

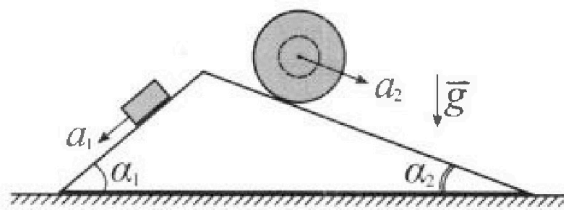
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



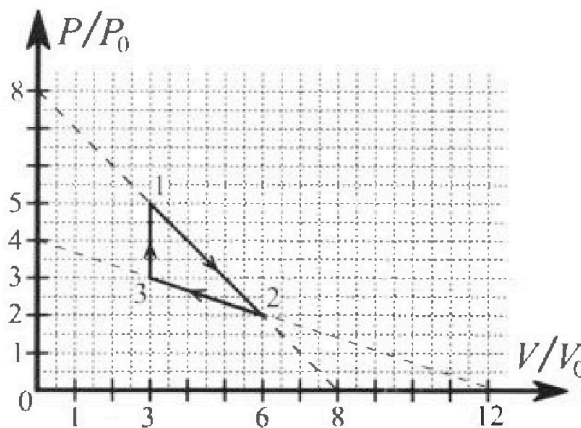
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

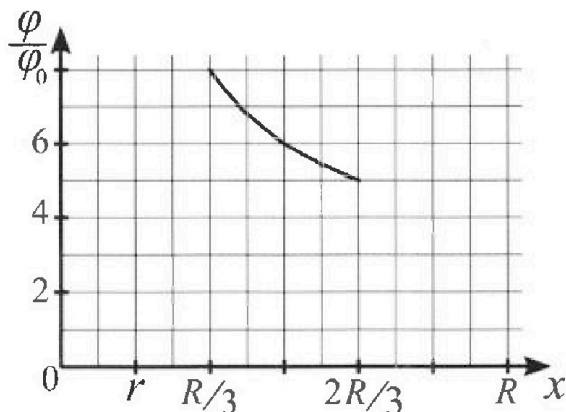
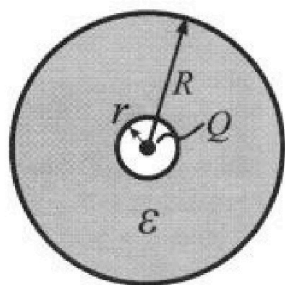


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





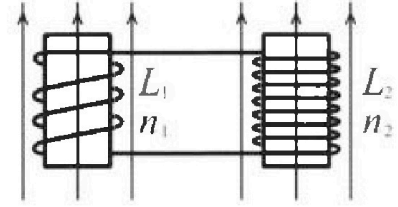
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

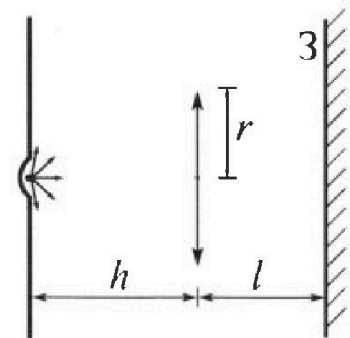


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



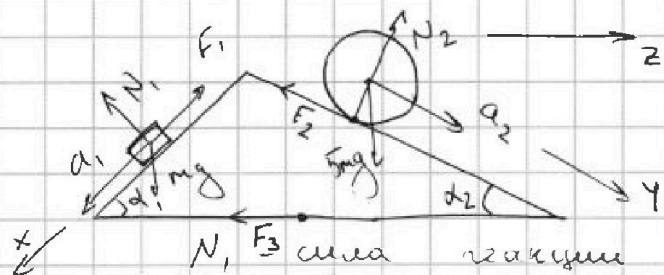
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 10

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!

Стр. 1 из 2



N_1, F_3 - сила реакции опоры бруса
 mg - сила тяжести
 Запишем 2-й и 3-й законы Ньютона на Ox :
 $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \frac{51 - 35}{5 \cdot 17} =$$

$$= \frac{16}{85} mg$$

N_2 - сила реакции опоры шара

$5mg$ - сила тяжести

Запишем 2-й и 3-й законы Ньютона на Oy :

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

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 5mg \left(\sin \alpha_2 - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= 5mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 5mg \cdot 8 \left(\frac{25 - 17}{25 \cdot 17} \right) =$$

$$= 8mg \cdot \frac{8}{5 \cdot 17} = mg \cdot \frac{64}{85} = \frac{64}{85} mg$$

Брус покоится \Rightarrow до y и z покоится

~~Брус покоится \Rightarrow до y и z покоится~~

~~$$F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cot \alpha_1 = F_3$$~~

~~$$\left(\frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} - \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} \right) mg = F_3$$~~

~~$$\frac{64}{85} \left(\frac{15}{17} - \frac{1}{8} \right) mg = F_3 = \frac{64}{85} \left(\frac{75 - 17}{5 \cdot 17} \right) mg =$$~~

~~$$= \frac{64 \cdot 58}{85^2} mg = \frac{3712}{7225} mg$$~~

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ 258 \\ \hline 512 \\ 320 \\ \hline 3712 \end{array}$$



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 10

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!

Найдем ускорение центра масс системы
на O_2

$$\frac{5ma_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1}{6m} = a_{ц.м.}$$

$$6ma_{ц.м.} = F_3 = 5m \cos \alpha_2 - m \cos \alpha_1$$

$$F_3 = 5m \cdot \frac{8}{25}g \cdot \frac{15}{17} - m \cdot \frac{7}{17}g \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= mg \left(\frac{8}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{7}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) = mg \cdot \frac{4}{17 \cdot 5} (2 \cdot 15 - 7) =$$

$$= mg \cdot \frac{23 \cdot 4}{17 \cdot 5} = \frac{92}{85} mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{16}{85} mg; F_2 = \frac{64}{85} mg; F_3 = \frac{92}{85} mg.$$



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
4 ИЗ 10

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!

Страница 2 из 2

3)

В процессе 3-1 тело постоянно поглощается; в процессе 2-3 отводится. В процессе 1-2 оно может как поглощаться, так и отдаваться.

Найдем точку в которой прекращается отдача тела и начинается поглощ.

это точка касания с адиабатой выше все тело ~~от~~ поглощается, ниже отдаётся. В ней $dQ=0$



$$dQ = dU + dA = \frac{3}{2} \nu R dT + P dV = 0$$

$$\frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} \nu R P = -P dV$$

$$3V dP = -5P dV$$

$$P(V) = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V; \quad dP = -dV \frac{P_0}{V_0}$$

$$3V \cdot \frac{P_0}{V_0} (-dV) = -5 (8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) dV$$

$$\frac{3VP_0}{V_0} = 5 (8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V)$$

$$3V = 40V_0 - 5V$$

$$8V = 40V_0 \Rightarrow V = 5V_0 - \text{точка касания}$$

с адиабатой. Пусть эта точка ч.

$$Q_{14} = \int_{5V_0}^{5V_0} \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{14} + \int_{5V_0}^{5V_0} P dV = \frac{3}{2} (5V_0 \cdot 3P_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) + \int_{3V_0}^{5V_0} P dV = 0$$

$$= \int_{3V_0}^{5V_0} P dV = \int_{3V_0}^{5V_0} (8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) dV = \int_{3V_0}^{5V_0} 8P_0 dV - \int_{3V_0}^{5V_0} \frac{P_0}{V_0} V dV =$$

$$= 8P_0 \cdot 2V_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot \frac{(5V_0)^2 - (3V_0)^2}{2} = 16P_0V_0 - 8P_0V_0 = 8P_0V_0$$

$$Q_{14} = 8P_0V_0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \int_{3V_0}^{3V_0} P dV = 7.4. \quad V = \text{const} \rightarrow dV = 0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (15P_0V_0 - 3P_0V_0) = 9P_0V_0$$

$$\eta = 1 - \frac{(Q_+)^{-1}}{A} = 1 - \frac{(Q_{31} + Q_{14})^{-1}}{A} = 1 - \frac{(9 + 8)P_0V_0}{3 \cdot 8P_0V_0} = 1 - \frac{17}{24} = \frac{7}{24}$$

$$\text{Ответ: } 3; \frac{4}{3}; \frac{14}{17}$$



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
3 ИЗ 10

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!

Страница 1 из 2

$$1) \quad u = \frac{i}{2} \nu R T - \text{вн энергия}$$

$$\Delta u = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (\nu R T_1 - \nu R T_2) = \frac{i}{2} (15 P_0 V_0 - 9 P_0 V_0)$$

$$i=3 \Rightarrow \Delta u = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

Работа газа - площадь под графиком.

$$S = (P_1 - P_3) (V_2 - V_3) \cdot \frac{1}{2} = 2 P_0 \cdot \frac{2}{3} V_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3} P_0 V_0$$

$$k_1 = \frac{\Delta u}{A_2} = \frac{9 P_0 V_0}{\frac{2}{3} P_0 V_0} = \frac{27}{2} = 13.5$$

$$2) \quad \nu R dT = P dV + V dP \quad \text{Когда } T \rightarrow \max: dT=0$$

$$P dV + V dP = 0$$

Найдем зависимость $P(V)$ в процессе 1-2:

$$P = 8 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \Rightarrow dP = -dV \cdot \frac{P_0}{V_0}$$

$$P dV - V dV \frac{P_0}{V_0} = 0$$

$$(8 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) dV = V dV \frac{P_0}{V_0}$$

$$8 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V = \frac{P_0}{V_0} V$$

$$4 P_0 = 2 \frac{P_0}{V_0} V \Rightarrow V = 4 V_0 - \text{в этот момент.}$$

$$T \rightarrow \max. \quad P(4 V_0) = 4 P_0$$

$$\nu R T_{\max} = 4 P_0 \cdot 4 V_0$$

$$\nu R T_2 = 6 V_0 \cdot 2 P_0$$

$$k_2 = \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \frac{4}{3}$$

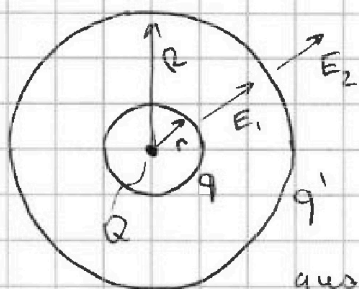


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 ИЗ 10

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!



Поле точечного заряда на расстоянии x :
$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

При переходе через пов-ность диэлектрика внутрь него поле уменьш. в ϵ раз.

$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}; \quad x < r$$

$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}; \quad R > x > r$$

Индукцированный заряд q расположенный на внутренней пов-сти диэл. шара распределен равномерно по поверхности

поле шара на расстоянии от него (но не внутри) ведет себя как поле точечного заряда

$$\frac{kq}{x^2} + \frac{kQ}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$q + Q = \frac{Q}{\epsilon} \Rightarrow q = Q \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) = Q \left(\frac{1 - \epsilon}{\epsilon} \right) = -q$$

~~Индукция~~ Поле вне шара ведет себя как поле точечного заряда в его центре.

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}; \quad x > R$$

$$\frac{kQ}{x^2} + \frac{kq}{x^2} + \frac{kq'}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} \Rightarrow q' = -q, \quad q' \text{ - инд.}$$

заряд на вн. пов. сферы

Внутри сферы с зарядом q' потенциал везде одинаков и равен потенциалу в центре шара: $\frac{kq'}{r} + kE = 0$
внутри шара (это для шара с зарядом q' на поверхности, внутри которого ничего больше нет).



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
6 ИЗ 10

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!

Запишем суперпозицию потенциалов для точки на расстоянии x от центра шара:

$$\varphi_x = \frac{kq'}{R} + \frac{kq}{x} + \frac{kQ}{x}, \text{ считаем } r < \frac{3R}{4}$$

потенциал вне ее равномерно заряженной сферы от ее центра равен потенциалу точечного заряда с массой m зарядом q в центре на том же расстоянии x от центра.

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

Подставим $x' = \frac{3R}{4}$:

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

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

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

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0; \quad \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0$$

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

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

Решим (1) на (2):

$$\frac{8}{5} = \frac{3 + 3\tau - \tau}{\frac{3}{2} + \frac{3\tau}{2} - \tau}$$

$$\frac{8}{5} \left(8 \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{2}\tau \right) \right) = 5(3 + 2\tau)$$

$$12 + 4\tau = 15 + 10\tau \Rightarrow 6\tau = -3 \Rightarrow \tau = -\frac{1}{2}$$

$$\frac{1-\epsilon}{\epsilon} = -\frac{1}{2} = \frac{1}{\epsilon} - 1 = -\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{2} \Rightarrow \epsilon = 2$$

Страница 2 из 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
7 ИЗ 10

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

Если $\epsilon > \frac{3R}{4}$:

(Страница 3 из 3)

$$\begin{aligned} \varphi_x &= \frac{kq'}{R} + \frac{kq}{r} + \frac{kQ}{x} = \\ &= \frac{kq}{r} - \frac{kq}{R} + \frac{kQ \cdot 4}{3R} = kQ \left(\frac{(1-\epsilon)}{\epsilon r} - \frac{(1-\epsilon)}{\epsilon R} + \frac{4}{3R} \right) = \\ &= \frac{kQ}{R} \left(\left(\frac{R}{r} - 1 \right) \frac{(1-\epsilon)}{\epsilon} + \frac{4}{3} \right), \text{ но } \end{aligned}$$

но условие, $r < \frac{R}{3}$

Ответ: $\frac{kQ}{R} \cdot \frac{3\epsilon + 1}{3\epsilon}$; $\epsilon = 2$.

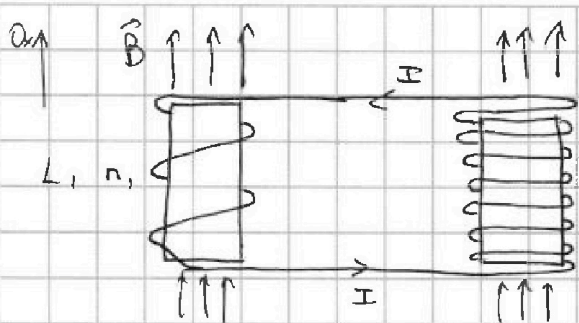
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
8 ИЗ 10

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!



Страница 1 из 1

Поскольку сопротивление
ленте катушек и
всех проводов мало,

то катушку можно
считать сверхпроводящей -
поток через нее
не меняется

направление \vec{B}_x вверх

B_x - внешнее поле уменьшается со
скоростью $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ $\Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S n_1$ - уменьшается
в левой катушке

$$\frac{\Delta S n_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta I}{\Delta t} L_1 n_1 + \frac{\Delta I}{\Delta t} L_2 n_2$$

ток увеличивается
в обеих катушках.

$$\Delta S n_1 = \frac{\Delta I}{\Delta t} (L_2 n_2 - L_1 n_1)$$

$$\Delta I = \frac{\Delta S n_1}{L_2 n_2 - L_1 n_1} = \frac{\Delta S n_1}{L_2 n_2 - L_1 n_1} = \frac{\Delta S}{26L}$$

Катушка сверхпроводящая, поэтому

$$n_1 \Delta B_1 S + \Delta B_2 S n_2 = -I L_1 n_1 + I L_2 n_2$$

$$\frac{n_1 B_0 S}{3} + \frac{n_2 B_0 S}{4} = I (n_2 L_2 - L_1 n_1)$$

$$\frac{4 n_1 B_0 S + 3 n_2 B_0 S}{12} = I (n_2 L_2 - L_1 n_1)$$

$$\frac{4 n_1 B_0 S_0 + 3 n_2 B_0 S}{12} = I (3 n_2 L_2 - n_1 L_1)$$

$$= \frac{18 \pi B_0 S}{12} = I \frac{26 \pi L}{12}$$

$$I = \frac{B_0 S}{24L}$$

Ответ: $\frac{\Delta S}{26L}$; $\frac{B_0 S}{24L}$



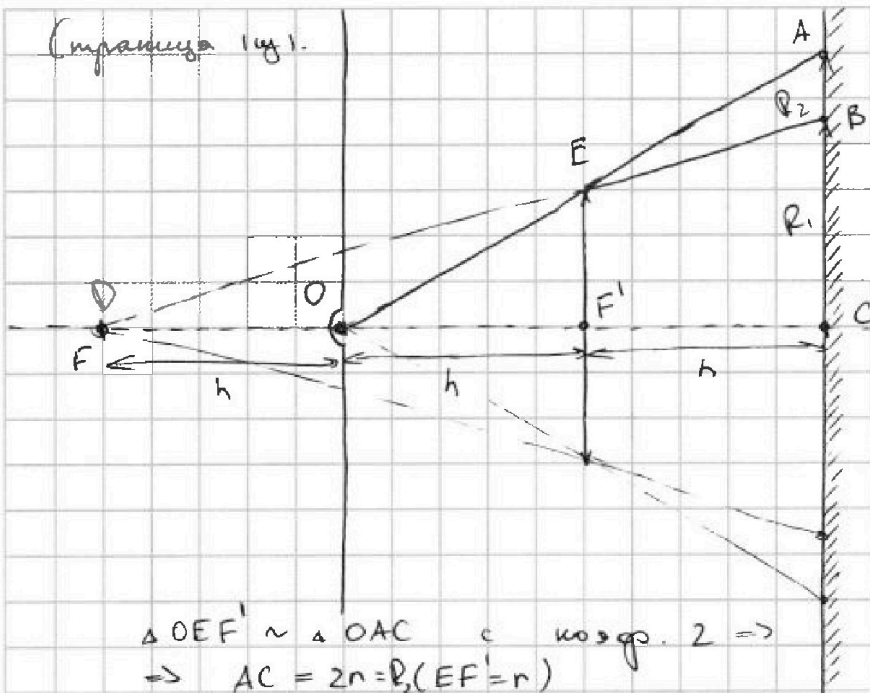
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
9 ИЗ 10

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!

(Страница 1 из 1)



линза собирающая,
источник нахо-
дится между
фокусами \Rightarrow
 \Rightarrow формула тонкой
линзы: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{F}$,

где a - источник,
 b - изображение
 F - фокус, h - центр линзы.

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{2h} + \frac{1}{F}$$

$F = 2h$ - мнимое
изображение

$$\triangle OEF' \sim \triangle OAC \text{ с коэф. } 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AC = 2r = R_2 (EF' = r)$$

$$\triangle DEF' \sim \triangle OBC \text{ с коэф. } \frac{3}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow BC = \frac{3}{2}r = R_1$$

Все лучи не попадающие на линзу попадают на зеркало (крайний такой луч косится между линзы)
лучи попавшие на линзу преломляются так, что их продолжение будет лежать на точке D.

Площадь поверхности линзы, куда лучи не попали $S = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 =$
 $= \pi (R_2^2 - R_1^2) = \pi (4r^2 - \frac{9}{4}r^2) = \pi \frac{7}{16}r^2 = \pi \cdot \frac{7}{4} \text{ см}^2$

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
10 ИЗ 10

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!

Страница 2 из 2

лучи проходящие выше
лучей просто отражатся
и попадут на стену
на расст. $2 \cdot 2r = 4r$
от источника

лучи попавшие на
линзу преломятся \Rightarrow
 \Rightarrow их угол с оптичес-
кой осью уменьш-
ся \Rightarrow край светового
пучка таких лучей
будет шире, чем край
от точки не преломив-
шихся лучей. край
будет $r \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2} r = \frac{5}{2} r$

лучи прошедшие через линзу
и, отразившись, пройдут
еще раз. Все лучи
будут идти параллельно
и световое пятно
будет проходить на
расстоянии $3 \cdot h$

Плоские лучи будут от
ражаться от зеркала
и идти как будто в
зеркале с отстоянием
 $3 \cdot h$

Каждый угол крайнего
луча. Остальные лучи
идут шире.
Его "образ-
ление" проекци-
она на расст.
 $3h$ от зеркала
внутри него и на
расст. $4h$ от линзы
лучи падают на расст
источника (симметрично $4h$ и $4h$)

$4h > 2h \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = 4h$

Крайний
 $\frac{3}{4} r$ от

$\Delta x_1 = 4r - \frac{5}{2} r$; $\Delta x_2 = (\frac{r}{2} + \frac{r}{4} \cdot 3) - \frac{3}{4} r = \frac{5}{4} r - \frac{3}{4} r$

$S_1 = \pi (4r)^2 - \pi (\frac{5}{2} r)^2 = 9\pi r^2$
 $= \pi (16 - \frac{25}{4}) \text{ см}^2 = \frac{39}{4} \pi \text{ см}^2$

$S_2 = \pi (\frac{r}{4})^2 - \pi (\frac{3}{4} r)^2 = \pi (\frac{1}{16} - \frac{9}{16}) \text{ см}^2 = -\frac{8}{16} \pi \text{ см}^2 = -\frac{1}{2} \pi \text{ см}^2$

$S = \frac{39}{4} \pi \text{ см}^2 - \frac{1}{2} \pi \text{ см}^2 = \frac{37}{4} \pi \text{ см}^2$

Ответ: $\frac{7}{4} \pi \text{ см}^2$; $43\pi \text{ см}^2$.



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
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!

The image shows a handwritten solution on grid paper. It features several geometric diagrams illustrating the relationship between focal lengths, object and image distances, and magnification. The diagrams include points labeled 'F', 'a', 'b', 'x', and 'y', and lines representing optical paths and focal planes. The calculations are as follows:

$$\frac{5ma_2 - ma_1}{6m} = a_0$$
$$\frac{1}{h} = \frac{1}{2h} + \frac{1}{b}$$
$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{b}$$
$$b = 2h$$
$$\frac{F}{a} = \frac{x \cdot y}{y}$$
$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$$
$$\frac{F}{a} = \frac{x}{y} + 1 = \frac{a}{b} + 1$$
$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{F}$$
$$64 - \frac{25}{4} = \frac{64 \cdot 4 - 25}{4} = \frac{231}{4} \text{ cm}^2$$
$$\frac{5^2}{2^2} - \frac{3^2}{2^2} = \frac{25 - 9}{4} = \frac{16}{4} \text{ cm}^2$$



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

