



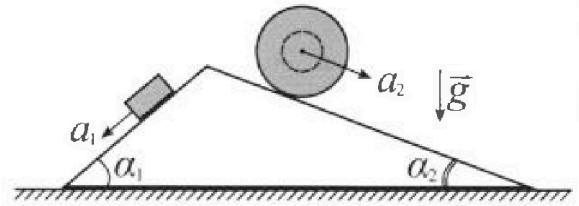
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

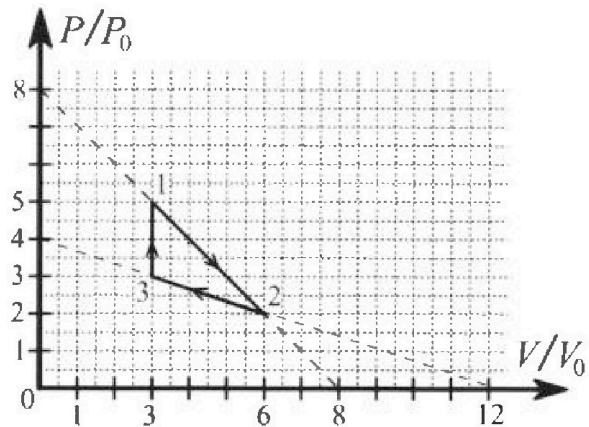


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

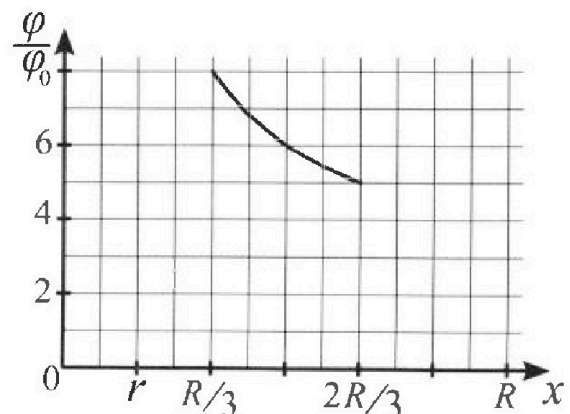
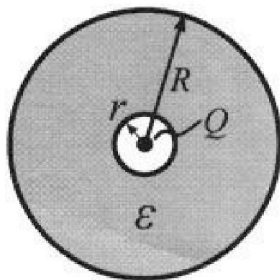
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

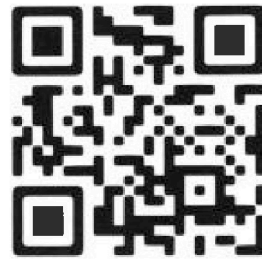
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



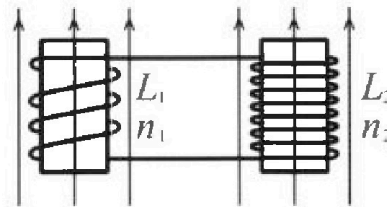
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

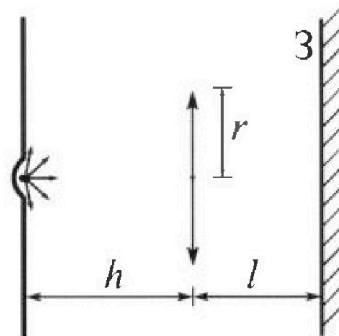


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой 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 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!

①

По II закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}_1$$

В проекции на Ox_1 :

$$N \cos \alpha_1 - F_{тр} = m a_1$$

Нам Ox_2 : $N = m g \cos \alpha$

Аналогично: $N_2 = m g \cos \alpha_2$

$$F_{тр} = m g \sin \alpha - m a_1 = m g \cdot \frac{1}{5} - m \cdot \frac{7}{17} g = m g \left(\frac{1}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$F_{тр} = m g \frac{51 - 85}{85} = m g \cdot \frac{16}{85}$$

- ② Движение без проскальзывания: шар вращается вокруг оси O с тем же угловым ускорением

Динамика вращательного движения (рассмотрим относительно O):

$$M = I \cdot \epsilon, \text{ где } I = M I = m R^2 = 5 m R^2 - \text{момент инерции}$$

$$M = F_{тр} \cdot R; \quad \epsilon = \frac{a_2}{R} - \text{угловое ускорение}$$

момент действующий сил

$$F_{тр} R = 5 m R^2 \cdot \frac{8g}{17R}; \quad F_{тр} = \frac{8}{5} m g$$

③ По II закону Ньютона: $\vec{P}_1 - \vec{F}_{тр} + \vec{P}_2 - \vec{F}_{тр2} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр3} = 0$

А по III закону Ньютона $\vec{P}_{(2)} = -\vec{N}_{(2)}$

В проекции на Ox_2 : $F_{тр3} - m g \cos \alpha \cdot \sin \alpha_1 - F_{тр} \cos \alpha_1 - m g \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + F_{тр2} \cos \alpha_2 + F_{тр3} = 0$

$$F_{тр3} = m g \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5} - \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - 5 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{8}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

Ответ: $F_{тр} = \frac{16}{85} m g$; $F_{тр2} = \frac{8}{5} m g$; $F_{тр3} = m g \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{16}{25} + \frac{8 \cdot 15}{17} \right)$



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

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!

$$A_{23} = \frac{1}{2} (2p_0 + sp_0) (6V_0 - 5V_0) = \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \frac{1}{2} (9 - 12) p_0 V_0 = -\frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{6}{2} p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

3-1: $A_{11} = 0$ - изохора

$$\Delta U_{11} = \frac{1}{2} (p_3 V_4 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} (15 - 9) p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$\Delta Q_{11} = \Delta U_{11} = 3 p_0 V_0$$

$$Q = \frac{25}{2} \left(\frac{25 \cdot 15}{2 \cdot 49} + \frac{16}{2} \cdot \frac{40}{2} - 15 + 12 \right) p_0 V_0$$

$$A_{11} \quad \eta = \frac{\frac{25 \cdot 15}{2 \cdot 49} + \frac{16 \cdot 40}{49} - 1}{3}$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad 2) \quad \frac{4}{3} \quad 3) \quad \eta = \frac{\frac{25 \cdot 15}{2 \cdot 49} + \frac{16 \cdot 40}{49} - 1}{3}$$



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
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!

~~Дано~~ модуль приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1:

① $|\Delta U_{31}| = \frac{1}{2} \nu R |T_1 - T_3|$, где $i=3$ - одностатный газ

Уравнение Менделеева-Клапейрона: $p_i V_i = \nu R T_i$ ν - количество вещества газа

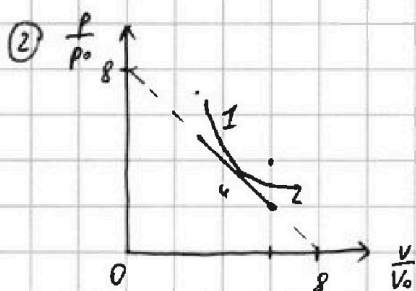
$|\Delta U_{31}| = \frac{1}{2} |p_1 V_1 - p_3 V_3|$ $p_1 = 5p_0$; $p_3 = p_0$; $V_1 = 3V_0$; $V_3 = 3V_0$

$|\Delta U_{31}| = \frac{1}{2} |5p_0 V_0 - p_0 V_0| = 2p_0 V_0$

Работа газа A_{12} равна площади ограниченной трапеции:

$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2p_0 = 3p_0 V_0$

$\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{12}} = 3$



Из метода касаний следует, что максимальная температура в процессе 1-2 будет в точке 4, где прямая 1-2 является касательной к изотерме из данного семейства изотерм

Уравнение изотерм: $p = \frac{\alpha}{V}$, где $\alpha = \text{const}$

$\frac{p}{p_0} = \frac{\alpha V_0}{p_0 V_0 V} = \frac{\beta}{\frac{V}{V_0}}$, где $\beta = \text{const}$

Уравнение прямой 1-2: $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$

Пусть $\frac{p}{p_0} = y$; $\frac{V}{V_0} = x$:

$y = \frac{\beta}{x}$
 $y = -x + 8$

Поскольку $y = -x + 8$ - касательная: $\left(\frac{\beta}{x}\right)' = (-x + 8)'$
 $-\frac{\beta}{x^2} = -1 \Rightarrow \beta = x^2$

$\frac{\beta}{x} = -x + 8$ $x = -x + 8$ $2x = 8$ $x = 4$ $y = 4$

Получается, что в процессе 1-2 максимальная температура будет достигнута в точке $(4 \frac{V}{V_0}; 4 \frac{p}{p_0})$

Тогда из уравнения Менделеева-Клапейрона исходное отношение:

$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{p_0 \cdot 4V_0}{p_2 V_2} = \frac{16 p_0 V_0}{2 p_0 \cdot 6V_0} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$



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 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!

③ КПД цикла: $\eta = \frac{A_{12}}{Q^+}$, где Q^+ - тепло, полученное газом за цикл

1-2: Нагрев газа, в которой процесс 1-2 является изотермой к адиабате

Уравнение адиабаты: $p = \frac{c}{V^\gamma}$, где $\gamma = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2}$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{c}{p_0 V_0^\gamma V^\gamma} = \frac{k}{(\frac{V}{V_0})^\gamma} \quad k, c = \text{const}$$

$$\begin{cases} y = \frac{k}{x^\gamma} \\ y = -x + 8 \end{cases}$$

$$\text{Аналогично } (\frac{k}{x^\gamma})' = (-x + 8)'$$

$$k \cdot (-\gamma) \cdot x^{-(\gamma+1)} = -1$$

$$\frac{k}{x^\gamma} = -x + 8 \quad \frac{x}{\gamma} = -x + 8 \quad k = \frac{x^{\gamma+1}}{\gamma}$$

$$x \frac{x^{\gamma+1}}{\gamma} = 8 \quad x = \frac{8\gamma}{\gamma+1} = \frac{8 \cdot 5}{7} = \frac{40}{7} \quad y = -\frac{40}{7} + \frac{56}{7} = \frac{16}{7}$$

Значит, газ получил тепло, сжимаясь от $V_1 = 5V_0$ до $V_1' = \frac{40}{7}V_0$

$\Delta Q_{12} = A + \Delta U_{12}$ - I начало термодинамики

$$A_{12}^{\text{изот}} = \frac{1}{2} (p_1 + \frac{16}{7} p_0) (\frac{40}{7} V_0 - 5V_0) = \frac{1}{2} \frac{23}{7} p_0 \cdot \frac{19}{7} V_0 = \frac{21.19}{2.49} p_0 V_0 -$$

работа газа за это время ~~за тепло, полученное газом~~ ~~за цикл в процессе 1-2~~

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_1' V_1') = \frac{16}{7} p_0 \cdot \frac{40}{7} V_0 - 15 p_0 V_0$$

$$\Delta Q_{12} = (\frac{21.19}{2.49} + \frac{16}{7} \cdot \frac{40}{7} - 15) p_0 V_0$$

2-3: Аналогично

$$\begin{cases} y = \frac{k}{x^\gamma} \\ y = -\frac{1}{3}x + 4 \end{cases}$$

$$k(-\gamma)x^{-(\gamma+1)} = -\frac{1}{3} \quad k = \frac{x^{\gamma+1}}{3\gamma}$$

$$\frac{x}{3\gamma} = -\frac{1}{3}x + 4 \quad 4 = \frac{1+\gamma}{3\gamma}x \quad x = \frac{14\gamma}{1+\gamma} = \frac{210}{7} = \frac{60}{7} > 6$$

Значит, в течение процесса 2-3 газ получил или отдал тепло в течение времени



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.

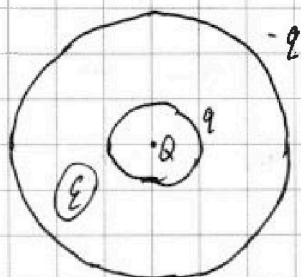
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

① Дано: r ; R ; Q ; ϵ . Найти: $\varphi(\frac{3}{4}R)$



На внутренней поверхности диэлектрика
наведен заряд q (противоположного
знака с Q)

А на внешней поверхности: $-q$

E_Q - поле от Q E_q - поле от q

$$\frac{E_Q}{\epsilon} = E_Q - E_q$$

$(-q)$ не создает поле внутри диэлектрика

$$\frac{kQ}{\epsilon r^2} = kQ$$

$$E_q = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E_Q, \quad \frac{kq}{x^2} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} k \frac{Q}{x^2} \Rightarrow q = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q$$

$$\varphi(x) = kQ \cdot \frac{1}{x} + k \frac{q}{x} = kQ \left(\frac{1}{x} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon x} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = kQ \cdot \frac{1}{R} \left(\frac{4}{3} - \frac{\epsilon-1}{3\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{4\epsilon - 4\epsilon + 4 + 3\epsilon - 3}{3\epsilon}, \quad \text{так как}$$

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

$$\textcircled{2} \quad \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(3 - \frac{3\epsilon-3}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + \epsilon - 1}{\epsilon} = \frac{\epsilon+2}{\epsilon} \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{2} - \frac{3\epsilon-3}{2\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + 2\epsilon - 2}{2\epsilon} = \frac{2\epsilon+1}{2\epsilon} \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{\epsilon+2}{2\epsilon+1} \cdot 2$$

$$\frac{4}{5} = \frac{\epsilon+2}{2\epsilon+1}$$

$$8\epsilon+4 = 5\epsilon+10$$

$$3\epsilon = 6 \quad \epsilon = 2$$

$$\text{Ответ: 1) } \varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{R} \frac{3\epsilon+1}{3\epsilon}; \quad 2) \quad \epsilon = 2$$



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!

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 9L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

S

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha \ (\alpha > 0)$$

① Указано в катушке нет тока, так как $\vec{B} = \text{const}$
и $S = \text{const}$

$\Delta \Phi = L_1 \Delta I$ - изменение потока вектора магнитной индукции

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} \left| \frac{\Delta (B \cdot S)}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} n_1 S \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{n_1 S}{L_1} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n S \alpha}{L}$$

Так как во второй катушке внешнее поле уменьшается, то ток во всей катушке пойдет моментом с наведенной силой (по модулю)

② Рассчитаем I катушку:

$$\Delta I_1 = \left| \frac{\Delta \Phi}{L_1} \right| = \frac{n_1 S}{L_1} |\Delta B|$$

Суммируем: $I_{k1} = \frac{n_1 S}{L} |B_0 \cdot \frac{2}{3} - B_0| = \frac{n_1 S B_0}{3L}$ - ток в катушке

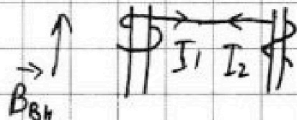
II катушка:

$$\Delta I_2 = \left| \frac{\Delta \Phi}{L_2} \right| = \frac{n_2 S}{L_2} |\Delta B| = \frac{n_2 S}{L_2} \left| \frac{B_0}{12} - \frac{4B_0}{34} \right| = \frac{n_2 S B_0}{4L_2} = \frac{n_2 S B_0}{12L}$$

ток в катушке

Правило Ленца

Внешнее поле уменьшается, поэтому ток в катушке должен быть направлен в том же направлении, чтобы это поле созданное им магнитное поле было сонаправлено с внешним. Из правила правой руки



Тогда ток в катушке:

$$I_0 = |I_1 - I_2| = \frac{n_1 S B_0}{L} \left| \frac{1}{3} - \frac{1}{12} \right| = \frac{n_1 S B_0}{4L}$$

Ответ: 1) $\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n S \alpha}{L}$ 2) $I_0 = \frac{n S B_0}{4L}$



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

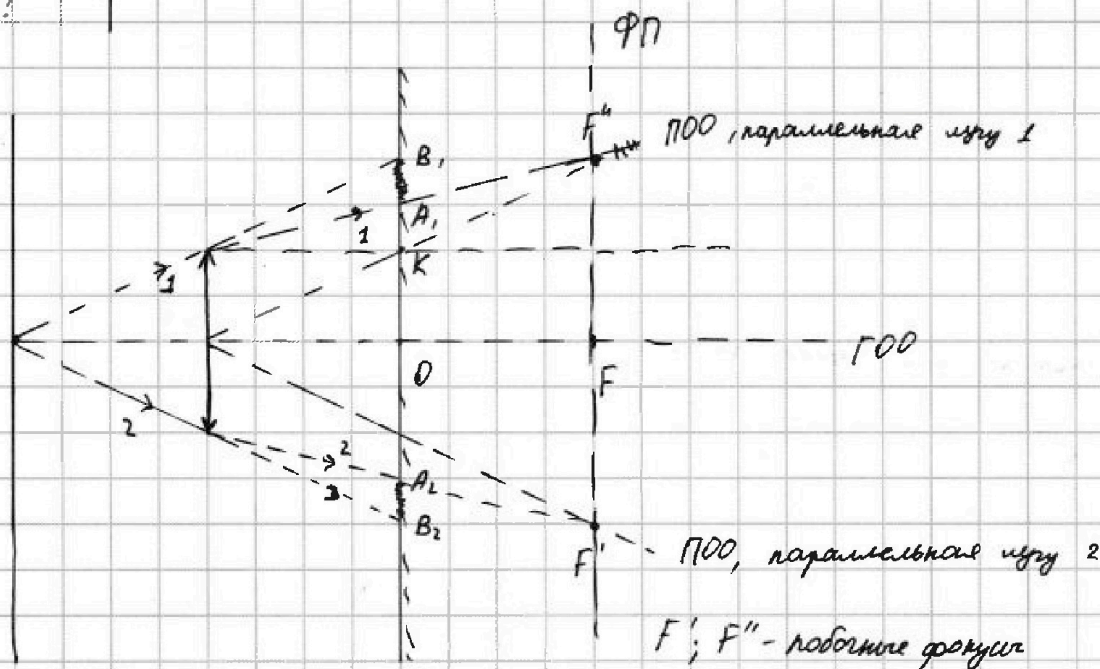
1 ИЗ 1

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!

Дано:
 $h = l$
 $F = 2h$
 $r = 2 \text{ см}$
 $S_{\text{ст}} = ?$
 $S_{\text{л}} = ?$

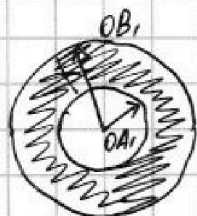
Решение:

① Изобразим ход лучей от источника, используя правило построения хода лучей в тонкой линзе



Лучи, параллельные между 1 и 2, параллельные в линзе будут освещать область между A_1 и A_2 .

Лучи, параллельные за 1 и 2 будут освещать область B_1 и выше, B_2 и ниже, ~~также~~ также картину



$$S_{\text{л}} = \pi (OB_1^2 - OA_1^2)$$

$$OA_1 = r + KA_1$$

Из подобия треугольников:

$$\frac{OA_1}{OK} = \frac{OB_1}{h} = \frac{l+h}{h} = 2$$

$OK = r$ $OB_1 = 2r = 4 \text{ см}$

Из подобия: $\frac{KA_1}{FF''} = \frac{r}{FF''} = 0.5$ $FF'' = OB_1 = 2r$ $KA_1 = 0.5 (FF'' - r) = 0.5r$



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 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!

$$AC_1 = OA_1 + A_1C_1 = 4,5r + 2 \cdot \frac{r}{2} = 4,5r = 5 \text{ (см)}$$

$$AD_1 = OB_1 + B_1D_1 = 2r + 1 \cdot 2r = 4r = 8 \text{ (см)}$$

$$AF_1 = r + 0,25r = 1,25 \cdot 2 = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ (см)}$$

$$AE_1 = r + 0,125r = 1,125 \cdot 2 = 2 + 0,25 = 2,25 \text{ см}$$

$$S_{CT} = \pi(AF_1^2 - AE_1^2 + AD_1^2 - AC_1^2) = \left(\frac{25}{4} - \frac{81}{16} + 64 - 25\right)\pi = \frac{641}{16}\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\text{Ответ: } 1) S_2 = 7\pi \text{ см}^2 \quad 2) S_{CT} = \frac{641}{16}\pi \text{ см}^2$$



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
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!

$a_1 = \frac{2}{5}g$ $a_2 = \frac{8}{25}g$ α_1 α_2

m $5m$

$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{тр}$

$F_{тр} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 \dots$

$\vec{a}_2 = \frac{a_2}{R}$

$F_{тр} R = \frac{a_2}{R} \cdot m_2 R^2$

$F_{тр2} = a_2 m_2$

$F_{тр1} - F_{тр2} \cos \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 + F_{тр1} \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = 0$



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
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!

i=3

$$\Delta Q_i = \Delta U_i + A_i$$

①

3-1- изохора

$$A_i = 0$$

$$|\Delta U_i| = \frac{1}{2} \nu R (T_i - T_3) = \frac{1}{2} (p_i V_i - p_3 V_3)$$

$$p_i = 5p_0 \quad V_i = 3V_0 \\ p_3 = 1p_0 \quad V_3 = 1V_0$$

$$|\Delta U_i| = \frac{1}{2} |15 - 9| p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot 8 p_0 \cdot 3 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_i}{A_3} = 2 \quad (2)$$

(1.8)

②

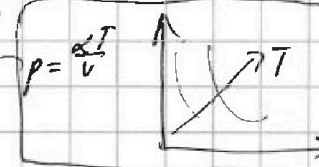
$$pV = \text{const}$$

$$p = \frac{\alpha}{V} \quad \text{гипербола}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\alpha p_0 V_0}{p_0 V} \quad \frac{p}{p_0} = \frac{\alpha V_0}{p_0 V} = \frac{\beta}{V/V_0}$$

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$$

$$x = -y + 8$$



$$-y + 8 = \frac{8}{y}$$

$$y = -x + 8$$

$$-x + 8 = \frac{8}{x}$$

$$\beta = x^2 \quad \frac{V}{V_0} = 4 \quad \frac{p}{p_0} = 4$$

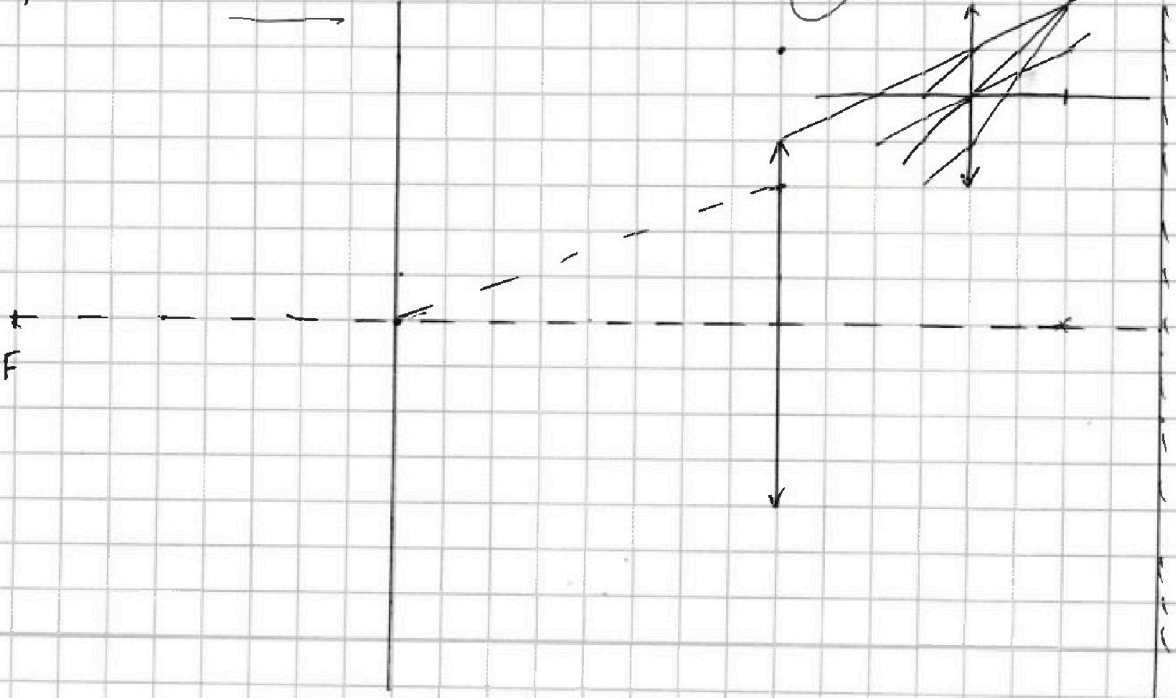
$$12: \quad 4 p_0 \cdot 4 V_0 = \nu R T \\ 2 p_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_2$$

$$\frac{T}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad (4/3)$$

③

$$h; \quad F = 2h \quad r = 2\omega \quad l = h$$

(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.

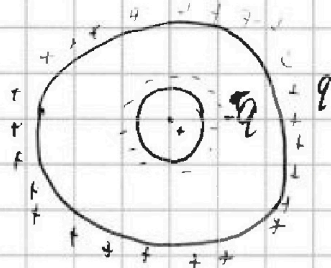
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$\epsilon; r; R; Q; \varphi$

$$\varphi = kq \quad \varphi = \frac{kQ}{x}$$



$$\varphi = \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{EQ}{\epsilon} = E_Q - E_q \quad E_q = E_Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$q = Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$E = \frac{E}{\epsilon} = E - E_q \quad E_q = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} \quad \varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{x^2} + \frac{kQ}{R^2} = kQ \left(\frac{1}{x} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon x} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} \right)$$

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

$$\frac{1}{R} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} + \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon R} = \frac{1}{R} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} + \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon R} = \frac{1}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{2} - \frac{\epsilon-1}{2\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

$$\frac{8}{5} = \frac{2\epsilon - 0\epsilon + 6 + 2\epsilon - 2}{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + 2\epsilon - 2} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1}$$

$$16\epsilon + 8 = 10\epsilon + 20$$

$$6\epsilon = 12 \quad \epsilon = 2$$



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
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!

