



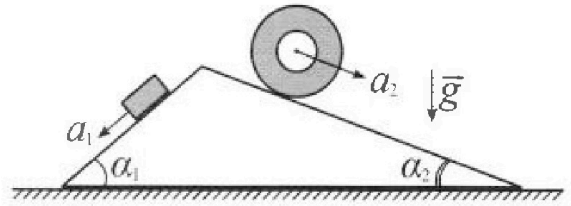
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

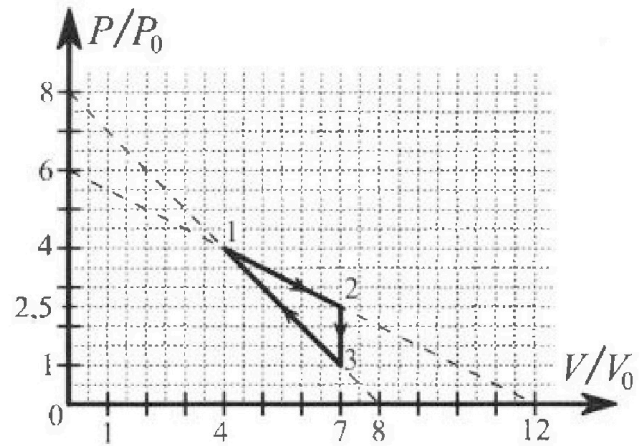


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

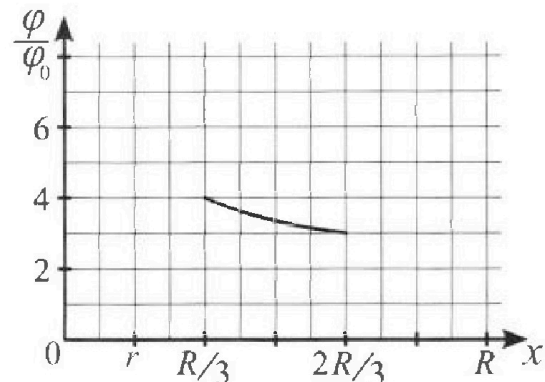
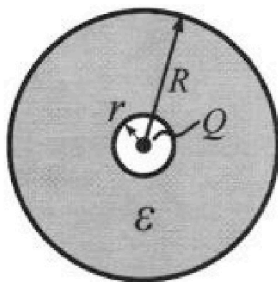
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





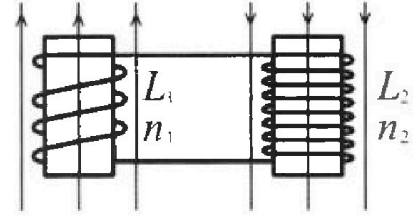
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

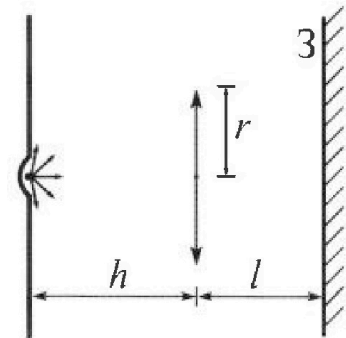


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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

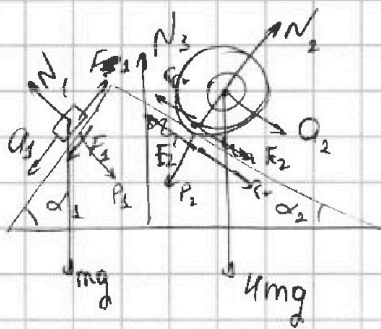


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

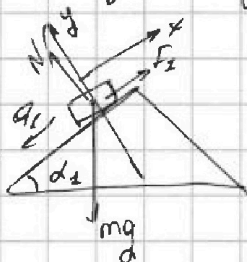
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



Класс 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 груза и шара:



(по III закону Ньютона ^{сфера} между грузом и шаром равны по модулю)
тогда:

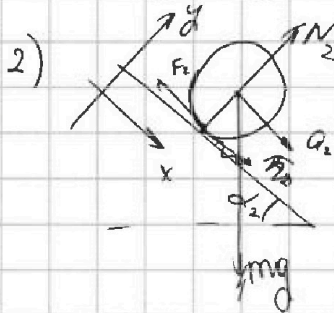
$$\text{II: } m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 + m\vec{g} + \vec{N}_1$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

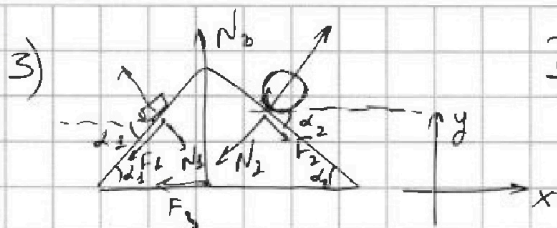
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



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

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

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

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

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

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

$$= mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(\frac{52 + 218}{13} \right) = mg \left(-\frac{1}{13} \right) \left(\frac{270}{13} \right) = -\frac{1}{13} \left(\frac{270}{13} \right) mg =$$

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

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

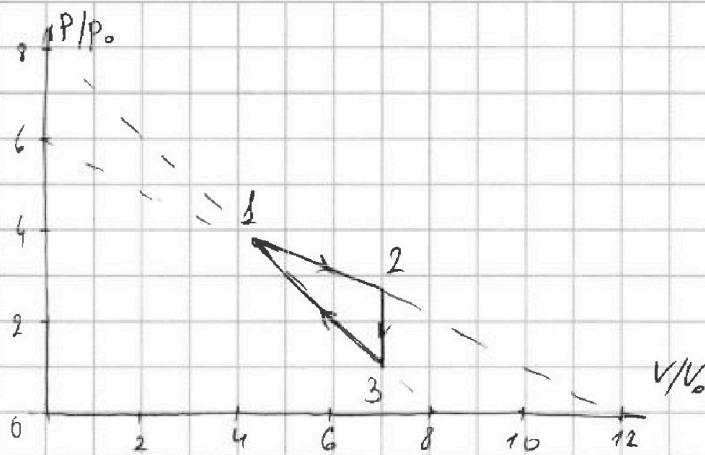


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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 $\Rightarrow \frac{T_{max 1-2}}{T_1} = \frac{\frac{18p_0 V_0}{VR}}{\frac{16p_0 V_0}{VR}} =$
 $= \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$.

3) $\eta = 1 - \frac{A}{Q_{под}}$

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

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

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

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

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

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

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



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 $\frac{3}{2} R \times R = 4 p_0$

- 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
 моля.

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!

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

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

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

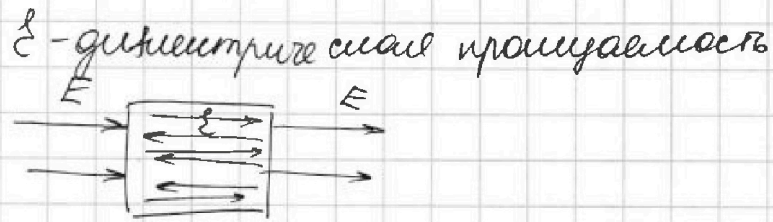
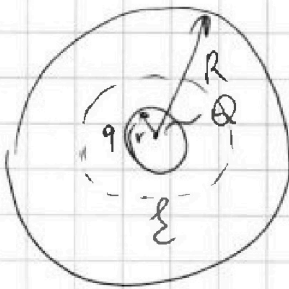


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

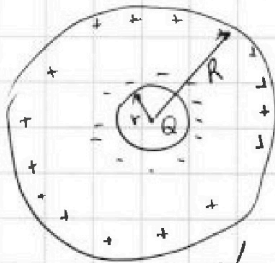
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

$\varphi(x)$.

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



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

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

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

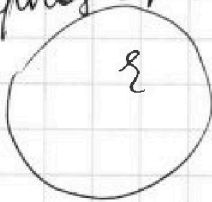
не было.

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

диэлектрик замедляет $x \rightarrow r \Rightarrow$

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

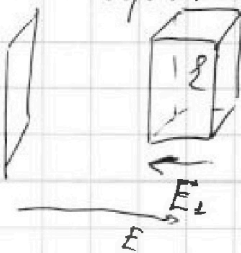
Симметрия: при $x \geq r$ $\varphi = \frac{kq}{\epsilon x}$



- симметрия всего

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

при $x \geq r$:



$$\begin{aligned} \varphi &= E \cdot x - E_1 \cdot (x - r) = \\ &= E \left(x - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} (x - r) \right) = \\ &= \frac{kq}{x^2 \epsilon} (\epsilon x - (\epsilon - 1)(x - r)) \end{aligned}$$



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: $\varepsilon = -1$

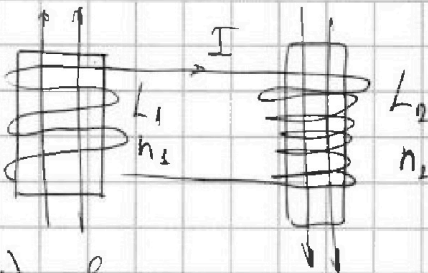


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

$$B_{\text{внутр}} = \mu_0 I n \Rightarrow \Phi = \mu_0 I n_1 S$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

Найдем носовую часть зеркала:

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

Аналогично с другой стороны ищут r в
 всех носовых стенах $\Rightarrow S = \pi R^2 - \pi r'^2 = \pi \cdot 4 \cdot 6 =$

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

1) $24\pi (\text{см}^2)$.

2) Теперь найдем площадь носовидной части стены



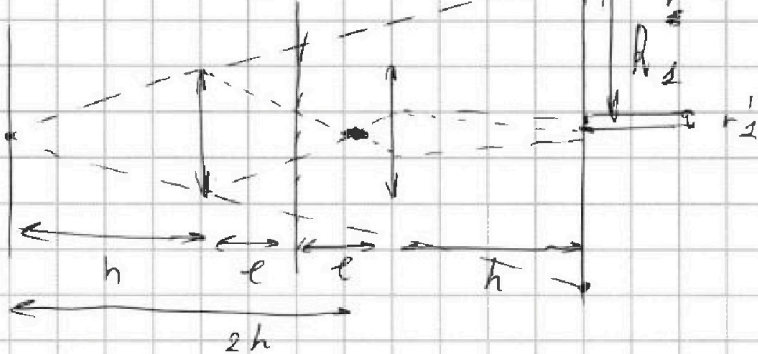
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:

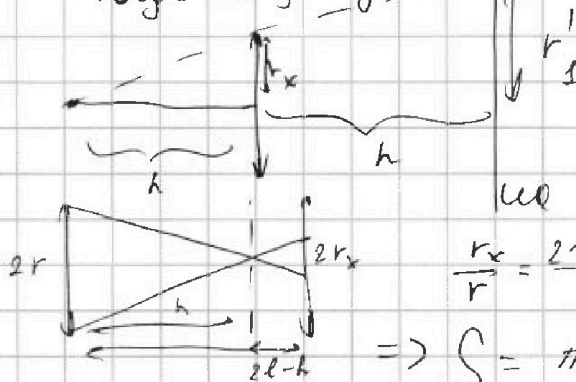
$$f = h \Rightarrow d_1 = h + 2l - 2h = 2l - h = \frac{4}{3}h - h = \frac{1}{3}h.$$

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



- мишиное устр-е
по расстоянию f от
миши.

Тогда хорда ω системы:



$r_1' = 2r_x$, 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 for a physics problem involving a rod on an inclined plane.

Initial Equations:

$$C + \frac{p \frac{dV}{dt}}{dt} = C + \frac{p \frac{dV}{dt}}{dt}$$

$$C = 0 \Rightarrow \text{можно считать } C = 0$$

$$pV = \dots$$

$$V = \dots$$

Force Analysis:

Forces acting on the rod: gravity mg , normal force N , and friction force F_{tr} .

Along the incline:

$$mg \sin \alpha - F_{tr} = ma$$

Perpendicular to the incline:

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

Energy Approach:

$$L \frac{dI}{dt} = \dots$$

$$L I = \dots$$

Final Result:

$$\frac{V}{P} = \frac{12 V_0}{P} - \frac{2 V_0}{P \cdot 0} = \dots$$

(Note: The handwritten work includes numerous diagrams of the rod on the incline, vector diagrams for forces, and various algebraic derivations. Some parts are crossed out or corrected.)



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!

