



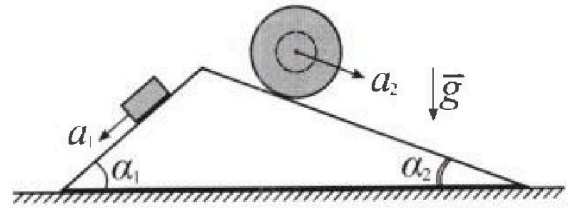
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полой шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

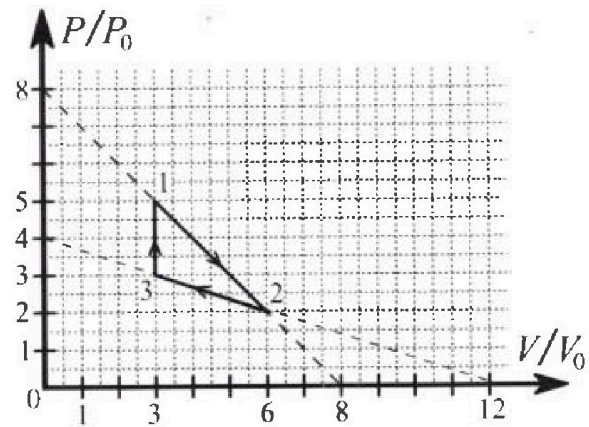


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

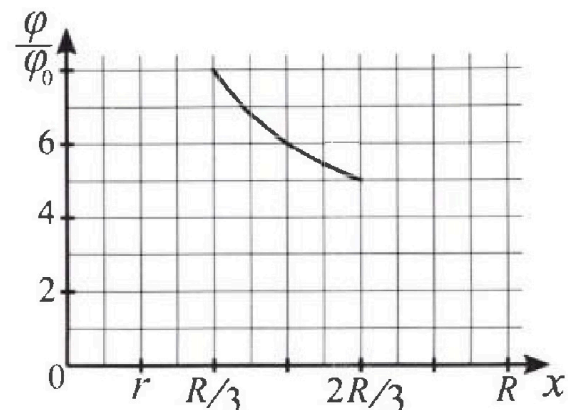
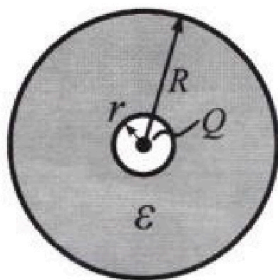
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r, R, Q, ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



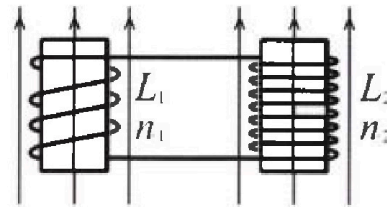
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

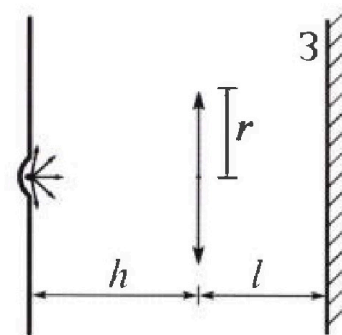


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 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.



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.

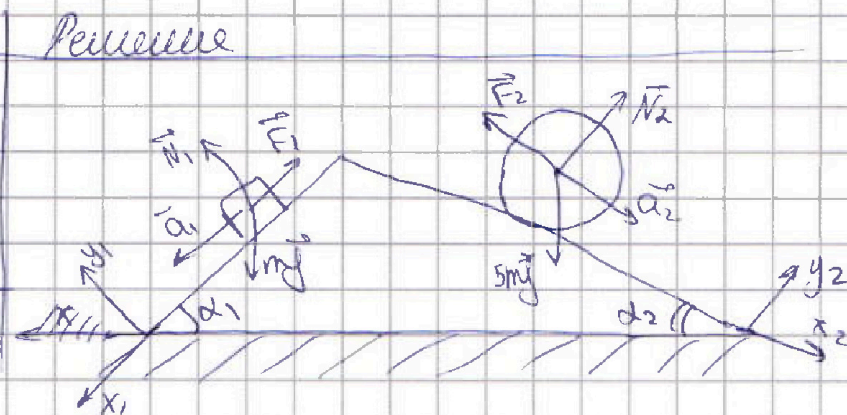
1 2 3 4 5 6 7

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!

Дано
 $a_1 = 17 \text{ g}$
 $a_2 = 89/25$
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$
 $\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$



- 1) F_1 - ?
- 2) F_2 - ?
- 3) F_3 - ?

1) I з.к.: груз бруска:

$$\vec{m}\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 \quad x_1: m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1 =$$

$$\Rightarrow F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m \left(\frac{3}{5} g - \frac{7}{17} g \right) =$$

$$= m g \left(\frac{51 - 35}{85} \right) = \frac{16 m g}{85} \quad y_1: N_1 = m g \cos \alpha_1$$

2) II з.к.: груз шара:

$$5m \vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + 5m\vec{g} \quad x_2: 5m a_2 = 5m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\Rightarrow F_2 = 5m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 5m g \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= \frac{40}{17 \cdot 25} m g (25 - 17) = \frac{40 \cdot 8}{17 \cdot 25} m g = \frac{64}{85} m g$$

$$y_2: N_2 = 5m g \cos \alpha_2$$

3) Т.к. келье покоится то сумма сил действующих на него равна нулю

По III з.к.: $N_1 = P_1$; $N_2 = P_2$; F сила, действующая на келью со стороны бруска и шара и сила действующая на брусок и шар со стороны келье равны, поэтому и произвольными по направлению

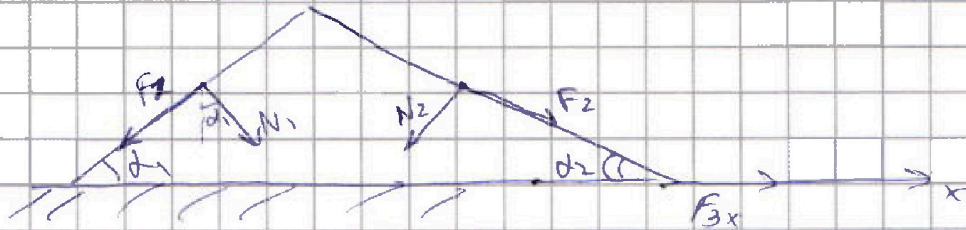


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\text{I з.к. на } x: -F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow F_{3x} &= \frac{16 \text{ мН}}{85} \cdot \frac{4}{5} - \text{мН} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + 5 \text{ мН} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \\ & - \frac{64 \text{ мН}}{85} \cdot \frac{15}{17} = \text{мН} \left(\frac{64}{85 \cdot 5} - \frac{12}{25} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} \right) = \\ & = \text{мН} \left(\frac{64}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} - \frac{64 \cdot 15}{5 \cdot 17^2} \right) = \\ & = \text{мН} \left(-\frac{14 \cdot 64}{5 \cdot 17^2} + \frac{25 \cdot 15 \cdot 8}{17^2 \cdot 5} - \frac{12}{25} \right) = \\ & = \text{мН} \left(8 \left(\frac{125 \cdot 3 - 8 \cdot 14}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) \right) = \text{мН} \left(8 \left(\frac{375 - 112}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) \right) = \\ & = \text{мН} \left(8 \left(\frac{263}{5 \cdot 17^2} - \frac{12}{25} \right) \right) = \text{мН} \left(8 \cdot 263 - 5 - 12 \cdot 17^2 \right) = \\ & = \text{мН} \left(\right) \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } \frac{16 \text{ мН}}{85}; \frac{64 \text{ мН}}{85}; \left(\frac{40 \cdot 263 - 12 \cdot 17^2}{25 \cdot 17^2} \right) \text{ мН}$$

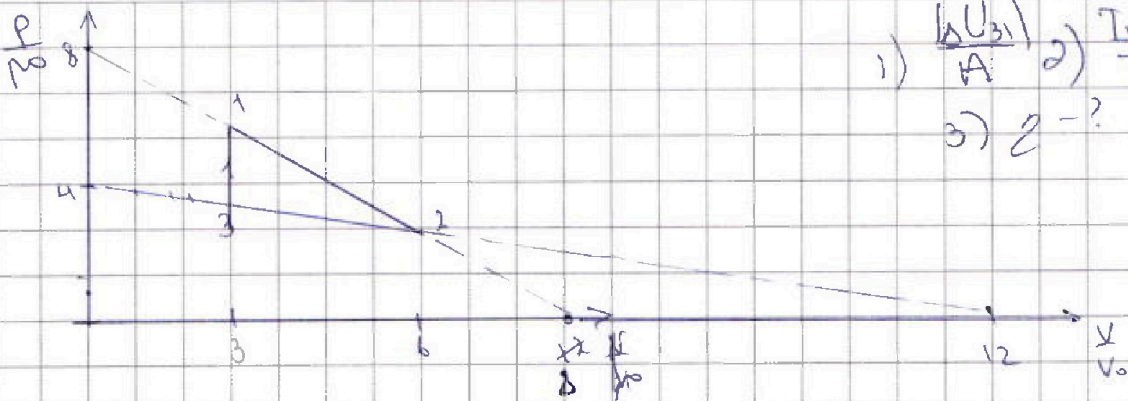


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) $\frac{\Delta U_{31}}{A}$ 2) $\frac{T_{2m}}{T_2}$
3) $2^{-?}$

$$1) p_1 = 5p_0; p_2 = 2p_0; p_3 = 3p_0$$

$$V_1 = 3V_0; V_2 = 6V_0; V_3 = 3V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 (5p_0 - 3p_0) = 9V_0 p_0$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$A_{12} = \frac{(p_1 + p_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{7p_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$A_{23} = -\frac{(p_2 + p_3)}{2} (V_2 - V_3) = -\frac{5p_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$\Rightarrow A = \frac{7p_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = 3V_0 p_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$$

2) В процессе 1-2 $p/p_0 = 8 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}$

$$pV = \nu RT$$

$$(8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}) V = \nu RT_{12} \Rightarrow T_{12}(V) = \frac{p_0}{\nu R} (8 - \frac{V}{V_0}) V$$

$$\Rightarrow T_2 = T_{12}(6V_0) = \frac{p_0}{\nu R} (8 - \frac{6V_0}{V_0}) 6V_0 = \frac{6p_0 V_0}{\nu R}$$

T_{2m} - вершина параболы функции $T_{12}(V)$



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!

$$T_2(V) = \frac{p_0}{2R} \left(8 - \frac{V}{V_0}\right) V \rightarrow T_2 = 0 \text{ при } \begin{matrix} V=0 \\ V=8V_0 \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_8 = 4V_0 \Rightarrow T_{2m} = T(4V_0) &= \frac{p_0}{2R} (8-4) 4V_0 = \\ &= \frac{16p_0V_0}{2R} \Rightarrow \frac{T_2}{T_2} = \frac{16p_0V_0}{2R} \cdot \frac{2R}{16p_0V_0} = \frac{4}{3} \end{aligned}$$

$$3) Q_H = Q_{31} + Q_{12}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = 3p_0V_0; \quad Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{12} &= \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2V_2 - p_1V_1) = \\ &= \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 6V_0 - 5p_0 \cdot 3V_0) = -\frac{3p_0V_0}{2} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{4p_0V_0}{2} - \frac{3p_0V_0}{2} = 6p_0V_0$$

$$\Rightarrow Q_H = 3p_0V_0 + 6p_0V_0 = 9p_0V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{3p_0V_0}{9p_0V_0} = \frac{1}{3} = 33\% \quad \eta_2 = 20\%$$

$$\text{Ответ: } 3; \frac{4}{3}; 33\%; \eta_2 = 20\%$$



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 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!

1) Дано: r, R, Q, ϵ ; И-ти: $\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)$
 2) И-ти: ϵ_0

1) Т.к. диэлектрик поле вне себя не имеет и потенциал на бесконечности равен нулю, то в плоскости $\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$

Т.к. потенциал - функция непрерывная, то
 $\varphi(r) = \frac{kQ}{r}$; далее поле меняется по закону
 $E_g = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$$-\varphi(x) + \varphi(r) = E_g \cdot (x-r) \Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) - E_g \cdot (x-r)$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon x^2} (x-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \cdot 16}{\epsilon \cdot 9R^2} \left(\frac{3R}{4} - r\right)$$

2) $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\epsilon_0$; $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\epsilon_0$

~~$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\epsilon_0 = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot \frac{R}{9}$$

$$\frac{4R^2 \cdot \epsilon_0 \cdot 9}{3} - \frac{9kQ}{\epsilon R^2} = \frac{kQ}{\epsilon}$$~~

$$\frac{kQ}{r} = 14\epsilon_0;$$

Ответ: $\frac{kQ}{r} - \frac{kQ \cdot 16}{9\epsilon \cdot R^2} \left(\frac{3R}{4} - r\right)$

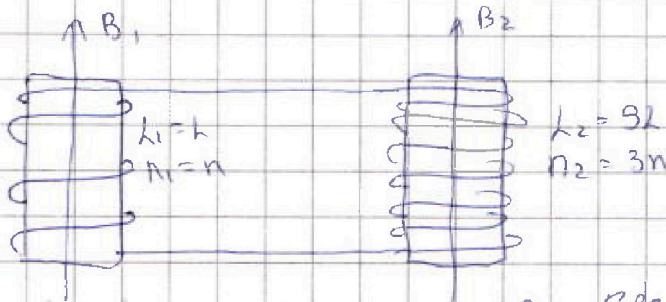


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!



1) $J_1' = ?$
2) $J = ?$
решение:

1) При уменьшении магнитного поля в первой катушке побит. катушка будет препятствовать увеличению тока т.е. $\mathcal{E}_i = -L \cdot J_1' = -J_1' L$

$$\Rightarrow J_1' = 9L$$

2) При уменьшении внешнего поля в 1 катушке побитая $\mathcal{E}_i = n S B_1'$ и во 2 катушке $\mathcal{E}_i = 3n S B_2'$, т.е. поле уменьшается то в цепи должна $\mathcal{E}_i = |\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_i|$ так же в обеих катушках будут побитые по правилу ЛЭР соединим

$$\begin{aligned} \Rightarrow \mathcal{E}_0 - L J' + 9L J' &= 10L J' \\ |3n S B_2' - n S B_1'| &= 10L J' \\ \Rightarrow |3n S \Delta B_2 - n S \Delta B_1| &= 10L J' \\ n S \left(3 \left(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) - (20/3 - B_0) \right) &= 10L J' \\ n S \left(\frac{B_0}{4} - B_0 - \frac{2B_0}{3} + B_0 \right) &= 10L J' \\ \frac{5n S B_0}{12} = 10L J' &\Rightarrow J' = \frac{n S B_0}{24L} \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{J_1'}{9L}$; $\frac{n S B_0}{24L}$



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!

$$\frac{AO}{SQ} = \frac{5r}{4h} \Rightarrow SQ = \frac{4}{5}r$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow S_{\text{ш}} &= \pi(SG^2 - SQ^2) = \pi(SG - SQ)(SQ + SG) = \\ &= \pi \cdot \left(\frac{5r}{4} - \frac{4r}{5} \right) \left(\frac{5r}{4} + \frac{4r}{5} \right) = \pi \cdot \frac{9r}{20} \cdot \frac{41r}{20} = \\ &= \pi \cdot 41 \cdot 9 \cdot \frac{1}{1000} = 3,681\pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow S_2 = S_{\text{ш}} + S_{\text{б}} = 38\pi + 3,681\pi = 42,681\pi$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 38\pi; S_2 = 42,681\pi$$

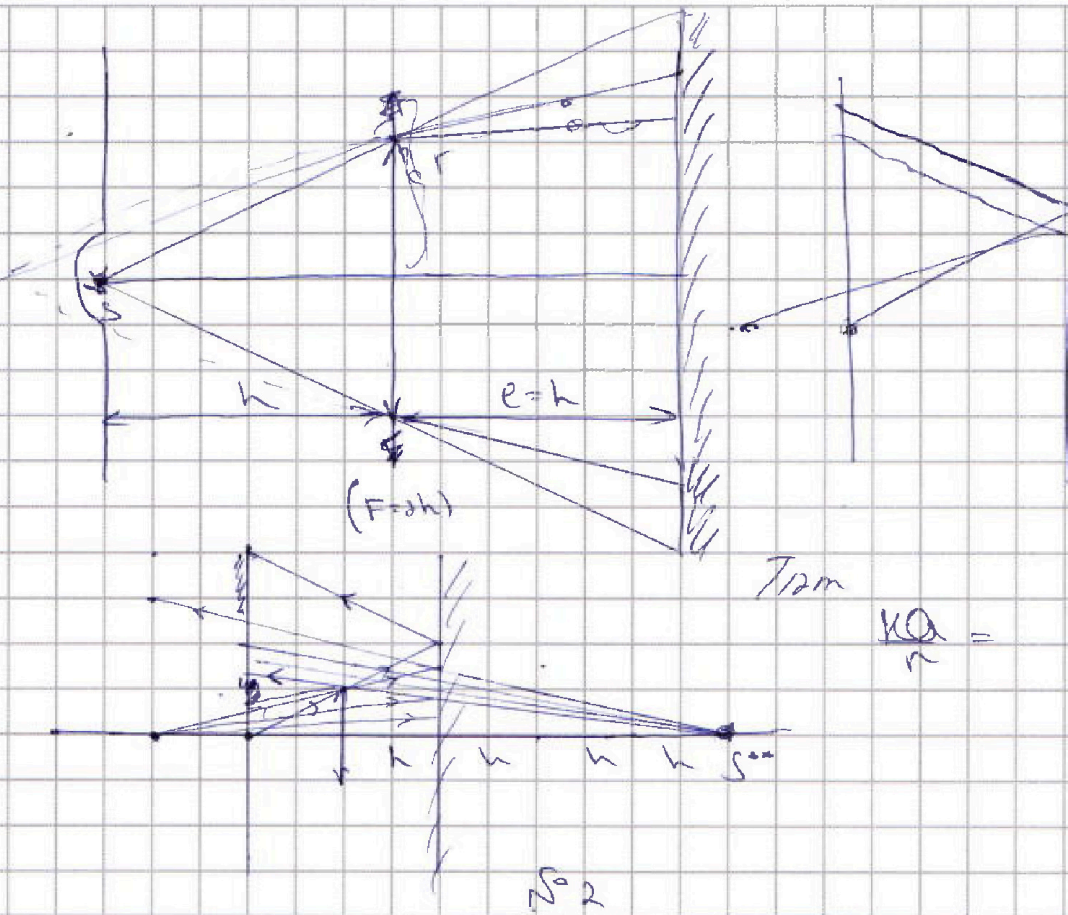


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

СТРАНИЦА
— ИЗ —

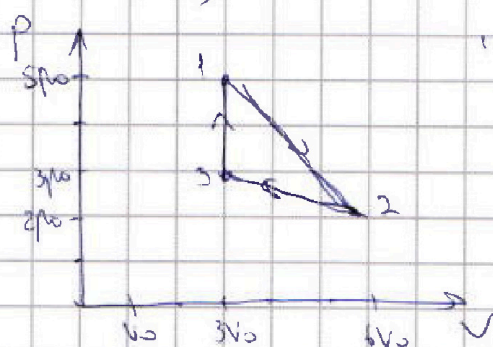
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$p_1 = 5p_0; \quad p_2 = 2p_0; \quad p_3 = 3p_0$$

$$V_1 = 3V_0; \quad V_2 = 6V_0; \quad V_3 = 3V_0$$

- 1) ΔU_{31} 2) T_2 3) ?



$$\Delta T = \frac{1}{2R} (p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

ΔU_2

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

1) II 3-и Ньютона для блока:

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

$$x_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$= mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{8g}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{8}{17} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{51 - 80}{85} \right) = mg \left(\frac{-29}{85} \right) = -\frac{29}{85} mg$$

2) II 3-и Ньютона для шара:

$$5m\vec{a}_2 = \vec{F}_{cu} + \vec{N}_{cu} + 5m\vec{g}$$

$$x_2: 5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_{cu} \rightarrow F_{cu} = 5mg \sin \alpha_2 - 5ma_2$$

$$F_{cu} = 5m \left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{29}{85} g \right) = 5mg \left(\frac{8 \cdot 5 - 29}{85} \right) = 40mg \cdot \frac{1}{85} = \frac{40}{85} mg = \frac{8}{17} mg$$

3) Т.к. цепи неподвижны по отношению друг к другу, то сумма сил действующих на вер. равна нулю

$$N \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_{cu} \sin \alpha_2 + F_{cx} = 0$$

$$N = mg \sin \alpha_1 / \cos \alpha_1; N_{cu} = 5mg \cos \alpha_2$$

$$mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - 5mg \cos \alpha_2 + F_{cx} = 0$$

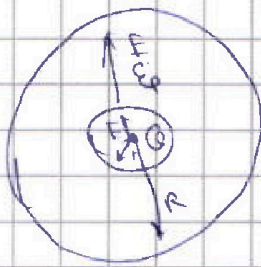


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



$$\epsilon_1 \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \epsilon_0 \varphi_0 \cdot 8$$

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

$$\varphi \cdot \epsilon_0 \Rightarrow \varphi = \varphi(r) = \frac{KQ}{r}$$

$$\vec{E} = -\text{grad}(\varphi) \Rightarrow \frac{KQ}{r^2}$$

$$E = \frac{KQ}{R^2} \cdot \frac{KQ}{x^2}$$

$$E_g = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = \int_A^B \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} dx = \frac{KQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_A} - \frac{1}{x_B} \right)$$

$$\Delta\varphi = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \Delta x$$

$$\varphi = \frac{KQ}{\epsilon_0 x} \Rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4KQ}{3\epsilon_0 R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3KQ}{\epsilon_0 R} = 3\varphi_0$$

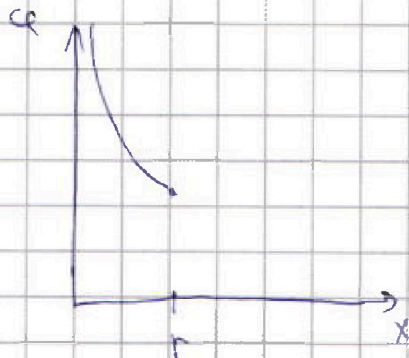
$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3KQ}{2\epsilon_0 R} = 5\varphi_0$$

$$\Delta\varphi = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2}$$

$$\varphi = \frac{KQ}{\epsilon_0 x} + \frac{KQ}{\epsilon_0 x} = \frac{KQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{3R} \right)$$

а) Потенциал не меняется равно



$$\varphi(r) = \frac{KQ}{r}$$

$$\Delta\varphi = E \Delta x$$

$$\varphi(x) - \varphi(r) = \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} \cdot (x - r)$$

$$\varphi(x) = \frac{KQ}{r} - \frac{KQ}{\epsilon_0 x^2} (x - r)$$



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!

