

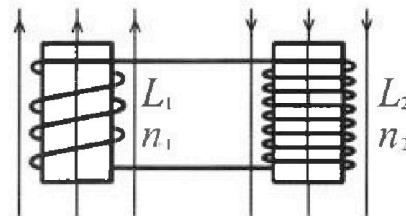
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

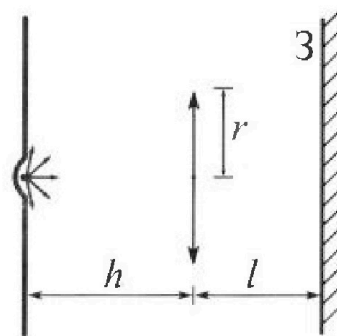


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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 $F = h/3$. 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



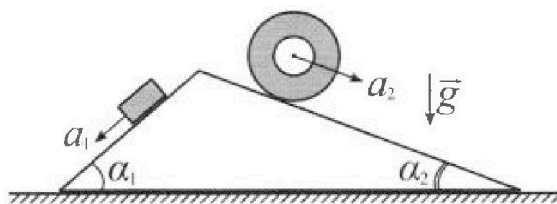
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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 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.

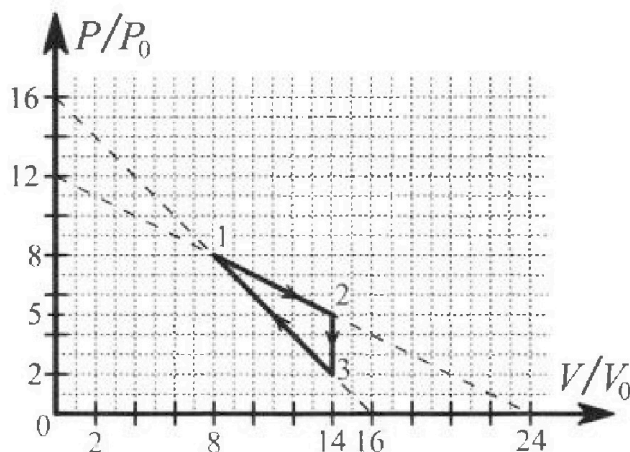


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

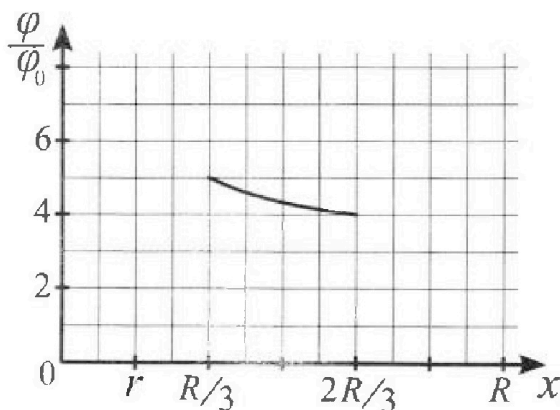
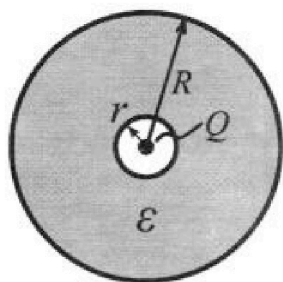
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

1 2 3 4 5 6 7

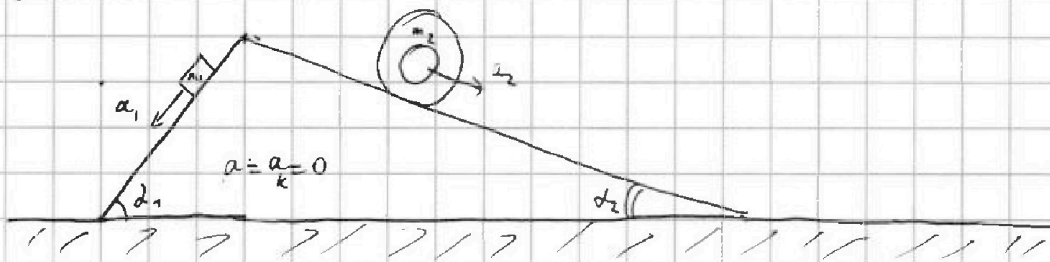
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

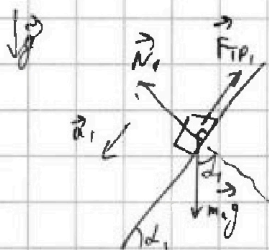
$$m_1 = m; \quad a_1 = \frac{6g}{13}; \quad \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

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

$$F_1 = ?; \quad F_2 = ?; \quad F_3 = ?$$



Рассм. сил, действ. на блок:



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

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

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

$$\vec{F}_{TP1}: F_{TP1} - m_1 g \sin \alpha_1 = -m_1 a_1$$

$$F_{TP1} = -m_1 (a_1 - g \sin \alpha_1) = -m g \left(\frac{6}{13} - \frac{3}{5} \right) = +\frac{9}{65} m g$$

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

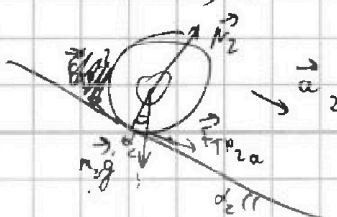
$F_{11} = F_{TP1} = F_{TP1}'$ — сила трения, оказываемая на клин ~~с левой стороны~~
с левой стороны



~~≠~~

$$F_1 = \frac{9}{65} m g$$

Рассм. с., г. на цилиндр:



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

$$\vec{a}_2: m_2 g \sin \alpha_2 + F_{TP2} = m_2 a_2$$

$$F_{TP2a} = 2m (a_2 - g \sin \alpha_2)$$

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

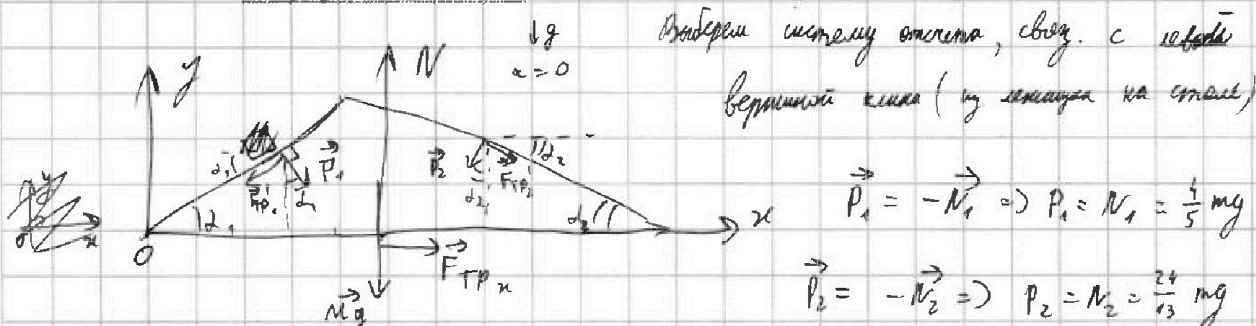
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$F_{TP2a} = 2m \left(\frac{g}{4} - g \cdot \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \left(\frac{13}{26} - \frac{20}{26} \right) = -\frac{7}{26} mg \Rightarrow \vec{F}_{TP2} \uparrow \downarrow \vec{a}_2$$

$$F_{TP2} = \frac{7}{26} mg = F_2 = F_{TP2}' \quad \leftarrow \text{сила тр., оказ. на клин с пр. ст.}$$

Рассм. с. г. на клин:



Выберем систему отсчета, связ. с поверхностью клина (по направлению на ствол)

$$\vec{P}_1 = -\vec{N}_1 \Rightarrow P_1 = N_1 = \frac{4}{5} mg$$

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

$$\vec{F}_{TP2} = -\vec{F}_{TP2}' \Rightarrow F_{TP2}' = F_{TP2} = \frac{7}{26} mg$$

$$\text{ок: } F_{TPx} + F_{TP2}' \cdot \cos \alpha_2 - F_{TP1}' \cdot \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 = 0 \quad (a=0)$$

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

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

$$= mg \left(\frac{78}{169} - \frac{24}{65} \right) = mg \left(\frac{30}{65} - \frac{24}{65} \right) = \frac{6}{65} mg > 0 \Rightarrow F_{TP} = F_3 \uparrow \uparrow \text{ок}$$

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

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



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.

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!

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = ? \quad \frac{T_{max}}{T_3} = ? \quad \eta = ?$$

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

$$p_2 = 5 p_0; V_2 = 14 V_0$$

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

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

(прямая линия)

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

(прямая линия)

2-3 - изохорн. проц.

$$i = 3$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$p V = \nu R T$$

$$\text{Пусть } \nu = \text{const} = \nu_1 = \nu_2 = \nu_3 = \nu$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 = 64 p_0 V_0 \Rightarrow T_1 = 64 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 = 70 p_0 V_0 \Rightarrow T_2 = 70 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 = 28 p_0 V_0 \Rightarrow T_3 = 28 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_2 > T_1 > T_3$$

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

$$T. 1: \quad 8 \frac{p_0}{p_0} = k_{12} \cdot \frac{8 V_0}{V_0} + b_{12} = 8 = 8 k_{12} + b_{12}$$

$$T. 2: \quad 5 = k_{12} \cdot 14 + b_{12} = 8 k_{12} + b_{12} - 3$$

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

$$\frac{p_{12}}{p_0} = 12 - \frac{V_{12}}{2 V_0}$$

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

$$T. 3: \quad 2 = 14 k_{31} + b_{31}$$

$$T. 1: \quad 8 = 8 k_{31} + b_{31}$$

$$-6 = 6 k_{31} \Rightarrow k_{31} = -1 \Rightarrow b_{31} = 16$$

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

$$A' = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV$$

1-3 - прямая
1-2 - прямая
A₂₃ = 0 (изохора)

$$A' = \frac{p_1 + p_3}{2} (V_3 - V_1) = 5 p_0 \cdot 6 V_0 = 30 p_0 V_0$$

$$A' = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) - \frac{p_1 + p_3}{2} (V_3 - V_1) = 6,5 \cdot 6 p_0 V_0 - 5 \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \nu R T_2 - \frac{i}{2} \nu R T_1 = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \cdot 60 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0 = 3 i p_0 V_0$$

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

$$p_m V_m = \nu R T_{max}$$

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

$$\left(12 p_0 - p_0 \frac{V_m}{2 V_0} \right) V_m = \nu R T_{max}$$

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.



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!

$$p_{12} V_{12} = \nu R T_{12}$$

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

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

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

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

$$\begin{cases} E_V = 12 \Rightarrow V_{max} = 12V_0 \Rightarrow p_{max} = 6p_0 \\ E_V' = 0 \Rightarrow V_{12} = \text{const} \end{cases}$$

~~$$T_{max} = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot 12$$~~

$$p_{max} V_{max} = \nu R T_{max} \Rightarrow T_{max} = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_{нагр}}$$

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

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

$$Q_{23} = 0 + \Delta U_{23} = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (28 - 7) \frac{p_0 V_0}{\nu R} = -63 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31} = \frac{p_1 + p_3}{2} (V_1 - V_3) + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_3) = -30 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \nu R \cdot 76 \frac{p_0 V_0}{\nu R} = 24 p_0 V_0$$

$$Q_{нагр} = Q_{12} + Q_{31} = 72 p_0 V_0$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{p_0 V_{12}}{A'} = 1; \quad \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{18}{7}; \quad \eta = 0,125 = \frac{1}{8}$$



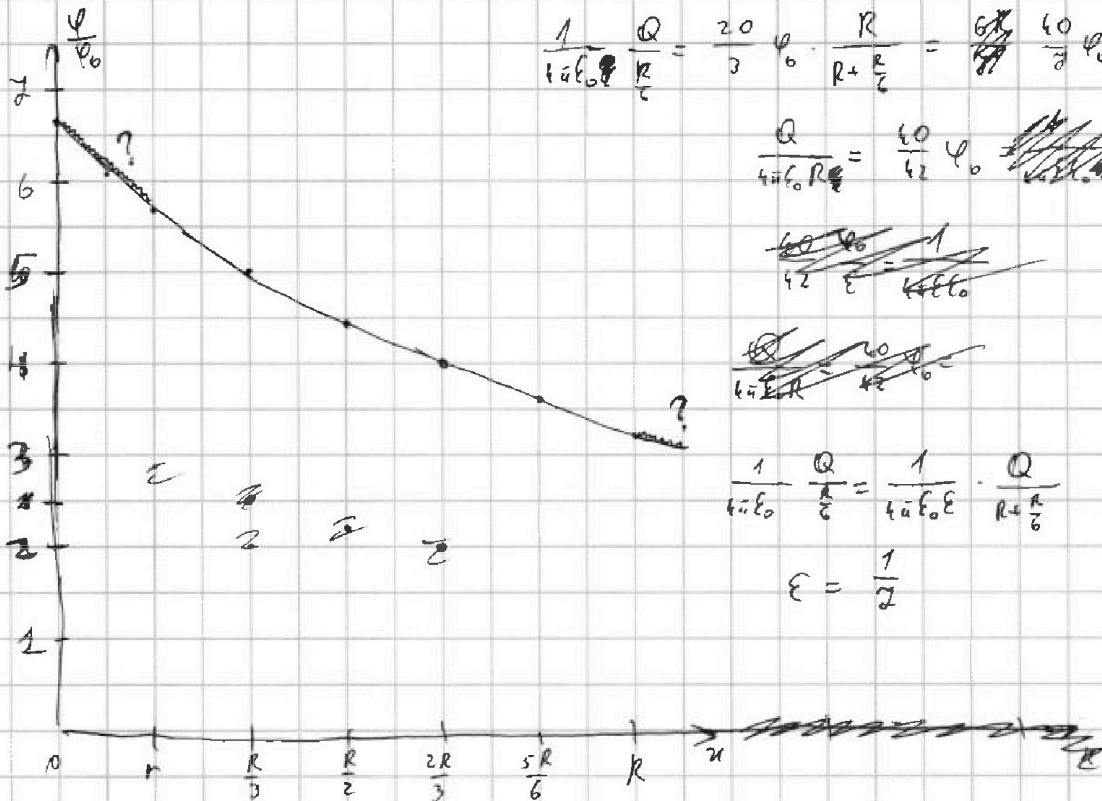
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\varphi(x) = \frac{20}{3} \varphi_0 \cdot \frac{R}{R+x} = \frac{20}{3} \varphi_0 \left(1 - \frac{x}{R+x}\right)$$



~~$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} = \frac{20}{3} \varphi_0 \cdot \frac{R}{R+\frac{R}{2}} = \frac{40}{3} \varphi_0$$~~

~~$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{40}{3} \varphi_0$$~~

~~$$\frac{40 \varphi_0}{3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} Q$$~~

~~$$\frac{40 \varphi_0}{3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} Q$$~~

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

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

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

Ответ: $\epsilon = \frac{1}{2}$

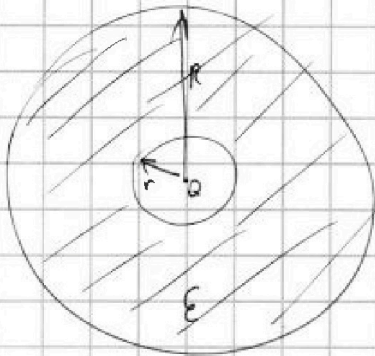


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

~~Рассматриваем малую сферу как заряд~~

~~Маленькая сфера~~ Маленькая сфера ведет себя как

равномерно заряженный шар (для точек внутри большого шара) но с другой малостью

~~$\varphi_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$~~

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

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

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

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

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

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

~~$x \in [r; R]$~~

~~$\Delta\varphi = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q'}{x^2} dx = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left[-\frac{Q'}{x} \right]_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left(\frac{Q'}{x_1} - \frac{Q'}{x_2} \right)$~~

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

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

~~$\Delta\varphi = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q'}{x^2} dx$~~

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

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

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

2) ~~$5\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\frac{R}{3}}$~~ , ~~$4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\frac{2R}{3}}$~~

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

$4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q}{\left(\frac{2R}{3} - R_n\right)}$

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

$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q}{R+x}$

$\Rightarrow 5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R} \cdot \frac{3}{4}$
 $\Rightarrow \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{6Q}{11R} =$
 $= \frac{6}{11} \cdot \frac{20}{3} \varphi_0 = \frac{40}{11} \varphi_0$

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



1 2 3 4 5 6 7

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!

$\dot{J} = ?$ $J_k = ?$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

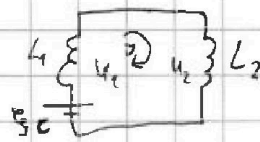
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$S_1 = S_2 = S$$

$$J(0) = 0$$

$$1) \quad \mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} n_1 S = 2Sn_1$$



~~$$U_1 = L_1 \frac{dJ}{dt}$$~~

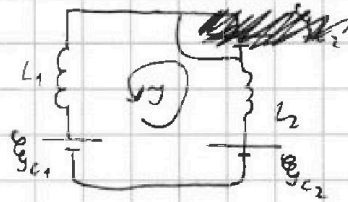
~~$$U_2 = L_2 \frac{dJ}{dt}$$~~

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \mathcal{E}_{\text{с}1} = \mathcal{E}_{\text{с}2} \Rightarrow \mathcal{E}_{\text{с}} = U_1 + U_2 = d\Phi_{\text{с}} = (L_1 + L_2) \frac{dJ}{dt} = (L_1 + L_2) \dot{J}$$

$$\dot{J} = \frac{d\Phi_{\text{с}}}{L_1 + L_2} = \frac{d\Phi_{\text{с}}}{17L} = \frac{2nS}{17L}$$

$$2) \quad \mathcal{E}_{\text{с}1} = \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} n_1 S$$

$$\mathcal{E}_{\text{с}2} = \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} n_2 S$$



$$\mathcal{E}_{\text{с}2} - \mathcal{E}_{\text{с}1} = L_2 \frac{dJ}{dt} + L_1 \frac{dJ}{dt} = \frac{d\Phi_1 \cdot n_1 S + d\Phi_2 \cdot n_2 S}{dt}$$

$$17L \dot{J} = n_1 S \cdot dB_1 + n_2 S \cdot dB_2 \quad | \text{ Умножим на время}$$

$$17L \Delta J = n_1 S \Delta B_1 + n_2 S \Delta B_2$$

$$J(0) = 0 \Rightarrow \Delta J = J_k \Rightarrow \frac{17L J_k}{n_1 S} = n_1 S \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) + 4n_2 S \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) =$$

$$= n_1 S \left(\frac{11}{3} B_0 - B_0 + 9B_0 - 12B_0 \right) = \frac{11}{3} n_1 S B_0 \Rightarrow J_k = \frac{11 n_1 S B_0}{51 L}$$

Ответ: $\dot{J} = \frac{2nS}{17L}$; $J_k = \frac{11 n_1 S B_0}{51 L}$

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 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!

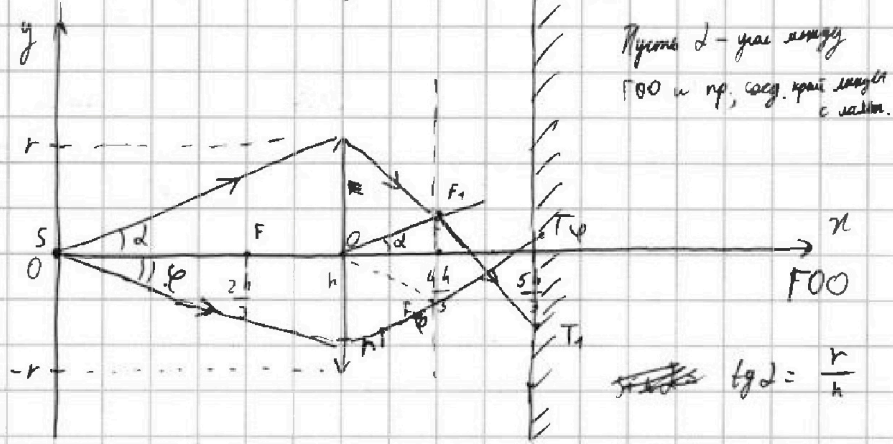
$$S_3 = ? S_0 = ?$$

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

$$r = 5 \text{ см}$$

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

Проб. 60, везг. с источником (S)



$$y_{F_1} = F \cdot \tan \alpha = \frac{r}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r}{3}$$

$$x_{T_1} = \frac{4h}{3} - x_0 \Rightarrow y_{T_1} = y_{F_1} - (r - y_{F_1}) = -\frac{r}{3}$$

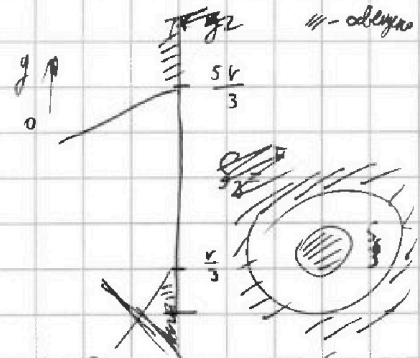
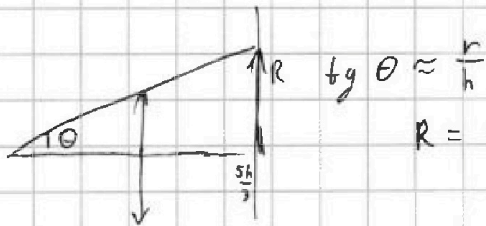
$$\tan \varphi = \frac{r'}{h}$$

φ - угол между пр. осью и осью $r' \in [-r; r]$

$$y_{F_2} = F \cdot \tan \varphi = \frac{r'}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r'}{3}$$

$$y_{T_2} = r' - 2\left(\frac{r'}{3}\right) = -\frac{r'}{3} \Rightarrow y_{T_2} \in \left[-\frac{r}{3}; \frac{r}{3}\right]$$

Рассм. угол θ : $(\theta - \alpha) < 1 \text{ рад}$.



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

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

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

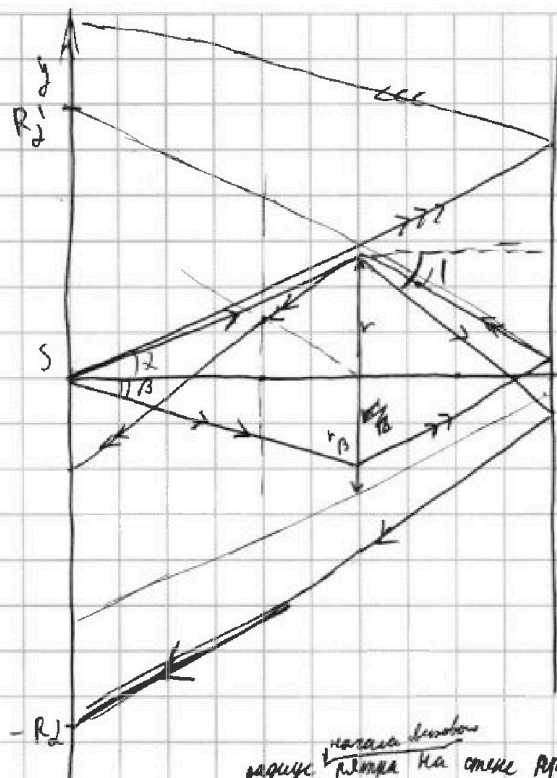


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

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 : луч β падает на отрезок в край шара

$$r_B + r = \frac{8}{3} r_B$$

$$r_B = \frac{3}{5} r$$

$r \leq r_B \Rightarrow$ луч β падает в шар при возмущении

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

из условия

луч β :
 $|\beta| \geq \theta \Rightarrow$ луча не падает в шар
 $\beta < |\beta| \leq \theta \Rightarrow$ падает 1 раз
 $|\beta| \leq \beta \Rightarrow$ падает в шар 2 раза

радиус центра шара на ст. при угле θ

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

Пусть R_2 - радиус нар. ш. м. на ст. при угле β_2 : $\beta < |\beta_2| \leq \theta$

$$\text{tg } \beta_2' = \frac{4r'}{\frac{2}{3}h} = 2 \frac{r'}{h} = 2 \text{tg } \beta_2$$

$$R_{\beta_2} = \frac{r'}{3} + \frac{5h}{3} \cdot \text{tg } \beta_2' = \frac{r'}{3} + \frac{10r'}{3} = \frac{11r'}{3}$$

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

R_2' - рад. конуса ш. н. при β_2 : $(\beta_2 - \beta) \ll 1 \text{ рад} \Rightarrow R_2' \approx \frac{11}{3} r_B = \frac{11}{3} r$

Пусть R_B - радиус нар. ш. н. на ст. при β_B : $|\beta_B| \leq \beta$

$$\text{tg } \beta_B' = 2 \text{tg } \beta_B = 2 \frac{r'}{h}$$

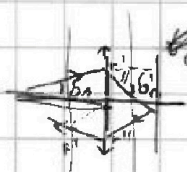
$$r'' = 2 \cdot \frac{2h}{3} \cdot \text{tg } \beta_B' - r' = \frac{8}{3} r' - r' = \frac{5}{3} r'$$

$$y_{F_{\beta_B}} = F \text{tg } \beta_B'$$

$$R_{\beta_B} = |r'' - \text{tg } \beta_B' \cdot h| = |r'' - 2r'| = \frac{r'}{3}$$

$< 0 \Rightarrow$ луч не падает в шар

< 000 в шар





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 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!

