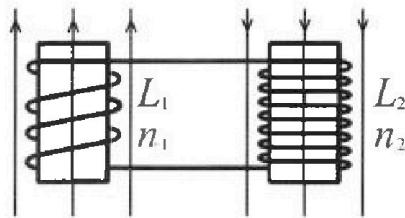


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

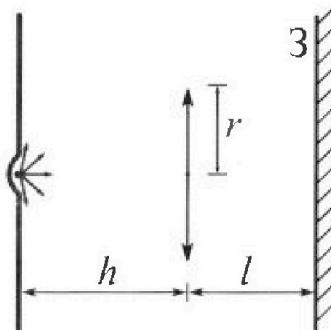
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

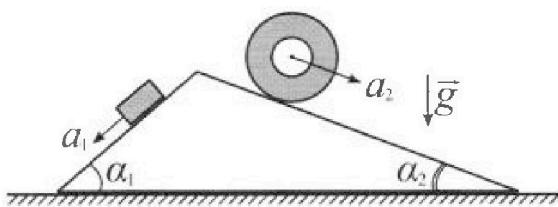


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. 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.



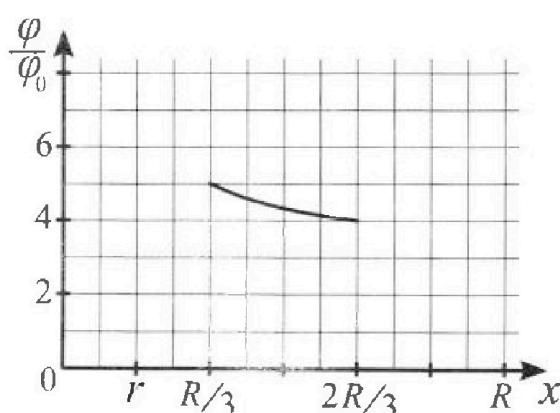
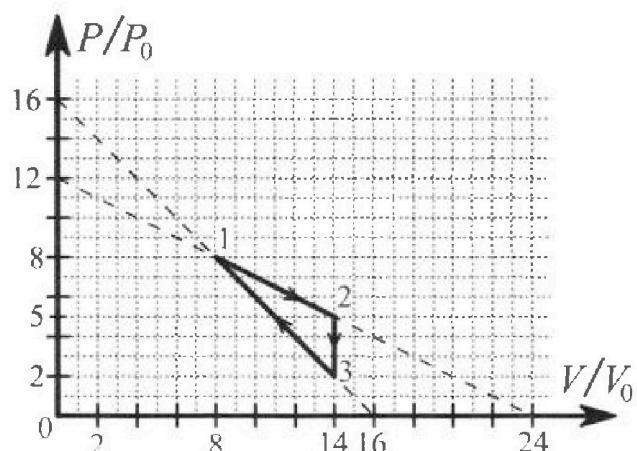
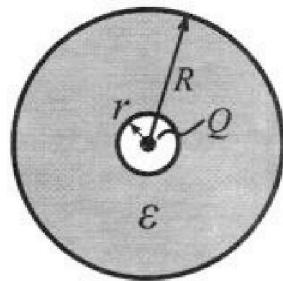
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

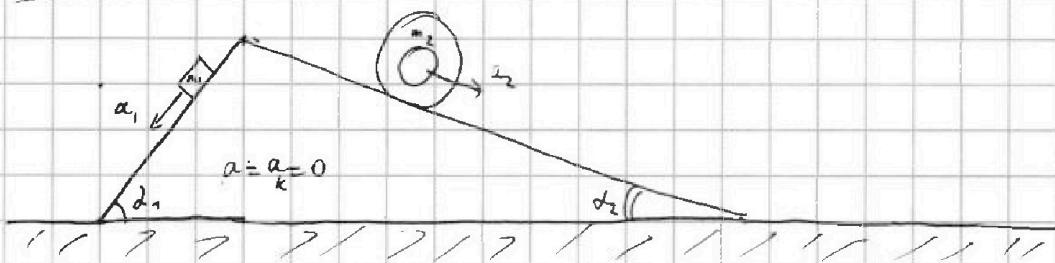
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$m_1 = m; \quad a_1 = \frac{6g}{13}; \quad \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

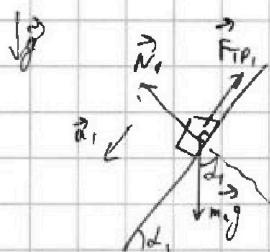
$$m_2 = 2m; \quad a_2 = \frac{g}{4}; \quad \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

$$F_1 - ? \quad F_2 - ? \quad F_3 - ?$$

$$\downarrow g$$



Данн. сила, действ. на объект.



$$\textcircled{II} \quad \sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{N}_1: N_1 - m_1 g \cos \alpha_1 = 0 \quad (a_{N_1} = 0)$$

$$N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$\vec{F}_{T\mu_1}: f_{T\mu_1} - m_1 g \sin \alpha_1 = -m_1 a_1$$

$$F_{T\mu_1} = -m_1 (a_1 - g \sin \alpha_1) = -m_1 \left(\frac{6}{13} - \frac{3}{5} \right) = +\frac{9}{65} mg$$

$$\textcircled{III} \quad \sum \vec{F} = \vec{F}_{12} \quad \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

$$F_{12} = F_{T\mu_1} = F_{T\mu_1}^{\perp} - \text{сила трения, действующая на каток } \cancel{\text{на склоне}} \quad \text{с левой стороны}$$

$$\downarrow g \quad \approx \quad F_1 = \frac{9}{65} mg$$

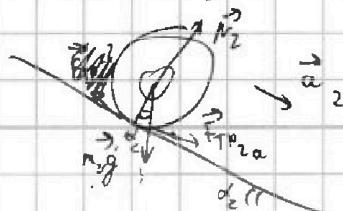
Данн. с., ж. на склоне?

$$\vec{N}_2: N_2 - m_2 g \cos \alpha_2 = 0 \quad (a_{N_2} = 0) \Rightarrow N_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$\vec{a}_2: m_2 g \sin \alpha_2 + F_{T\mu_2} = m_2 a_2$$

$$F_{T\mu_2} = 2m (a_2 - g \sin \alpha_2)$$

Данн. с., ж. на склоне?



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

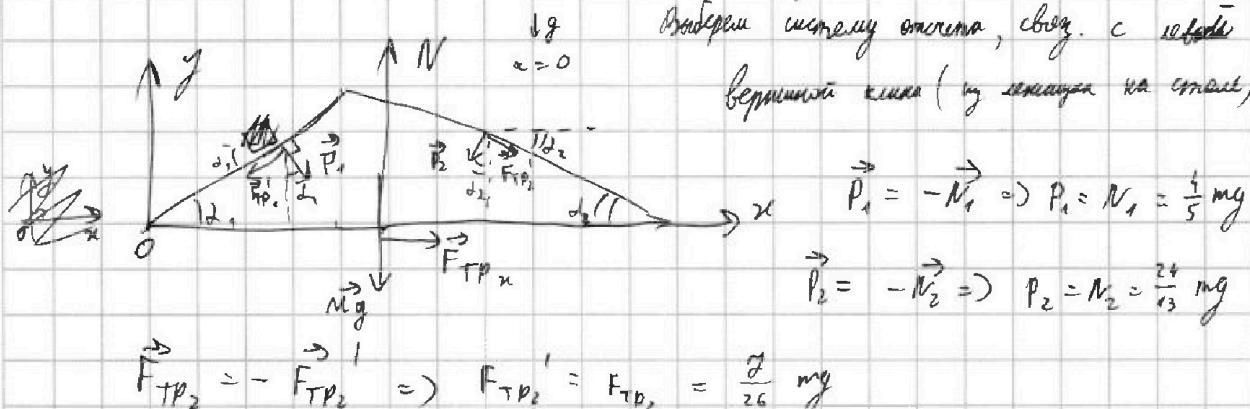
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$F_{TP_{2a}} = 2m \left(\frac{g}{4} - g \cdot \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \left(\frac{13}{26} - \frac{20}{26} \right) = -\frac{7}{26} mg \Rightarrow \vec{F}_{TP_2} \uparrow \downarrow \vec{a}_3$$

$$F_{TP_2} = \frac{7}{26} mg = F_2 \neq F_{TP_2}' \quad \text{--- сила нр. отв. на кин. с нр. см.}$$

Рассл. с. г. на кин:



$$\vec{P}_1 = -\vec{N}_1 \Rightarrow P_1 = N_1 = \frac{1}{5} mg$$

$$\vec{P}_2 = -\vec{N}_2 \Rightarrow P_2 = N_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$\vec{F}_{TP_2} = -\vec{F}_{TP_2}' \Rightarrow F_{TP_2}' = F_{TP_2} = \frac{7}{26} mg$$

~~аналогично~~ $F_{TP_x} + F_{TP_2}' \cdot \cos \alpha_1 - F_{TP_2}' \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 = 0 \quad (\alpha=0)$

$$F_{TP_x} = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_{TP_x} = mg \left(\frac{36}{325} + \frac{120}{169} - \frac{84}{169 \cdot 2} - \frac{12}{25} \right) = mg \left(\frac{36-156}{325} + \frac{240-84}{2 \cdot 169} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{36}{169} - \frac{24}{65} \right) = mg \left(\frac{30}{65} - \frac{24}{65} \right) = \frac{6}{65} mg > 0 \Rightarrow F_{TP} = F_3 \text{ ?? or}$$

$$F_3 = \frac{6}{65} mg$$

Ответ: $F_1 = \frac{9}{65} mg$; $F_2 = \frac{7}{26} mg$; $F_3 = \frac{6}{65} mg$

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.

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!

$$\frac{p_{121}}{p_0} = ? \quad \frac{T_{\max}}{T_3} = ? \quad \eta = ? \quad \dots$$

$$p_1 = 8p_0; V_1 = 8V_0$$

$$p_2 = 5p_0; V_2 = 9V_0$$

$$p_3 = 2p_0; V_3 = 14V_0$$

$$\frac{p_{12}}{p_0} \left(\frac{V_{12}}{V_0} \right) = k_{12} \frac{V_{12}}{V_0} + b_{12}$$

(предн. линия)

$$\frac{p_{21}}{p_0} \left(\frac{V_{21}}{V_0} \right) = k_{21} \frac{V_{21}}{V_0} + b_{21}$$

(предн. линия)

2-3 - изолирн. проц.

$$i = 3$$

$$R = 6,31 \frac{\text{Pa}}{\text{Кельвин}}$$

$$pV = JRT$$

$$\text{Пусть } \bar{J} = \cos \varphi = J_1 = J_2 = J_3 = J_1$$

$$p_1 V_1 = JRT_1 = 64 p_0 V_0 \Rightarrow T_1 = 64 \frac{p_0 V_0}{JR}$$

$$p_2 V_2 = JRT_2 = 50 p_0 V_0 \Rightarrow T_2 = 50 \frac{p_0 V_0}{JR}$$

$$p_3 V_3 = JRT_3 = 28 p_0 V_0 \Rightarrow T_3 = 28 \frac{p_0 V_0}{JR}$$

~~изолирн.~~

$$\frac{p_{12}}{p_0} \left(\frac{V_{12}}{V_0} \right) = k_{12} \frac{V_{12}}{V_0} + b_{12}$$

$$T_1: \cancel{p_1} \cdot 8 \frac{p_0}{p_0} = k_{12} \cdot \frac{8 V_0}{V_0} + b_{12} = 8 = 8k_{12} + b_{12}$$

$$T_2: \cancel{p_2} \cdot 5 = k_{12} \cdot 14 + b_{12} \Rightarrow 5 = 14k_{12} + b_{12} - 3$$

$$6k_{12} = -3 \Rightarrow k_{12} = -\frac{1}{2} \Rightarrow b_{12} = 12$$

$$\frac{p_{31}}{p_0} \left(\frac{V_{31}}{V_0} \right) = k_{31} \frac{V_{31}}{V_0} + b_{31} \quad \frac{p_{12}}{p_0} = 12 - \frac{V_{12}}{2V_0}$$

$$T_3: 2 = 14k_{31} + b_{31} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} -6 = 6k_{31} \Rightarrow k_{31} = -1 \Rightarrow b_{31} = 16$$

$$T_1: 8 = 8k_{12} + b_{12}$$

$$\frac{p_{31}}{p_0} = 16 - \frac{V_{31}}{V_0}$$

$$A^1 = S_{\text{наг. уединен.}} \quad \left. \begin{array}{l} 1-3 - \text{предн.} \\ 12 - \text{предн.} \\ A_{23} = 0 \text{ (изолирн.)} \end{array} \right\} A^1 = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) - \frac{p_1 + p_3}{2} (V_3 - V_1) = 6,5 \cdot 6 p_0 V_0 - 5 \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} JRT_2 - \frac{i}{2} JRT_1 = \frac{i}{2} JR(T_2 - T_1) = \frac{1}{2} (50 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) = 3 i p_0 V_0$$

$$i = 3 \Rightarrow \Delta U_{12} = 9 p_0 V_0 \Rightarrow |\Delta U_{12}| = 9 p_0 V_0 \Rightarrow \frac{|\Delta U_{12}|}{A^1} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$

$$p_m V_m = JRT_{\max}$$

$$\frac{p_m}{p_0} = 12 - \frac{V_m}{2V_0}$$

$$(12 p_0 - p_0 \frac{V_m}{2V_0}) V_m = JRT_{\max}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$p_{12} V_{12} = \frac{1}{2} R T_{12}$$

$$p_{12} = p_0 \left(12 - \frac{V_{12}}{2V_0} \right) \Rightarrow T_{12} = \frac{1}{2R} p_0 \left(12 - \frac{V_{12}}{2V_0} \right) V_{12} = \frac{p_0 V_0}{2R} \left(12 \frac{V_{12}}{V_0} - \frac{V_{12}^2}{2V_0^2} \right)$$

~~$$T_{12} = T_{\max} \Rightarrow T'_{12} = 0 \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{2R} \cdot 12 \left(\frac{V_{12}}{V_0} \right)' - \frac{p_0 V_0}{2R} \cdot \frac{1}{2} \left(\left(\frac{V_{12}}{V_0} \right)^2 \right)' = 0$$~~

$$\varepsilon_v = \frac{V_{12}}{V_0}$$

$$24 \cdot \varepsilon_v' - 2\varepsilon_v \cdot \varepsilon_v' = 0$$

$$[\varepsilon_v = 12 \Rightarrow V_{\max} = 12 V_0 \Rightarrow p_{\max} = 6 p_0]$$

$$[\varepsilon_v' = 0 \rightarrow \text{const} (V_{12} \text{ -ко const})]$$

~~$$T_{\max} = \frac{p_0 V_0}{2R}$$~~

$$p_{\max} V_{\max} = \frac{1}{2} R T_{\max} \Rightarrow T_{\max} = \frac{2 p_0 V_0}{R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{22}{28} = \frac{18}{2}$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_{\text{наруж}}}$$

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) + 9 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

~~(12 - ненуж)~~

$$\Delta U = \text{const} \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} \Delta R \cdot \Delta T$$

$$Q_{23} = 0 + \Delta U_{23} = \frac{1}{2} \Delta R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \Delta R (28 - 20) \frac{p_0 V_0}{2R} \Theta$$

~~Θ~~ = -63 p_0 V_0

$$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31} = \frac{p_1 + p_3}{2} (V_1 - V_3) + \frac{1}{2} \Delta R (T_1 - T_3) = -30 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \Delta R \cdot 36 \frac{p_0 V_0}{2R} =$$

$$= 24 p_0 V_0$$

$$Q_{\text{наруж}} = Q_{12} + Q_{31} = 72 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9 p_0 V_0}{72 p_0 V_0} = \frac{1}{8} \quad (= 0,125)$$

~~$$\text{Отвр: } \frac{\Delta U_{12}}{A'} = 1 ; \quad \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{2} ; \quad \eta = 0,125 = \frac{1}{8}$$~~



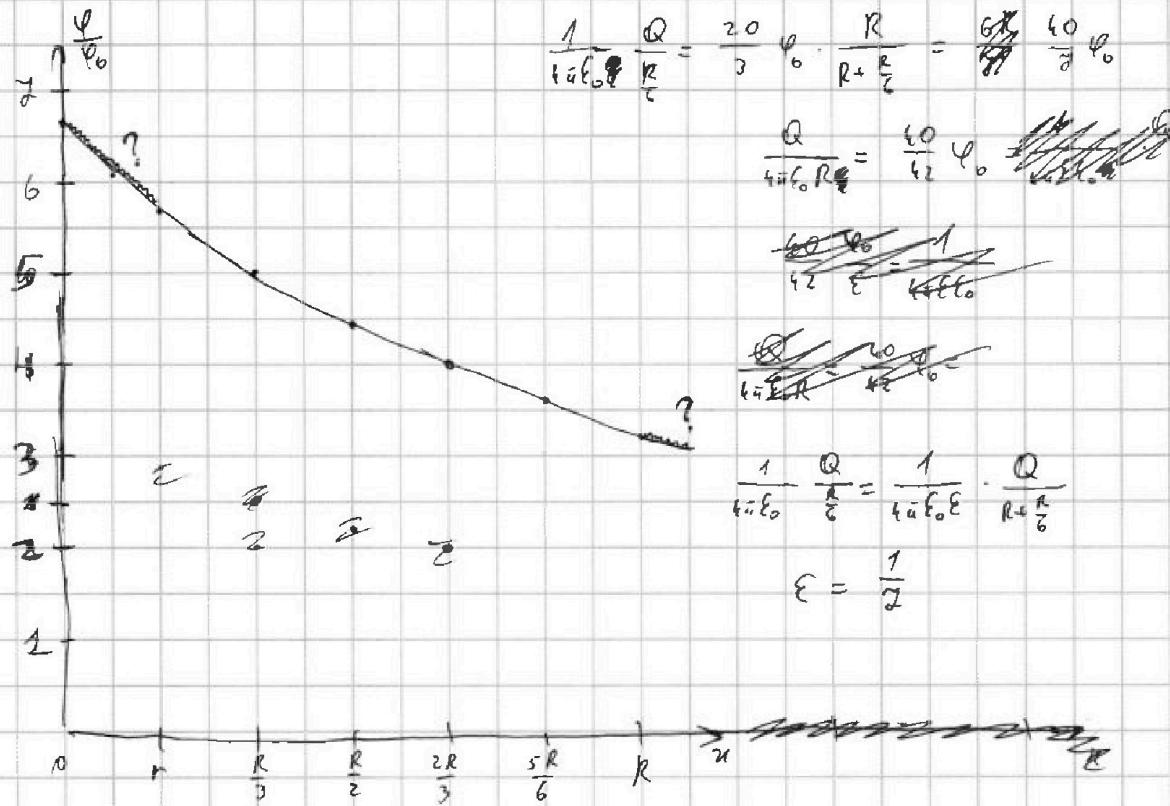
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Psi(x) = \frac{20}{3} \Psi_0 \cdot \frac{R}{R+x} = \frac{20}{3} \Psi_0 \left(1 - \frac{x}{R+x}\right)$$



$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} = \frac{20}{3} \Psi_0 \cdot \frac{R}{R+\frac{R}{2}} = \frac{60}{42} \frac{40}{3} \Psi_0$$

~~$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{40}{42} \Psi_0$$~~

~~$$\frac{60}{42} \Psi_0$$~~

~~$$\frac{40}{42} \Psi_0$$~~

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R+\frac{R}{6}}$$

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

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\frac{R}{2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon(R+\frac{R}{6})} \Rightarrow \epsilon = \frac{1}{2}$$

Однако: $\epsilon = \frac{1}{2}$



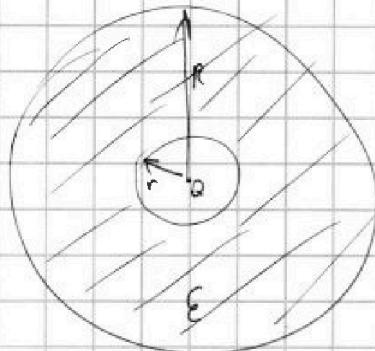
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$1) \text{ Дано } r, R, Q, \epsilon_0, k = \frac{5R}{6}$$

~~Несимметрическая конфигурация зарядов~~

~~Несимметрическая конфигурация зарядов~~ Маленькая сферка висит на расстоянии r от центра большого шара (здесь может быть другое расстояние, но это не важно)

$$\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

$$E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(x-r)^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(x-r)^2}$$

$$E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{r'^2} \Rightarrow Q' = E_r r'$$

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{x^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{x}$$

$$x \in [r; R] \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} \frac{Q'}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{x^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\frac{5}{6}R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6Q}{5R}$$

~~$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{x}$~~

$$E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{r'^2} \Rightarrow Q' = E_r r'$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6Q}{5R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}, \quad 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{2R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\left(\frac{R}{3}-R_p\right)}$$

$$4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\left(\frac{R}{3}-R_p\right)}$$

$$\frac{5R}{3} - 5R_p = \frac{8R}{3} - 4R_p \Rightarrow R_p = -R$$

$$\Rightarrow 5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \frac{3}{4}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R+x} \Rightarrow \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6Q}{11R} =$$

$$= \frac{6}{11} \cdot \frac{20}{3} \varphi_0 = \frac{40}{11} \varphi_0$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{40}{11} \varphi_0$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

$$\vec{J} = ? \quad I_x = ?$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

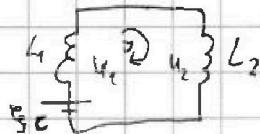
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$S_1 = S_2 = S$$

$$J_{(0)} = 0$$

$$1) \quad \mathcal{E}_C = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} n_s S = 2S_n,$$



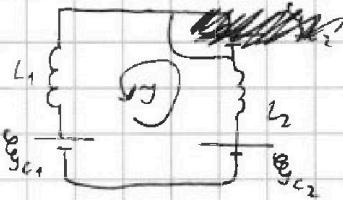
$$\cancel{\mathcal{E}_C} \quad U_1 = L_1 \frac{dI}{dt} \quad U_2 = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\cancel{\mathcal{E}_C} = U_1 + U_2 = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{dS_n}{L_1 + L_2} = \frac{dS_n}{18L} = \frac{dS}{18L}$$

$$2) \quad \mathcal{E}_{C_1} = \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} n_1 S$$

$$\mathcal{E}_{C_2} = \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} n_2 S$$



$$\mathcal{E}_{C_2} - \mathcal{E}_{C_1} = L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} = \frac{dB_1 \cdot n_1 S + dB_2 \cdot n_2 S}{dt}$$

$$18L \Delta I = n_1 S \cdot dB_1 + n_2 S \cdot dB_2 \quad | \text{Изменение то бреже}$$

$$18L \Delta I = n_1 S \Delta B_1 + n_2 S \Delta B_2$$

$$I(0) = 0 \Rightarrow \Delta I = J_k \Rightarrow \cancel{18L J_k} = \cancel{n_1 S (B_0 - B_0) + n_2 S \left(\frac{9B_0}{3} - 3B_0\right)} =$$

$$= \left| nS \left(\frac{B_0}{3} - B_0 + 9B_0 - 12B_0 \right) \right| = \frac{11}{3} nS B_0 \Rightarrow J_k = \cancel{\frac{11 n S B_0}{54 L}}$$

$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{2nS}{18L} ; \quad J_k = \frac{11 n S B_0}{54 L}$$



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

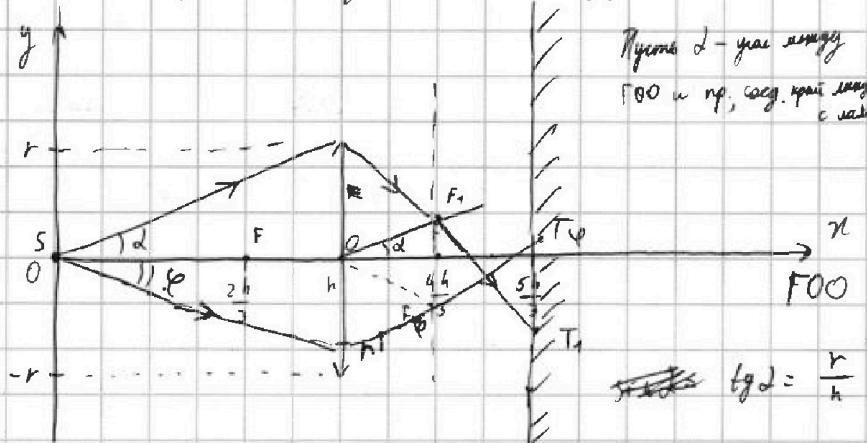
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$S_3 - ? \quad S_C - ?$$

$$F = \frac{r}{3}$$

$$l = \frac{2}{3}$$

Род. CO, illeg. с укорочен. (5)



$$y_{F_1} = F \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h} \cdot \frac{h}{\pi} = \frac{r}{\pi}$$

$$x_{T_1} - \frac{\text{effektive } x}{3} = \frac{x_h}{3} - x_0 \Rightarrow y_{T_1} = y_{F_1} + (r - y_0) = -\frac{r}{3}$$

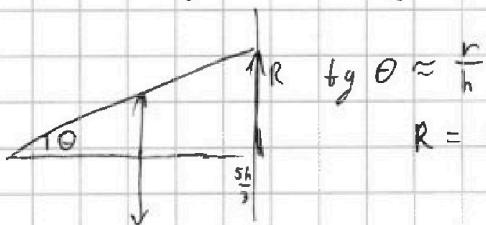
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{r}{h}$$

4 - ~~spayfusst~~ ~~you~~ year on ~~the~~
- go d
 $t' \in [-r, r]$

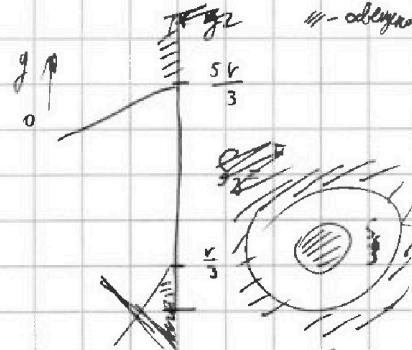
$$y_{FQ} = F \cdot ty^* = \frac{r}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r}{3}$$

$$y_{14} = \cancel{\frac{1}{3}r_3} + 1 - 2\left(1 - \frac{r_1}{3}\right) = -\frac{r_1}{3} \Rightarrow y_{14} \in \left[-\frac{r_1}{3}, \frac{r_1}{3}\right]$$

Param. yes θ : $(\theta - \alpha) < 1$ pg.



$$R = \frac{5h}{3} \text{ tg } \Theta = \frac{5}{3} h$$



$$S_3 = \pi \cdot \left(\frac{5r}{3}\right)^2 - \pi \left(\frac{r}{3}\right)^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 \cdot \bar{u} = \frac{8}{3} \pi r^2$$

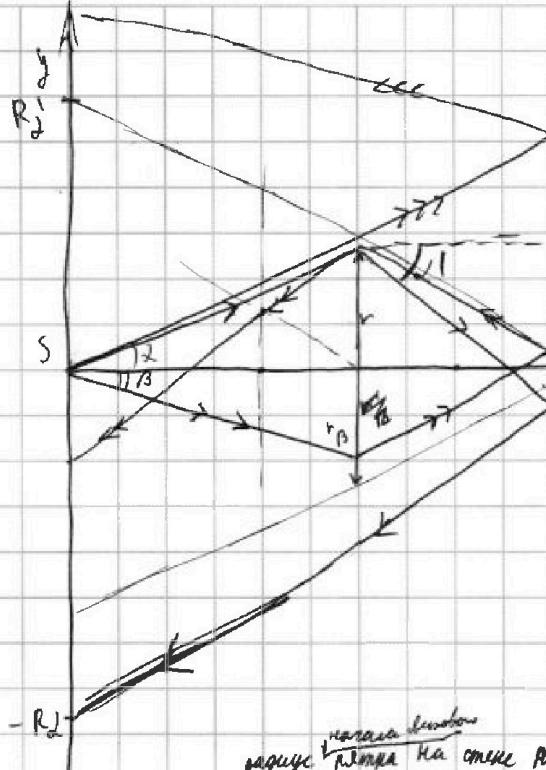
$$S_3 = \frac{200}{3} \pi \text{ cm}^2$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



Пусть угол β : угол β конуса тангенсов
в средней точке

$$r_\beta + r = \frac{8}{3} r$$

$$r_\beta = \frac{3}{5} r$$

$|r| < r_\beta \Rightarrow$ угол ϕ конуса тангенсов
между при возвратном

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{5} \frac{r}{h}$$

из условия

угол ϕ :

$\operatorname{tg} \phi = \frac{r}{h} \Rightarrow$ угол ϕ конуса тангенсов
 между 1 раз

$|\phi| \leq \beta \Rightarrow$ конус тангенсов
 2 раза

радиус касания шарика на стике при угле θ

$$R_{c\theta} = 2R_3 = 2R = \frac{10}{3} r$$

Пусть R_2 - радиус касания шарика на стике при угле δ_2 : $\beta < |\delta_2| \leq 2$

~~$\operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{tg} \delta_2^1 = \frac{r'}{3 \frac{2}{3} h} = 2 \frac{r'}{h} = 2 \operatorname{tg} \delta_2$~~

~~$R_{\delta_2} = \frac{r'}{3} + \frac{5h}{3} \cdot \operatorname{tg} \delta_2^1 = \frac{r'}{3} + \frac{10r'}{3} = \frac{11r'}{3}$~~

$$R_2 = \frac{11}{3} r$$

$$R_2^1 - \text{радиус касания шарика на стике при } (\delta_2 - \beta) \text{ раза} \Rightarrow R_2^1 \approx \frac{11}{3} r = \frac{11}{3} r$$

Пусть R_B - радиус касания шарика на стике при δ_B : $|\delta_B| \leq \beta$

~~$\operatorname{tg} \delta_B^1 = 2 \operatorname{tg} \delta_B = 2 \frac{r'}{h}$~~

~~$r'' = 2 \cdot 2 \frac{h}{3} \cdot \operatorname{tg} \delta_B^1 - r' = \frac{8}{3} r' - r' = \frac{5}{3} r'$~~

$$y_{F_{\delta_B}}^1 = F \operatorname{tg} \delta_B^1$$

~~$R_{\delta_B} = |r'' - \operatorname{tg} \delta_B^1 \cdot h| = |r'' - 2r'| = \frac{r'}{3}$~~

\Leftrightarrow угол
пресекаются
 \Leftrightarrow ГОВ правильный



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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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