



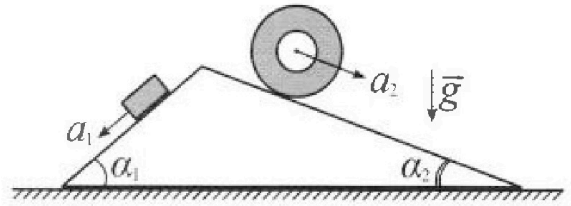
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

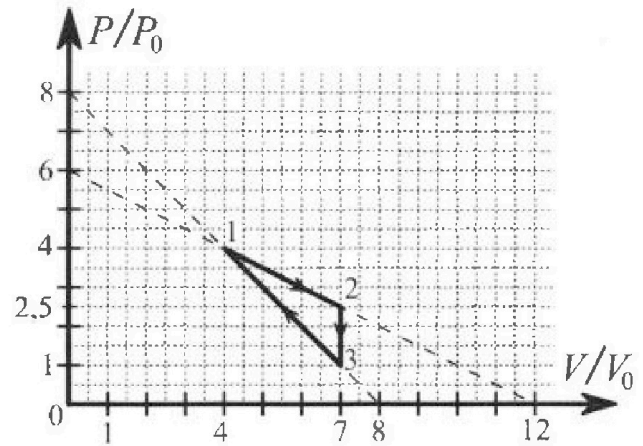


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

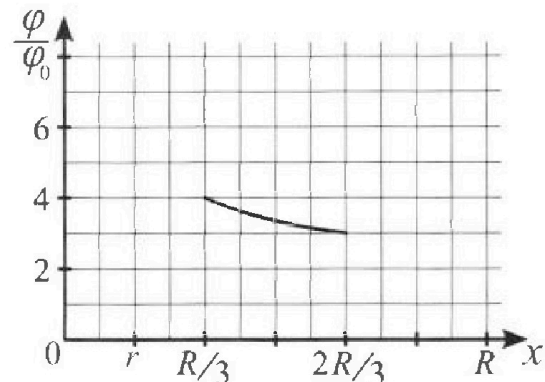
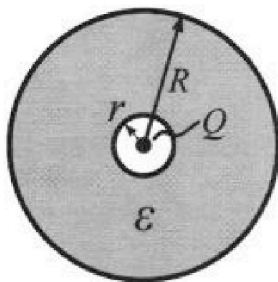
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





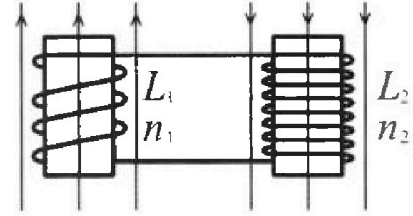
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

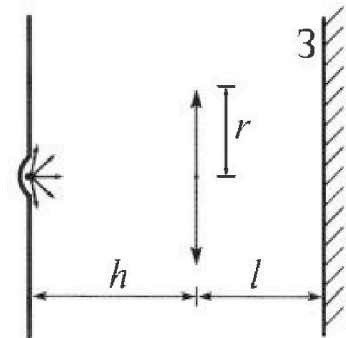


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 возрастать 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ 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 $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

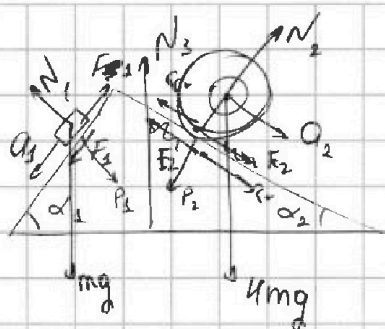


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

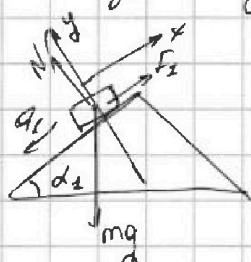
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



Клмн остаётся в покое:
по II закону Ньютона:
 $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N}_3 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$

1) F_1 найдем из двух взаимодействий брусок и клин:



(по III закону Ньютона ^{с бруска} бруска и клина равны по модулю)
тогда:

$$\text{II: } m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 + m\vec{g} + \vec{N}_1$$

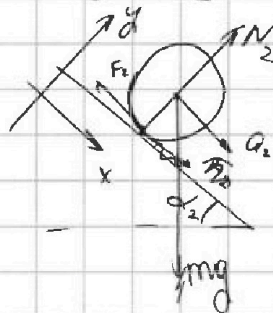
$$\vec{F}_1 \parallel m\vec{a}_1 \parallel m\vec{g} \text{ ox: } F_1 - ma_1 - mg \sin \alpha_1 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = m(a_1 + g \sin \alpha_1) = m\left(\frac{5}{13}g + \frac{3}{5}g\right) =$$

$$= m\left(\frac{25+39}{65}g\right) = \frac{64}{65}mg$$

$$\text{oy: } N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg$$

2)



$$\text{II: } \text{ox: } 4ma_2 = -F_2 + 4mg \sin \alpha_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 4m\left(\frac{5}{10}g - \frac{5}{24}g\right) = \frac{114}{13 \cdot 24}mg =$$

$$= \frac{11}{48}mg$$

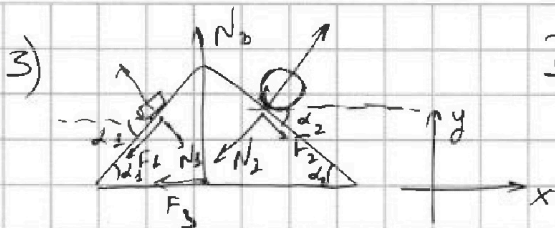
$$\text{oy: } N_2 = 4mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13}mg$$

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
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!



$$\Pi: \text{ox}: F_3 + F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = 0$$

$$F_3 = \frac{64}{65} mg \quad N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{15} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{11}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{64}{65} mg \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{12}{25} mg - \frac{240}{169} mg + \frac{22}{169} mg - \frac{256}{13 \cdot 25} mg =$$

$$= \left(\frac{12 \cdot 13 - 256}{13 \cdot 25} - \frac{218}{169} \right) mg = \left(\frac{156 - 256}{13 \cdot 25} - \frac{218}{169} \right) mg =$$

$$= mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(\frac{100}{25} + \frac{218}{169} \right) = mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(4 + \frac{218}{169} \right) =$$

$$= mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(\frac{52 + 218}{13} \right) = mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(\frac{260}{13} \right) = -\frac{1}{13} (20) mg =$$

$$= -\frac{20}{13} mg \Rightarrow F_3 = \frac{20}{13} mg.$$

Ответ: $F_1 = \frac{64}{65} mg$; $F_2 = \frac{11}{78} mg$; $F_3 = \frac{20}{13} mg$.

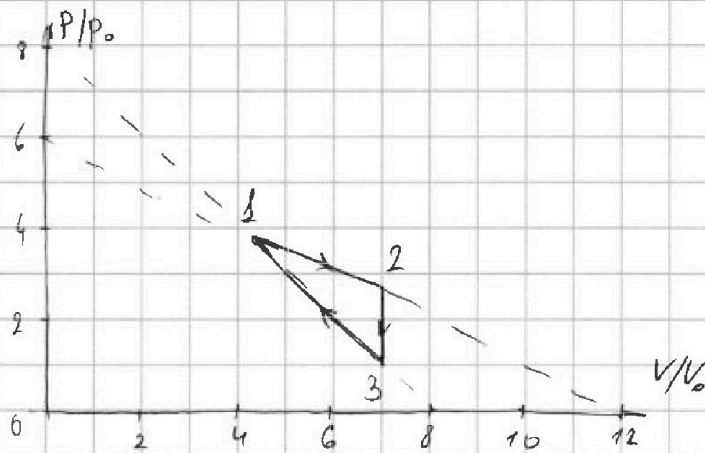


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

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!



$$\begin{aligned}
 1) \quad A_{\text{цикл}} &= S_{123} \text{ (визуал. } p \cdot V) = \\
 &= A_{12} - A_{13} = \\
 &= 3V_0 \cdot \frac{2,5 + 4}{2} p_0 = \\
 &= \frac{6,5 \cdot 3}{2} p_0 V_0 = \\
 &= \frac{39}{4} p_0 V_0.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta U_{23} &= \left| \frac{i}{2} \nu R \Delta T \right| = \left| \frac{i}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_0 \cdot 4V_0 - 2,5p_0 \cdot 7V_0) \right| = \\
 &= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 4 \cdot \frac{3}{2} = \frac{63}{4} p_0 V_0 \Rightarrow \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{39}{4} p_0 V_0} = \\
 &= \frac{63}{39} = \frac{6 \cdot 9}{3 \cdot 13} = \frac{18}{13}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad T_1: \quad \text{уравнение состояния 1: } p_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_1 \Rightarrow \\
 \Rightarrow T_1 = \frac{4 p_0 V_0}{\nu R}
 \end{aligned}$$

$$\text{в процессе 1-2: } p = 6p_0 - \frac{1}{2} V \frac{p_0}{V_0}, \text{ т.е.}$$

$$0 = 6p_0 - \frac{1}{2} \cdot 12V_0 \frac{p_0}{V_0} = 0.$$

$$p = 6p_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p}{V}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{p}{V} &= \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV + \frac{3}{2} p R dT}{dT} = \frac{\frac{3}{2} p R}{dT} + p \frac{dV}{dT} = \\
 &= \frac{3}{2} R + R \frac{pdV}{pdV + V dp} = R \frac{1}{1 + \frac{V}{p} \frac{dp}{dV}} = R \frac{1}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{2}{3} R
 \end{aligned}$$

$$p = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0$$

$$pV = \nu R T \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow T_{\text{max}} \text{ при } pV_{\text{max}}$$

$$pV = V(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0)$$



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 4

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!

$V (6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0) = 6p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2$ - квадратичная
 функция от V ; имеет максимум в вершине
 параболы $aV^2 + bV + c$ с координатами: $V' = \frac{-b}{2a} \equiv$
 Тогда $V' = \frac{-6p_0}{2(\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0})} = 6V_0 \Rightarrow p' = 6p_0 - \frac{1}{2} \cdot 6 \frac{p_0}{V_0} \cdot V_0 =$
 $= 3p_0$
 Тогда $(3p_0; 6V_0)$ принадлежит процессу 1-2 \Rightarrow
 \Rightarrow ищется точка с максимальной
 температурой $\Rightarrow \frac{T_{max}}{T_1} = \frac{T_{max, 1-2}}{T_1} = \frac{\frac{18p_0 V_0}{VR}}{\frac{16p_0 V_0}{DR}}$
 $= \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$

3) $\eta = 1 - \frac{A}{Q_{под}}$

Чтобы найти η подводимой теплоты, анализируем теплоты в процессах 1-2; 1-3.

(в процессе 2-3 $dp < 0$; $V = const \Rightarrow \delta Q < 0$)

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{pdV + \frac{3}{2} R dT}{dT} = C_v + \frac{pdV}{dT} = C_v + \frac{R}{1 + \frac{V}{p} \cdot \frac{dp}{dV}}$$

$$C_v = \frac{3}{2} R, \quad 1-2: p = 6p_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0};$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}; \quad \frac{V}{p} = -2 \frac{V_0}{p_0} (1 - 6 \frac{p_0}{p}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = C_v + \frac{R}{1 + 1 - 6 \frac{p_0}{p}} = \frac{3}{2} R + R \cdot \frac{p}{2p - 6p_0} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p}{2p_0 - 6p_0} = -\frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}(3p_0 - 9p_0) = p \Rightarrow p = \frac{9}{4} p_0$$



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
3 ИЗ 4

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!

$\frac{9}{4} p_0 \leftarrow \frac{10}{4} p_0 \Rightarrow$ ~~температура в процессе 1-2 возрастает~~
 Тогда $\frac{3}{2} R \times R \leftarrow 4 p_0$

- адиабата $\Rightarrow c = 0$ $pV^\gamma = \text{const}$

$$\gamma = \frac{5}{3}, \text{ т.к. } i = 3.$$

Условие единственности температуры -

- касание с адиабатой, тогда

~~$\frac{dp}{dV}$~~ $pV^\gamma = \text{const}$

$$\gamma \ln V + \ln p = \text{const}$$

$$\gamma \frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = 0 \Rightarrow -\gamma \frac{p}{V} = \frac{dp}{dV}$$

в процессе 1-2: $\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} = \frac{p}{V} \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow p = \frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$p = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V = \frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6 p_0 = \frac{8}{10} \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow V = \frac{60}{8} V_0 = 7.5 V_0$$

- в процессе 1-2 \Rightarrow температура одного
 шара.

Процесс ~~2-3~~ 3-1: $p = 8 p_0 - V \cdot \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{V_0}$

$$-\frac{p}{V} = -\frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow p = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot V = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow 8 p_0 = \frac{8}{5} \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{V}{5 V_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = 5 \Rightarrow (3 p_0; 5 V_0) -$$

- тогда единственности температуры



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 4

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!

$$Q_+ (3 \rightarrow 1) = \frac{1+3}{2} \cdot p_0 \cdot 3V_0 + \frac{3}{2} (-4p_0 V_0 + 3p_0 \cdot 5V_0) =$$
$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 + 12 p_0 V_0 = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$\text{Тогда } \eta = 1 - \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{\frac{39}{4} p_0 V_0}{\frac{27}{2} p_0 V_0} = 1 - \frac{39}{54} =$$
$$= \frac{54-39}{54} = \frac{15}{54}.$$

Ответ: 1) $\frac{18}{13}$; 2) $\frac{9}{8}$; 3) $\frac{15}{54}$.

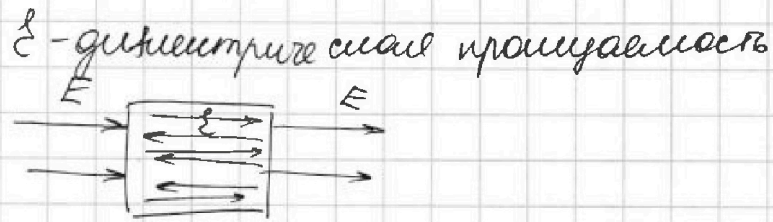
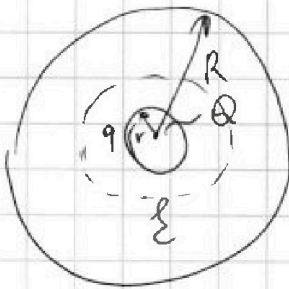


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

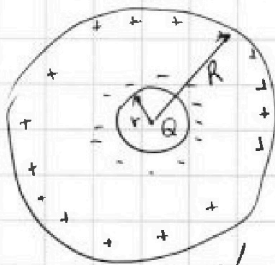
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$E_1 = E - \frac{E}{\epsilon} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} E$$

$\varphi(x)$.

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{kq}{R}$$



$$\varphi(R) = \frac{kq}{R}$$

$$\varphi = E \cdot r \Rightarrow \varphi = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \varphi'$$

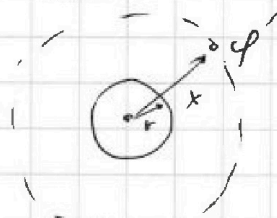
φ' - потенциал в точке, если бы диэлектрика не было.

не было.

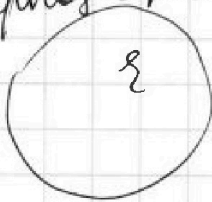
$$\varphi' = \frac{kq}{x}$$

диэлектрик замедляет $x \rightarrow r \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{при } 0 < x \leq r: \varphi = \varphi' = \frac{kq}{x}$$



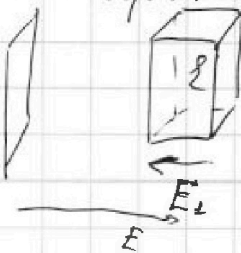
Симметрия: при $x \geq r$ $\varphi = \frac{kq}{x}$



- симметрия всего

$$\Rightarrow \varphi = \frac{kq}{\epsilon x} - \frac{kq}{\epsilon r}$$

при $x \geq r$:



$$\begin{aligned} \varphi &= E \cdot x - E_2 \cdot (x - r) = \\ &= E \left(x - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} (x - r) \right) = \\ &= \frac{kq}{x^2 \epsilon} (\epsilon x - (\epsilon - 1)(x - r)) \end{aligned}$$



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!

$$\varphi = \frac{kQ}{x} - kQ \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{x-r}{x^2}$$

При $x = R/4$:

$$k = \frac{1}{408}$$

$$\varphi = \frac{kQ \cdot 4}{408 R} - \frac{Q \cdot \varepsilon-1}{408 \varepsilon} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R^2} \cdot 16 =$$

$$= \frac{4kQ}{408 R} - \frac{16kQ}{\varepsilon} \cdot \frac{\varepsilon-1}{R^2} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R} =$$

$$= \frac{4kQ}{R} \left(1 - 4 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R} \right)$$

Тогда:

$$4 = \frac{3kQ}{R} - 9kQ \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{R}{3}-r}{R^2}$$

$$3 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{9}{4}kQ \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-r}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{3}{2} - 9 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-r}{R^2}$$

$$\Rightarrow 2 - 2 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-r}{R} = 3 - 9 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{R}{3}-r}{R}$$

$$2 - 2 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{2} = 3 - 9 \cdot \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{6}$$

$$2 - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = 3 - \frac{3}{2} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow \varepsilon = -1$$

Ответ: $\varepsilon = -1$

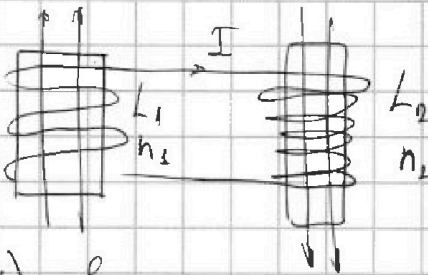


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$\Phi = LI + B \cdot S$$

1) Если рассматривать катушку без внешнего поля, то

$$\Phi = LI \Rightarrow \mathcal{E}_{\text{avg}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{L dI}{dt}$$

$$B_{\text{внутр}} = \mu_0 I n \Rightarrow \Phi = \mu_0 I n_2 S$$

B_1 - внешнее поле первого B_2 - внешнее поле второго

$$\Phi_1 = \mu_0 I n_1 S + B_1 S \quad \Phi_2 = B_2 S + \mu_0 I n_2 S$$

Тогда $\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}$ - по циркуляции \Rightarrow

$$\Rightarrow dS + \mu_0 n_1 S \frac{dI}{dt} = \mu_0 I n_2 S \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d + \mu_0 n \frac{dI}{dt} = \mu_0 \cdot 2n \frac{dI}{dt} \Rightarrow d = \mu_0 n \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$L_1 = \Phi_1 / I \quad L_2 = \Phi_2 / I \quad \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{d}{\mu_0 n}$$

~~$$I = \frac{\mu_0 I n S + B_0 S}{L}$$~~
~~$$I = \frac{\mu_0 I \cdot 2n S + B_0 S}{4L} \Rightarrow \frac{1}{L}$$~~

~~$$LI = L_1 I = \mu_0 I n S + B_0 S$$~~

~~$$L_2 I = \mu L I = \mu \mu_0 I n S + 2B_0 S \quad \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt} \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow \mu_0 \frac{dI}{dt} n S + \frac{dB_1}{dt} S = \mu_0 \frac{dI}{dt} \cdot 2n S + \frac{dB_2}{dt} S \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow S \frac{dB_1}{dt} = S \frac{dB_2}{dt}$$~~



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!

2) ~~$L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_1}{dt} S$~~ ~~$= L_2 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_2}{dt} S$~~ $\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}$ - по циркуляции

$$L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_1}{dt} S = L_2 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_2}{dt} S$$

$$(L_2 - L_1) \Delta I = S (\Delta B_2 - \Delta B_1)$$

$$3L \cdot \Delta I = S \left(\frac{4B_0}{3} - \frac{B_0}{2} \right) = S \left(\frac{8B_0 - 3B_0}{6} \right) =$$
$$= \frac{5B_0 S}{6} \Rightarrow L \Delta I = \frac{5B_0 S}{18L}$$

~~$L_1 \frac{dI}{dt} + B_0 S$~~ Циркуляцией:

$$L_1 I_0 + B_0 S = L_2 I_0 + 2B_0 S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L I_0 = B_0 S \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S}{3L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{6B_0 S}{18L} - \frac{5B_0 S}{18L} = \frac{B_0 S}{18L}$$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha}{\mu_0 n}$; $I = \frac{1}{18} \frac{B_0 S}{L}$



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
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!

Найдем ось симметрии зеркала:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{h} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{h} \Rightarrow f = h$$

Можем отразить точку и стену, чтобы при этом зеркало прошло без изменений

$$\frac{r'}{r} = \frac{h-l}{h} = \frac{h-\frac{2}{3}h}{h} = \frac{1}{3} \Rightarrow r' = 1 \text{ см}$$

Аналогично с другой стороны точки и во всех плоскостях $\Rightarrow S = \pi R^2 - \pi r'^2 = \pi \cdot 4 \cdot 6 =$

$$\frac{R}{r} = 2 \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow R = 5 \text{ см} = \pi \cdot 24 \text{ см}^2$$

1) $24\pi \text{ (см}^2\text{)}$.

2) Теперь найдем площадь освещаемой части стены



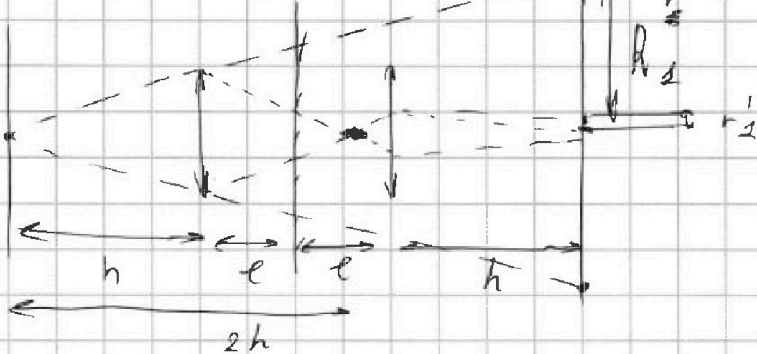
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Проходи $\frac{1}{3}$ мишу в первый раз $f = h$.



$$\frac{R_1}{r} = \frac{2(h+l)}{h} = \frac{2(h + \frac{2}{3}h)}{h} = \frac{10}{3} \Rightarrow R_1 = 10 \text{ см.}$$

Теперь найдем новое расстояние до миши:

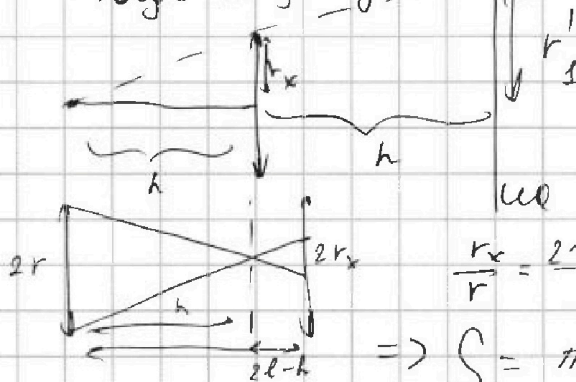
$$f = h \Rightarrow d_1 = h + 2l - 2h = 2l - h = \frac{4}{3}h - h = \frac{1}{3}h.$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{3}{h} + \frac{1}{f} = \frac{2}{h} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{h} \Rightarrow f = h.$$



- мишиное устр-е
по расстоянию f от
миши.

Тогда хорда AB системы:



$$r_1' = 2r_x, \text{ где } r_x -$$

- радиус тупого, показанного

по мишу во второй раз.

$$\frac{r_x}{r} = \frac{2l-h}{h} = \frac{1}{3} \Rightarrow r_1' = \frac{2}{3}r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \pi R_1^2 - \pi r_1'^2 = \pi(10^2 - 2^2) =$$

$$= \pi \cdot 8 \cdot 12 \text{ см}^2 = 96\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 1) 24π (см²); 2) 96π (см²)

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!

Handwritten solution on grid paper:

Left side notes:

- $C=0 \Rightarrow$ можно считать
- $U = I R$
- $P = UI$
- $\Phi = LI$
- $\Phi = B \cdot S$
- $\Phi = \mu_0 I N S$

Top section:

- $I \frac{d\Phi}{dt} = \dots$
- $C + \frac{dQ}{dt} = C + \dots$
- $\frac{dW}{dt} = P = \dots$
- $\frac{dW}{dt} = \dots$
- $\frac{dW}{dt} = \dots$

Middle section:

- $U = IR$
- $P = UI$
- $\Phi = LI$
- $\Phi = B \cdot S$
- $\Phi = \mu_0 I N S$

Bottom section:

- $\frac{dW}{dt} = \dots$
- $\frac{dW}{dt} = \dots$
- $\frac{dW}{dt} = \dots$
- $\frac{dW}{dt} = \dots$

Diagrams:

- Two circles representing cross-sections of a coil.
- A diagram of a coil with current I and magnetic field B .
- A diagram of a coil with current I and magnetic field B .
- A diagram of a coil with current I and magnetic field B .



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!

