



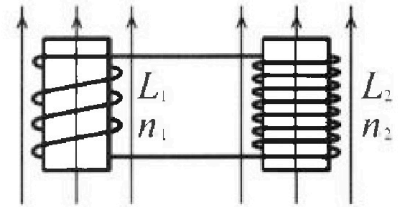
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



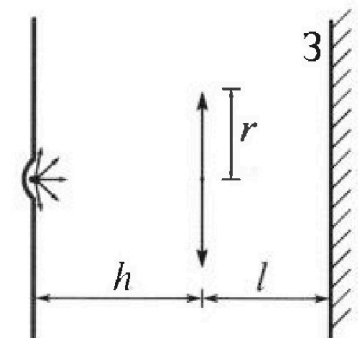
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.



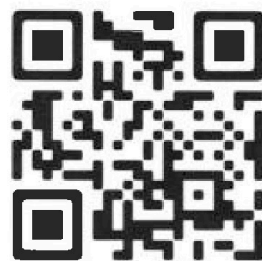
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



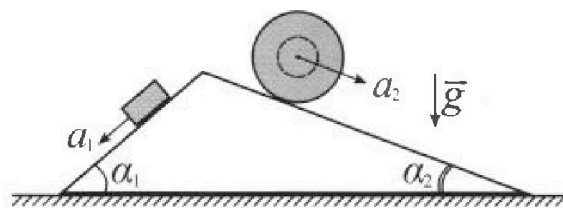
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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

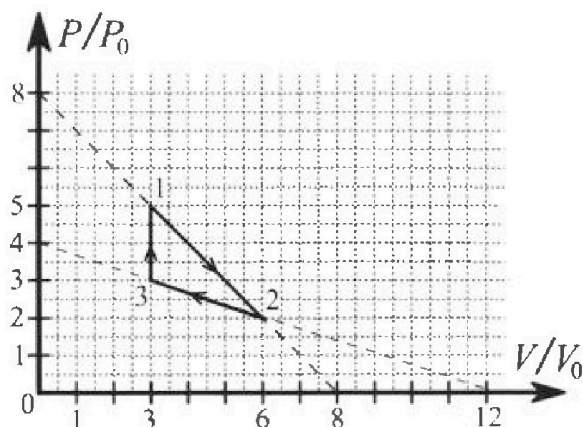


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

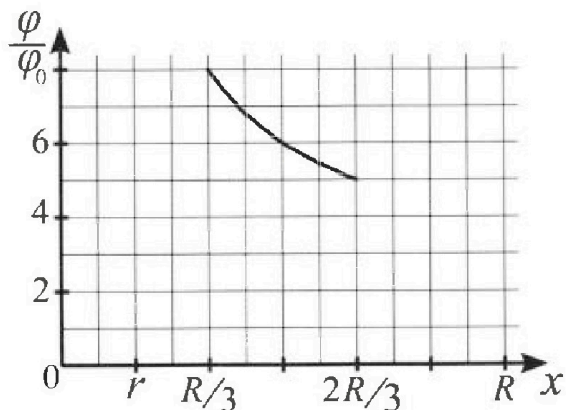
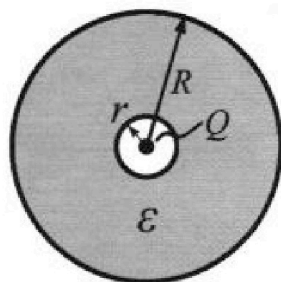


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 :

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

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

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

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

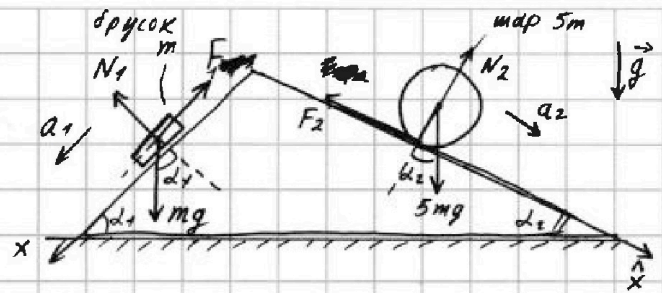
2) 2 ЗМ для шара $0.5m$:

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

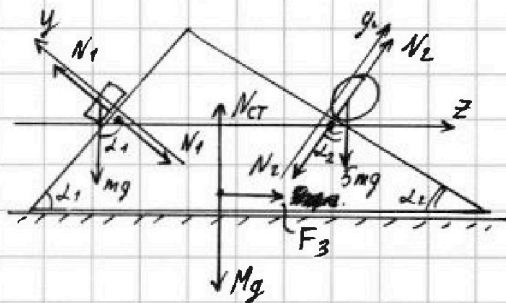
$$F_{\text{тр}} = 5mgsin\alpha_2 - 5ma_2, \text{ где } sin\alpha_2 = \frac{8}{17} \text{ и } a_2 = \frac{8g}{25}, \text{ тогда:}$$

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

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



3) Рассмотрим какие силы действуют на клин:



M -масса клина.

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

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

2 ЗМ для клина на ось z ; предположим,

что на неподвижный клин сила трения покоя F_3 действует направо, тогда:

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

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

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

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

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

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



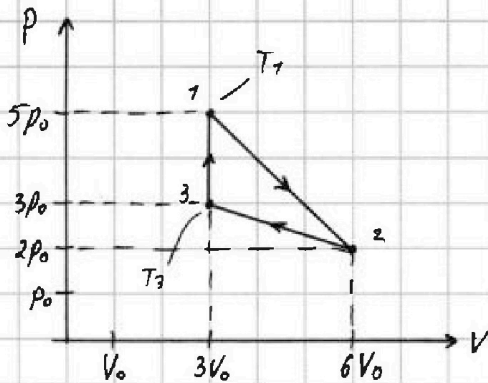
1 2 3 4 5 6 7

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; $i=3$.

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

$$5p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1$$

$$3p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_3$$

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

• 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

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

Тогда:
$$\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{\Sigma}} = \frac{|9p_0 V_0|}{3p_0 V_0} = 3.$$

2) Ур-е Менд.-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:

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

3) Проанализируем процессы нашего цикла

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

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

$$\rightarrow \Delta U_{12} = -\frac{9}{2} p_0 V_0$$

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



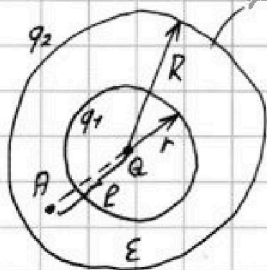
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Также, из ^{данного} графика видим, что $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi_0} = 8 \rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

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

Продолшение задачи 3; 41 пункта решения.

$$8\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+E}{E} \right), \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{8R} \left(\frac{2+E}{E} \right) \quad (1)$$

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

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

Из графика: $\frac{\varphi \left(\frac{2R}{3} \right)}{\varphi_0} = 5 \rightarrow \varphi \left(\frac{2R}{3} \right) = 5\varphi_0$; значит:

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{2R} \left(\frac{1+2E}{E} \right) \rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{10R} \left(\frac{1+2E}{E} \right) \quad (2)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$2) B_1 \downarrow \text{ от } B_0 \text{ на } 90 \frac{2B_0}{3} ; \quad B_2 \downarrow \text{ от } \frac{B_0}{3} \text{ на } 90 \frac{B_0}{72}.$$

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

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

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

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

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



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^* .

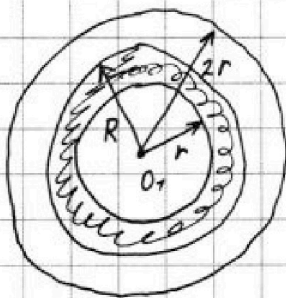
Пусть $PD = x$, тогда:

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

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

Значит, неосвещенная часть зеркала выглядит так:

~~радиус~~ где $R = r + x$



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

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

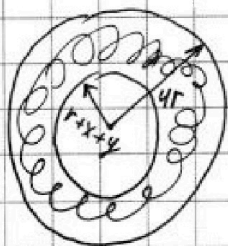
$$= \pi \left(r + \frac{r}{3}\right)^2 - \pi r^2 = \pi \frac{16}{9} r^2 - \pi r^2 = \frac{7}{9} \pi r^2$$

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

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 $\rightarrow S_c$.

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

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.

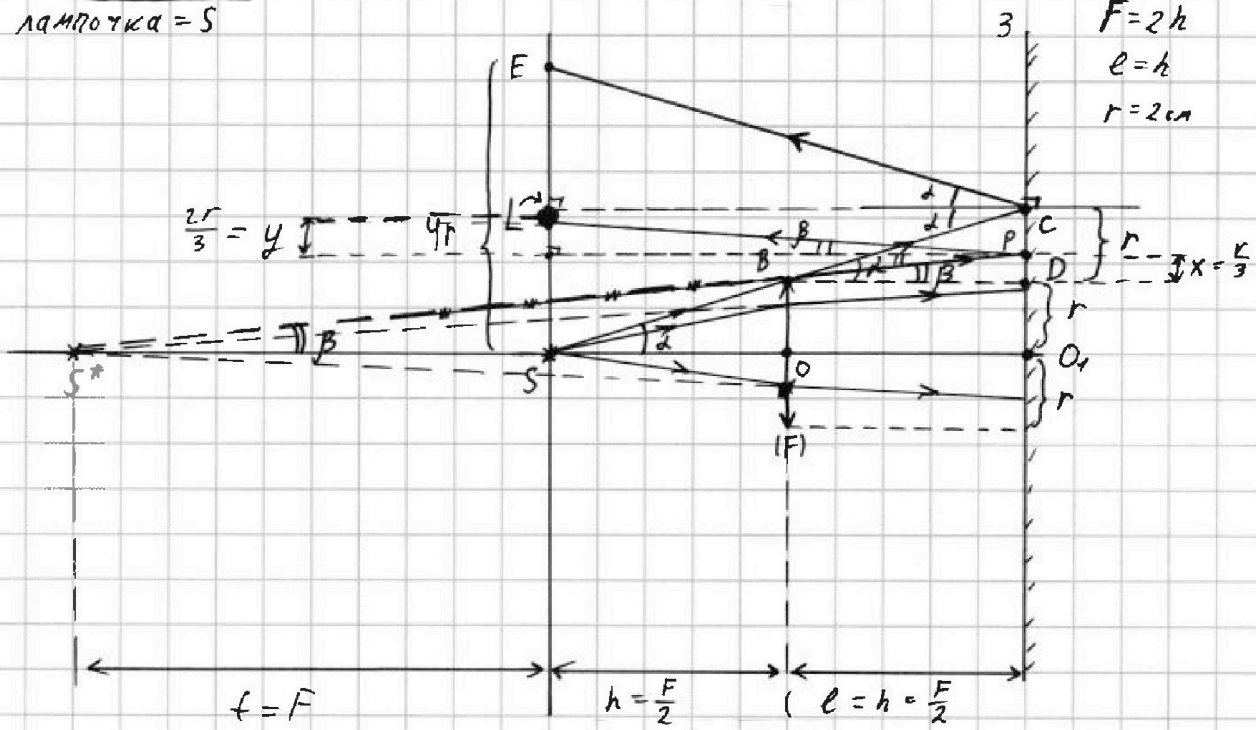
1 2 3 4 5 6 7

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



$F = 2h$
 $l = h$
 $r = 2cm$

т.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 ~~кас~~ 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.

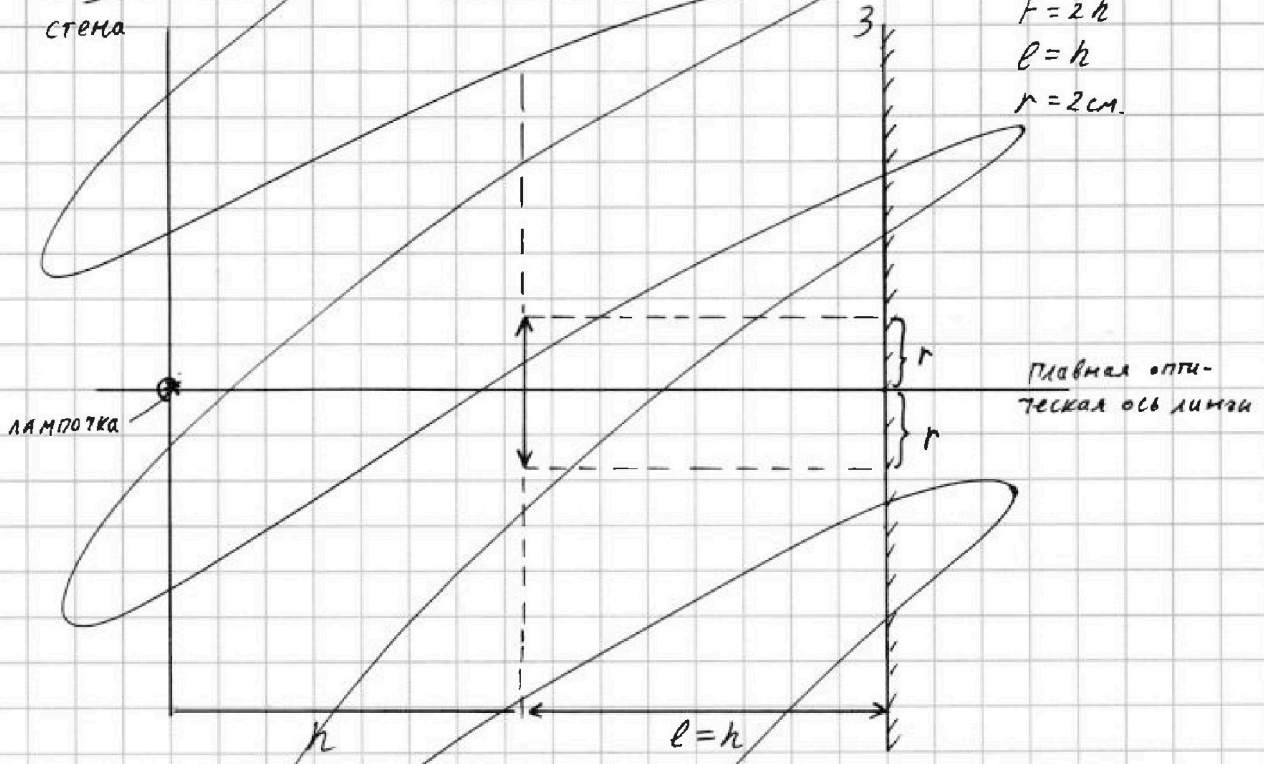
1 2 3 4 5 6 7

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}

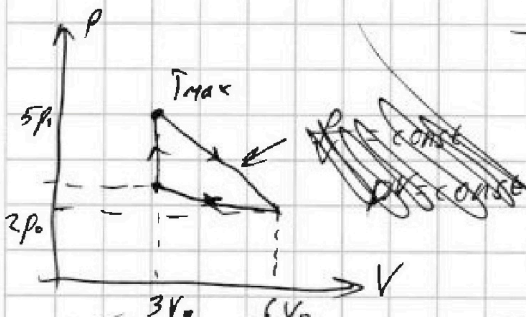
$$U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \int_{P_1 V_1}^{P_2 V_2} JRT_1 - \frac{3}{2} \int_{P_2 V_2}^{P_3 V_3} JRT_2$$

$$P_1 = 5P_0; V_1 = 3V_0$$

$$\frac{3}{2} 5 \cdot 3P_0 V_0 - \frac{3}{2} 3P_0 \cdot 3V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 3P_0 V_0 (5 - 9) = -9P_0 V_0$$

$$A_{\Sigma} = S_{\text{exp}} =$$



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

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

$$\begin{array}{r} 75400 \\ 3468 \\ \hline 12032 \end{array}$$

$$dQ = dU + dA$$

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

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

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

$$\begin{aligned} 5P_0 3V_0 &= JRT_1 \\ 2P_0 \cdot 6V_0 &= JRT_2 \\ \frac{25}{72} &= \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4} = 1.25 \end{aligned}$$

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

11. Из-за эл. шарика заряд Q ионы поляризуя, днал. Пусть поляризадионны заряды будут: q_1 - на внутр. пов., q_2 - 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. $E_0 = \frac{kQ}{r^2}$ $\frac{k(Q+q_1)}{r^2} = \frac{kQ}{r^2 \epsilon} \rightarrow Q+q_1 = \frac{Q}{\epsilon} \rightarrow q_1 = Q(1/\epsilon - 1)$

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

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

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

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

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

$$U_2 = L_2 I'$$

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

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

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

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

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

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

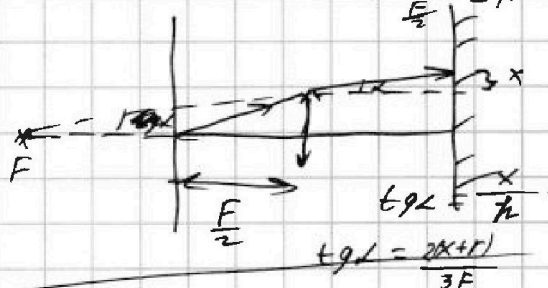
$$U_1 = -\Delta S + L_1 \cdot I'$$

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

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

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

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



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

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

2r засвещена

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

