

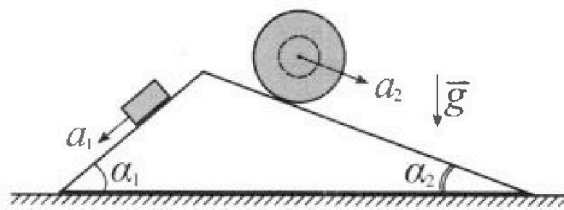
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



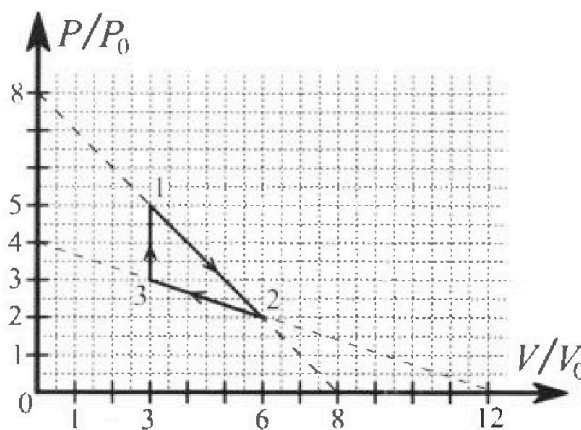
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

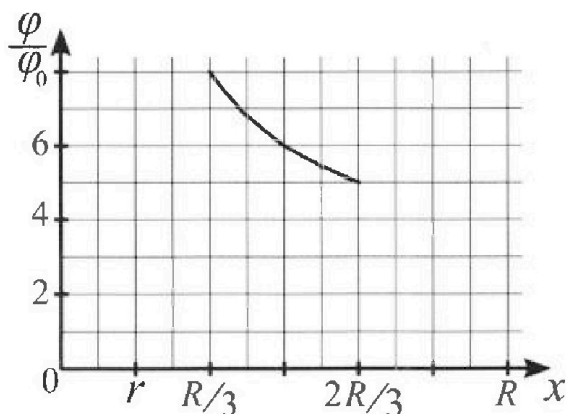
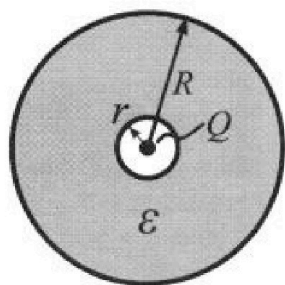


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





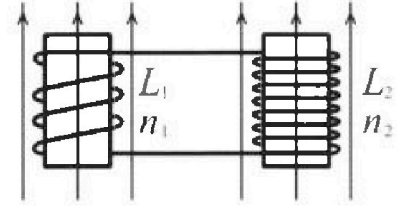
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

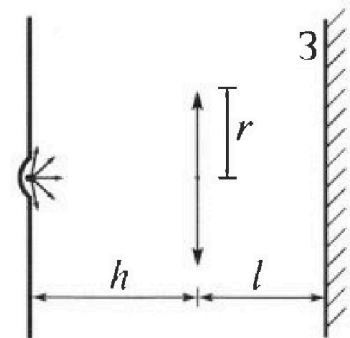


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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

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



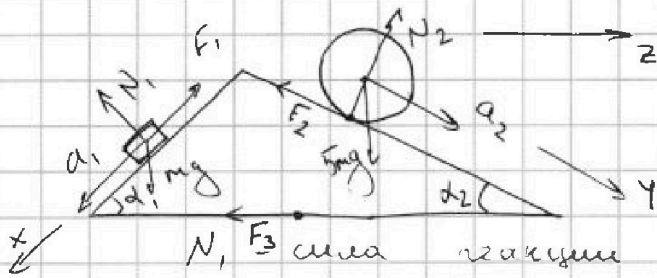
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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 ч. и. покоится

~~Брус покоится \Rightarrow до ч. и. покоится~~

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

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

$$= \frac{64}{85} \left(\frac{15}{17} - \frac{1}{8} \right) mg = F_3 = \frac{64}{85} \left(\frac{75 - 17}{5 \cdot 17} \right) mg = \frac{64 \cdot 58}{85^2} mg = \frac{3712}{7225} mg$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 85 \\ 1485 \\ 425 \\ 680 \\ 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ 288 \\ 512 \\ 320 \\ 3712 \end{array}$$



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

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

$$6ma_{ц.м.} = F_3 = 5m a_2 \cos \alpha_2 - m a_1 \cos \alpha_1$$

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

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

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

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



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!

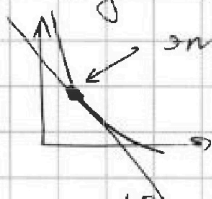
Страница 2 из 2

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 $dQ=0$



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

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

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

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

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

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

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

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

с адиабатой. Пусть эта точка ч.

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

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

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

$$Q_{14} = 8P_0V_0$$

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

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

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

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



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

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

$$\Delta u = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} (\nu R T_1 - \nu R T_2) = \frac{1}{2} (15 P_0 V_0 - 9 P_0 V_0)$$

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

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:

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

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

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

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

$$4 \cdot 8 = 2 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 4 V_0 - \text{в этот момент.}$$

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

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

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

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



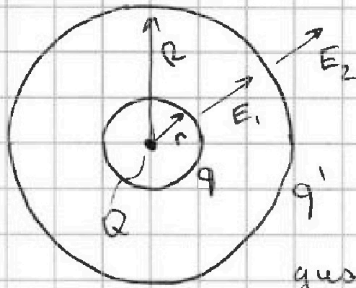
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Страница 1 из 3



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

При переходе через пов-сть 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

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

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

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

~~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 таким же зарядом, как у сферы на таком же расстоянии от ее 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 $x' = \frac{3R}{4}$:

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

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

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

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

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

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

Получим (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)

$$\varphi_x = \frac{kq'}{R} + \frac{kq}{r} + \frac{kQ}{x} =$$

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(\left(\frac{R}{r} - 1 \right) \frac{(1-\epsilon)}{\epsilon} + \frac{4}{3} \right), \text{ но } \text{но } \text{учеб-}$$

ство (по условию), $r < \frac{R}{3}$

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

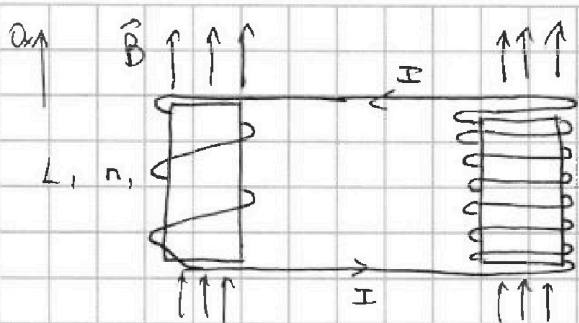
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 него
не меняется

направление \vec{B}_x вверх

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

$\Delta S n_1 = -\frac{\Delta I}{\Delta t} L_1 n_1 + \frac{\Delta I}{\Delta t} L_2 n_2$ - ток увеличивается
в обеих катушках.

$$\Delta S n_1 = I / (L_1 n_1 + L_2 n_2)$$

$$I = \frac{\Delta S n_1}{L_1 n_1 + L_2 n_2} = \frac{\Delta S n_1}{L_1 n_1 + 9 L_1 \cdot 3 n_1} = \frac{\Delta S}{26 L}$$

Катушка сверхпроводящая, поэтому
 $n_1 \Delta B_1 S + \Delta B_2 S n_2 = -I L_1 n_1 + I L_2 n_2$

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

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

$$\frac{4 n_1 B_0 S_0 + 9 n_2 B_0 S}{12} = I (3 n_2 \cdot 9 L_1 - n_1 L_1) =$$

$$= \frac{18 n_2 B_0 S}{12} = I \cdot 26 n_1 L$$

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

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

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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 линзы просто отражутся и попадут на экран. $2 \cdot 2r = 4r$ от источника

лучи попавшие на линзу преломятся \Rightarrow их угол с оптической осью уменьшится \Rightarrow край светового пятна таких лучей будет шире, чем край от пятна непреломившихся лучей. край $r \cdot \frac{1}{2}r + 2 \cdot \frac{1}{2}r = \frac{5}{2}r$

лучи прошедшие через линзу, отразившись, пройдут еще раз. все лучи пройдут близко от источника и попадут на экран

Полные лучи будут отразятся от зеркала и будут казаться в зеркале с источника $3 \cdot 2h$

Каждый луч крайнего луча. Остальные лучи шире. Его "образ" появится на расст. $3h$ от зеркала внутри него и на расст. $4h$ от линзы. край падает на расст. $4h$ от 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

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

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

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

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

Ответ: $\frac{7}{4}\pi r^2$; $43\pi r^2$



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!

$$\frac{5ma_2 - ma_1}{6m} = a_0$$

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

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{b}$$

$$b = 2h$$

$$\frac{F}{a} = \frac{x \cdot y}{y}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$$

$$\frac{F}{a} = \frac{x}{y} + 1 = \frac{a}{b} + 1$$

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{F}$$

$$64 - \frac{25}{4} = \frac{64 \cdot 4 - 25}{4} = \frac{231}{4} \text{ cm}^2$$

$$\frac{5^2}{2^2} - \frac{3^2}{2^2} = \frac{25 - 9}{4} = \frac{16}{4} \text{ cm}^2$$



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!

