \end{array}$$

$$\delta Q = \delta U + \delta A$$

$$C \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{3}{2} \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_1} p dV_1 + \int_{p_2 V_2}^{p_1 V_2} p dV_2$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{dT}$$

$$\begin{aligned} 4QE + 4Q - 4QE + 3QE - 3Q &= 3E \\ &= \frac{3QE - Q}{3E} = Q \frac{13E - 1}{3E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5p_0 3V_0 &= \int R T_1 \\ 2p_0 \cdot 6V_0 &= \int R T_2 \\ \frac{25}{72} &= \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4} = 1.25 \end{aligned}$$

$$|q_1| = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{x} + \frac{kQ_2}{R}$$

11 Из-за эл. шарика заряд Q ионы поляризуя, днал. Пусть поляризадионные заряды будут: q1 - на внутр. пов. q2 - на внешн.



$$303: q_1 + q_2 = 0$$

Пусть E_{Σ} - суммарн. напряженность в диэлектрике $r < R < R$ от зар. Q: $E_{\Sigma} = \frac{kQ}{r^2} + \frac{kq_1}{r^2} + 0 = \frac{k(Q+q_1)}{r^2}$, также $E_{\Sigma} = \frac{E_0}{\epsilon}$, где E_0 - напр. Q в вакууме. $E_0 = \frac{kQ}{r^2}$ $\frac{k(Q+q_1)}{r^2} = \frac{kQ}{r^2 \epsilon} \rightarrow Q+q_1 = \frac{Q}{\epsilon} \rightarrow q_1 = Q(\frac{1}{\epsilon} - 1)$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Черновик

$$\pi \cdot \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\cdot U_1 = n_1 \Phi_{\text{вн}}' + L_1 \cdot I'$$

$$\cdot U_2 = n_2 \Phi_{\text{вн}}' + L_2 \cdot I'$$

$$U_1 = -n_1 \Delta S + L_1 I'$$

$$U_2 = L_2 I'$$

$$\frac{-n_1 \Delta S + L_1 I'}{L_2 I'} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{3n} = \frac{1}{3}$$

$$3(-n_1 \Delta S + L_1 I') = 9 L_2 I'$$

$$-3n_1 \Delta S + 3L_1 I' = 9L_2 I'$$

$$-3n_1 \Delta S = 6L_2 I' \rightarrow I' = \frac{3n_1 \Delta S}{6L_2} = \frac{n_1 \Delta S}{2L_2}$$

$$L_1 \rightarrow \Phi_{\text{вн}}' = B'S = -\Delta S \rightarrow \Delta S$$

$$L_2 \rightarrow \Phi_{\text{вн}}' = B'S = 0$$

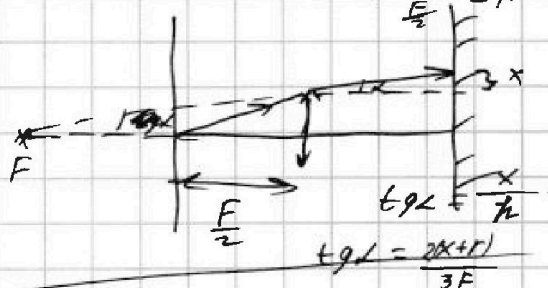
$$U_1 = -\Delta S + L_1 \cdot I'$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{F} = \frac{2}{d}$$

$$= \frac{F}{d} = F$$



$$-n S_{\Delta B_1} + L_0 I = -n S_{\Delta B_2} + 3L_0 I$$

$$S = \pi (12r)^2 = 144\pi r^2 = 64\pi$$

2r засвещена

$$S = \pi (12r)^2 - \pi r^2 = 3\pi r^2 = 3\pi \cdot 2\text{см}^2 = 12\pi \text{см}^2$$

