



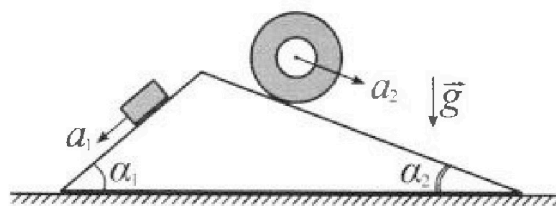
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

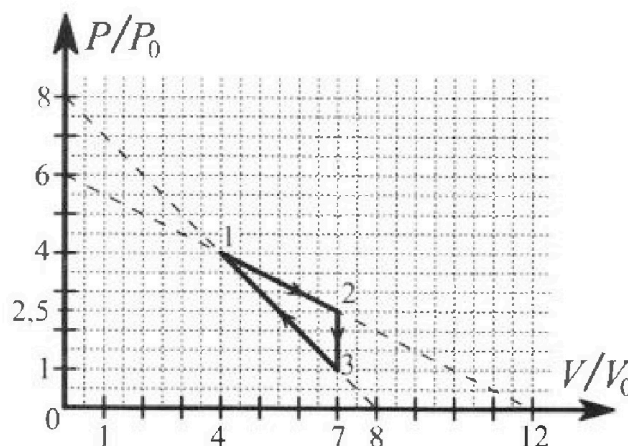


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

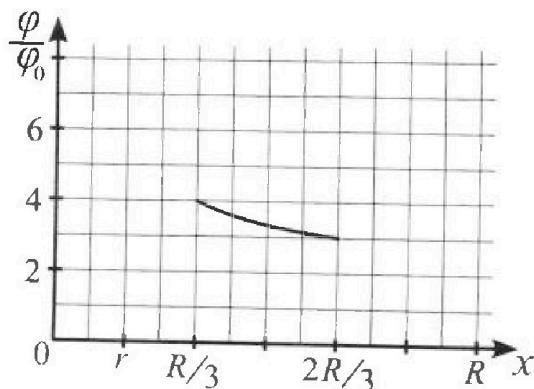
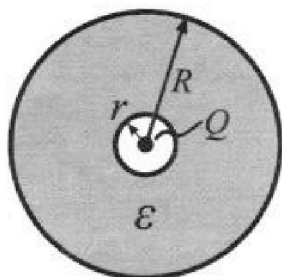
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



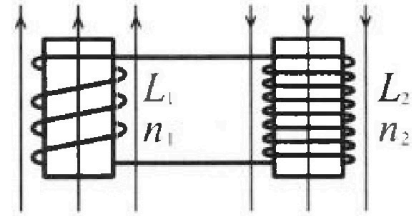
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

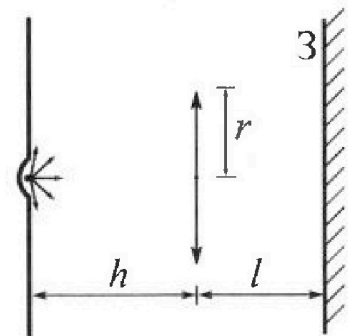


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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) и ачет 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. 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 γn , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

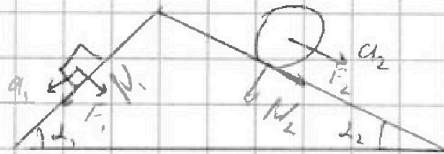


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Возьмем 2-й закон Ньютона для блока 1:

$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \rightarrow F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha - ma_1 =$$

$$= \frac{3}{5} mg - \frac{5}{13} mg = \frac{14}{65} mg$$

Для цилиндра возьмем уравнение вращательного движения: $\sum M = J \beta$, где J - момент инерции цилиндра

$J = \frac{1}{2} m r^2$, r - радиус цилиндра

β - угловое ускорение, $\beta = \frac{a_2}{r}$

$\sum M$ - сумма моментов действующих на цилиндр,

момент есть только у силы трения F_2

$$\frac{1}{2} m r^2 \cdot \frac{a_2}{r} = r F_2 \Leftrightarrow F_2 = \frac{1}{2} m a_2 = \frac{5}{6} mg$$

На цилиндр действуют силы $F_1; N_1; F_2; N_2$, N - сила нормальной реакции опоры

Сила трения между цилиндром и стержнем компенсирует горизонтальную составляющую суммы

всех сил, тогда $F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2$



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!

выражения N_1 и N_2 : $N_1 = mg \cos \alpha_1$; $N_2 = 4mg \cos \alpha_2$

$$F_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg - \frac{12}{25} mg + 4 \cdot \frac{60}{169} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{6} mg = \frac{11 \cdot 94}{169 \cdot 25} mg$$

$$F_3 = \frac{1034}{4225} mg$$

Ответы: 1) $\frac{14}{65} mg$; 2) $\frac{5}{6} mg$; 3) $\frac{1034}{4225} mg$



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!

П.к. эта машина имеет две прокладки 1-2, то е.

перемещение нагревателя соот. состоянию 2

Аналогичным образом, найдя вторую т. перемещение нагревателя в процессе 3-1

$$\begin{cases} p(V) = 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} - \frac{\epsilon}{V_0} \\ p'(V) = -\frac{p_0}{V_0} = -\frac{\gamma \epsilon}{V_0} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{V}{\gamma} = 8V_0 - V \Leftrightarrow V = \frac{8V_0 \gamma}{\gamma + 1} = 5V_0$$

$$p(5V_0) = 3p_0$$

Q_{11} - Q нагревателя, направленное в цикл

На участке 3-1 нагреватель совершает отрицательную работу $-A_{11} = \frac{3}{2} p_0 V_0$

Работа нагрев. за процесс 1-2 $A_{12} = \frac{15}{2} p_0 V_0$

Тогда $A_{101} = A_{11} + A_{12} = 4p_0 V_0$

$$\Delta U_{101} = \frac{\epsilon}{2} \gamma R \Delta T = \frac{\epsilon}{2} \Delta(pV) = \frac{\epsilon}{2} (4V_0 \cdot 2,5p_0 - 5V_0 \cdot 3p_0) = \frac{15}{4} p_0 V_0$$

$$Q_{101} = A_{101} + \Delta U_{101} = 15 \cdot \frac{3}{4} p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{101}}{Q_{101}} = \frac{15 \cdot \frac{3}{4} p_0 V_0}{15 \cdot \frac{3}{4} p_0 V_0} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{15 \cdot \frac{3}{4} p_0 V_0} = \frac{1}{5} = 20\%$$

Ответ: 1) 4 ; 2) $\frac{9}{8}$; 3) 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 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!

Работа газа А равна сумме выделенной

$$\text{циклам: } A = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 3p_0 - \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot \frac{3}{2}p_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Приращение энергии за цикл процесс 2-3: ΔU_{23}

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(p\nu) = \frac{3}{2} (7V_0 \cdot 2,5p_0 - 7V_0 \cdot p_0) = \frac{9}{4} \cdot 7p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A} = 9,4$$

Максимальная температура газа соответствует максимальной значению $p\nu$, т.к. $\frac{p\nu}{T} = \text{const}$

В процессе 1 выразим $p(V)$: $p(V) = 6p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0}$

$p(V)V = 6p_0 V - \frac{p_0 V^2}{2V_0}$ Эта парабола с максимумом в точке $V = 6V_0$, $p = 3p_0$

$$T_{\max} = \frac{p\nu}{\nu R} = \frac{18p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{В соот. 1: } T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{4V_0 \cdot 4p_0}{\nu R} = \frac{16p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Найдем γ переключением термодинамического уравнения $\gamma = \frac{5}{3}$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\gamma} &= 6p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0} \\ -\frac{1}{\gamma^2} &= -\frac{p_0}{2V_0} \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{V}{\gamma} = 12V_0 - V \Rightarrow V = 12V_0 \cdot \frac{\gamma}{\gamma+1} = 4,5V_0$$

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
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!

Для начала рассмотрим электрическое $E(x)$ в диэлектрической сфере и вне его

$$E(x) = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2}, & r \leq R \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}, & x \geq R \end{cases}$$

Известно, что $\varphi = \int_k^{\infty} E(x) dx$, где k - точка нулевого потенциала, в нашем случае:

$$\varphi(x) = \int_{\infty}^x E(r) dr, \text{ т.к. } x \text{ лежит в сфере, то}$$

$$\varphi(x) = \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr + \int_R^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} dr$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} \Big|_{\infty}^R + \frac{1}{\epsilon r} \Big|_R^x \right) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

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

$$\varphi\left(\frac{R}{\epsilon}\right) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R} (3\epsilon + \epsilon)$$

Пусть k - точка нулевого потенциала φ_0

$$\varphi_0 = \varphi(k) = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 k}, \text{ тогда:}$$

$$\varphi(x) = \frac{\varphi_0 k}{\epsilon x} + \frac{\varphi_0 k}{\epsilon R} (\epsilon - 1)$$

$$\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{k}{\epsilon x} + \frac{k}{\epsilon R} (\epsilon - 1)$$



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
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!

Представим значения $x = \frac{R}{\varepsilon}$ и $x = \frac{2R}{3}$ в ранее
полученную формулу:

$$\begin{cases} 4 = \frac{2k}{\varepsilon R} + \frac{k}{R} \\ 3 = \frac{k}{2\varepsilon R} + \frac{k}{3} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{4}{3} = \frac{(2+\varepsilon)}{\frac{1+2\varepsilon}{2}} \Leftrightarrow \frac{2+\varepsilon}{1+2\varepsilon} = \frac{2}{3}$$

$$6+3\varepsilon = 2+4\varepsilon \Leftrightarrow \varepsilon = 4$$

Ответ: 1) $\frac{-Q}{4\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon R}} (3+\varepsilon)$; 2) $\varepsilon = 4$



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!

Полный поток магнитной поле через катушку

$$\text{кз } 1. \Phi = nSB$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = nS \frac{dB}{dt} = nSL$$

$$y = \frac{nSL}{L} = \text{const}, \text{ значит скорости изменения}$$

равно 0

При изменении поля в разном направлении, так будет идти в разном направлении.

Так через катушку \mathcal{E} представляем как суперпозицию токов \mathcal{I}_1 и \mathcal{I}_2 создаваемую катушками 1 и 2 соот.

$$\mathcal{I}_1 = \frac{nS}{L} \frac{dB_1}{dt} \quad \mathcal{I}_2 = \frac{2nS}{2L} \frac{dB_2}{dt}$$

Вдоль q - заряд, прошедший через катушки.

$$q = \int_0^t \mathcal{I}(t) dt = -\frac{nS}{L} \int_0^t dB_1 + \frac{2nS}{2L} \int_0^t dB_2 = -\frac{nS}{L} \Delta B_1 + \frac{2nS}{2L} \Delta B_2$$

$$q = -\frac{nS}{L} \frac{B_0}{2} + \frac{nS}{L} \frac{2B_0}{2} = \frac{nS}{L} B_0$$

$$\tau = \text{время изменения индукции} \quad \mathcal{I} = \frac{q}{\tau} = \frac{nSB_0}{6L\tau}$$

Ответ: 1) 0 ; 2) $\frac{nSB_0}{6L\tau}$

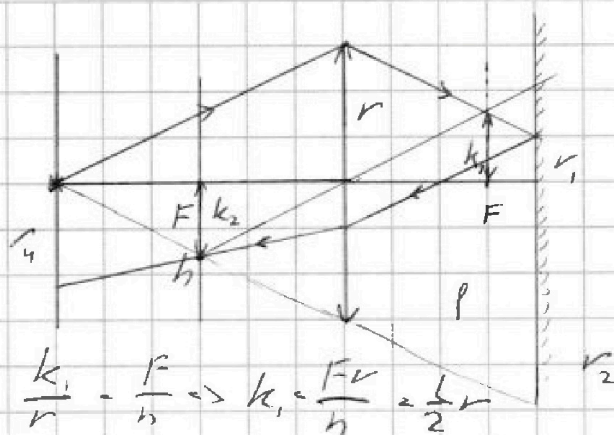
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Длина отрезка k_1
 r_1 - радиус темной части
после фокусировки линзы

$$\frac{k_1}{r} = \frac{F}{h} \Rightarrow k_1 = \frac{F \cdot r}{h} = \frac{1}{2} r$$

$$\frac{r - k_1}{r - r_1} = \frac{F}{f} \Leftrightarrow \frac{0,5r}{r - 0,5r} = \frac{3}{4} \Rightarrow r = 3r_1 \Rightarrow r_1 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

внешний

Внешний радиус r_2 - безугловой радиус темной части

$$\frac{r_2}{r} = \frac{h + l}{h} \Rightarrow r_2 = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$

Площадь освещенной части $S_1 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi \cdot 24 \text{ см}^2$

Внешний радиус темной части на том же расстоянии:

$$r_3 = 2r_2 = 10 \text{ см}$$

$$k_1 = k_2 = \frac{r}{2} \quad \text{из подобия } \Delta \quad \frac{r_4 - k_2}{r_4 - r_1} = \frac{F}{h} = \frac{1}{2}$$

$$2r_4 - 2k_2 = r_4 - r_1 \Rightarrow r_4 = 2k_2 - r_1 = r - r_1 = 2 \text{ см}$$

Площадь освещенной части: $\pi (r_3^2 - r_4^2) = \pi \cdot 96 \text{ см}^2$

Ответ: 1) 24π , 2) 96π



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!

$$q_1 = \frac{L \mu S B_0}{2}$$
$$q_2 = \frac{2 \mu S B_0}{L} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3} \frac{\mu S B_0}{L}$$
$$\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3} \frac{\mu S B_0}{L} = 2q$$
$$q = \frac{2q}{2} = \frac{\mu S B_0}{L}$$



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
___ 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!

$$\varphi\left(\frac{R}{\varepsilon}\right) = \frac{-Q}{4\sqrt{\varepsilon_0} \varepsilon R} (4 + \varepsilon - 1)$$

$$\frac{-4Q}{4\sqrt{\varepsilon_0} \varepsilon R} = \frac{-Q}{4\sqrt{\varepsilon_0} \varepsilon R} - \frac{-Q\varepsilon}{4\sqrt{\varepsilon_0} \varepsilon R}$$

$$\rho(x) = \frac{-Q}{4\sqrt{\varepsilon_0} \varepsilon} \left(\frac{1}{2x} + \frac{\varepsilon - 1}{R} \right)$$

$$\frac{3k}{\varepsilon R} + \frac{k}{\varepsilon R} - \frac{k}{\varepsilon R} = 4$$

$$\frac{k}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right) = 4 \Rightarrow \frac{2k}{\varepsilon R} = \frac{k}{R} = 4$$

$$\frac{3k}{2\varepsilon R} + \frac{k}{R} - \frac{k}{\varepsilon R} = 3 \Rightarrow \frac{k}{2\varepsilon R} + \frac{k}{R} = 3$$

$$\frac{k}{2\varepsilon R} + \frac{k}{R} = 3$$

$$\frac{k}{R} \left(\frac{1}{2\varepsilon} + 1 \right) = 3$$

$$\frac{2 + \varepsilon}{\varepsilon} : \frac{1 + 2\varepsilon}{2\varepsilon} = 4 : 3$$

$$\frac{2 + \varepsilon}{1 + 2\varepsilon} = \frac{2}{3}$$

$$6 + 3\varepsilon = 2 + 4\varepsilon$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\left(\frac{R}{\varepsilon} \right) = \frac{R}{4}$$

1 кВ

300 - 500 < 200

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

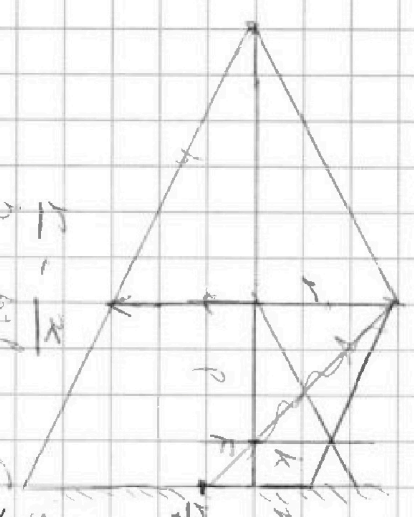
Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4

Q351 = 1/4



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!

$$3 \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2} \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2} \quad \forall x \leq R$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \int_a^x \frac{1}{x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x} \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x^2} \quad \begin{matrix} x > R \\ x < R \end{matrix}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x} \rightarrow \varphi \cdot x = \text{const} \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\infty}^x E(r) dr$$

$$\varphi\left(\frac{R}{\epsilon}\right) = \frac{4Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x R} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0\epsilon_0 R}$$

$$\varphi = \int_{R/x}^R E(r) dr = \int_{R/x}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} dr$$

$$\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \quad \varphi(x) = \frac{\varphi_0 R}{x}$$

$$\mu = m v^2$$

$$a_2 = \beta R$$

$$\beta = \frac{F_{\text{mp}} R}{\mu}$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha - F_{\text{mp}}$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \frac{F_{\text{mp}}}{m}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \quad \mu = \frac{F_{\text{mp}}}{4\pi R} \quad a_2 = \frac{F_{\text{mp}}}{4\pi \mu}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{\epsilon}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) F_{\text{mp}} = g \sin \alpha - m a_1 \quad \left|\frac{5g}{5} - \frac{5g}{5}\right| m$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \quad F_{\text{mp}} = \frac{24}{65} g m$$

$$\varphi = \frac{\varphi_0 R}{\epsilon x} + \frac{\varphi_0 R}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) F_{\text{mp}} = 4 m a_2 = \frac{20}{24} g$$

$$\frac{\varphi_0 R}{\epsilon x} + \frac{\varphi_0 R}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = 1 = \frac{5R}{\epsilon R} - \frac{3R}{2\epsilon R} = \frac{3R}{2\epsilon R}$$

$$\frac{R}{\epsilon} = \frac{2R}{3\epsilon}$$



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!

$$a, m = mg \sin \alpha = F_{\text{сп1}}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = L\dot{\varphi}$$



$$N_1 = mg \cos \alpha L$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha L$$

$$N_1 = mg$$

$$L\dot{\varphi} = \dot{\Phi}$$

$$F_1 \cos \alpha = N_1 \sin \alpha = F_2 \cos \alpha - N_2 \sin \alpha$$

$$F_1 = \frac{\dot{\Phi}}{L} = F_1 \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha = F_2 \cos \alpha - 4mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$L\dot{\varphi} = \frac{d\Phi}{dt} = S \frac{dR}{dt} = S \dot{R}$$

$$F_1 = \frac{48 \cdot R}{25 \cdot R^2} = 12 \cdot R^{-2} = 25 \cdot 4 - 60 = 10 - 25 \cdot R$$

$$y = \frac{m \Delta S}{L}$$

$$12 \cdot R (4 - R)$$

$$25 \cdot (240 - 130)$$

$$25 \cdot 110$$

$$12 \cdot R \cdot (-11)$$

$$y(1) = 0$$

$$11 (250 - 12 \cdot R) = 11 \cdot 94$$

$$R^2 \cdot 25$$

$$144 + 12$$

$$156$$

$$55$$

$$4225$$

$$\frac{R}{R^2} = \frac{7k}{4R} = \frac{k(8-1)}{2R}$$

$$= \frac{7k}{4R}$$

$$940 \approx 94$$

$$\frac{140}{4} = 35$$

$$y = \frac{2k}{4R} + \frac{k}{R}$$

$$= \frac{1036}{4225}$$

$$4000 + 225$$

$$y = \frac{6k}{7k}$$



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!

$$A_{\text{мощ}} = 9\rho_0 v_0 - \frac{1}{2} \cdot 3v_0 \cdot \rho_0 - \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot 1,5\rho_0$$

$$\frac{9}{2}\rho_0 v_0 - \frac{9}{4}\rho_0 v_0 = \frac{9}{4}\rho_0 v_0 = A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \rho R \Delta T = \frac{3}{2} (4 \cdot 2,5 \rho_0 v_0 - 4 \cdot 1 \rho_0 v_0) = \frac{9}{4} \cdot 4 \rho_0 v_0$$

$$\rho R \Delta T = \rho_0 v_0$$

$$A_{12} = 5v_0 \cdot \frac{5}{2}\rho_0 = \frac{25}{2}\rho_0 v_0$$

$$\frac{\Delta U}{A} = 4$$

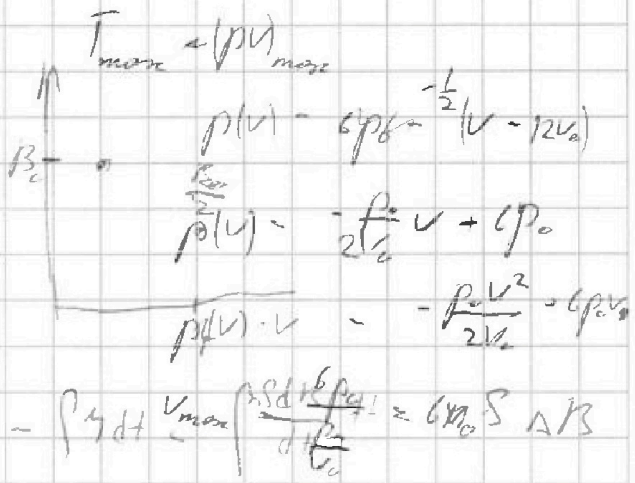
$$T_1 = \frac{16\rho_0 v_0}{JR}$$

$$A_n = \frac{4+3}{2}\rho_0 v_0 = \frac{7}{2}\rho_0 v_0$$

$$T_{\text{max}} = \frac{18\rho_0 v_0}{\rho R}$$

$$A_{\text{max}} = 4\rho_0 v_0$$

$$\frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$



$$\frac{d(pS)}{dt} = S \cdot \frac{dp}{dt} = \xi = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot 3v$$

$$14 + 5,5 = 14,5$$

$$v = \frac{12v_0}{\gamma + 1} \cdot \gamma$$

$$\frac{\gamma}{\gamma + 1} = \frac{5}{8} \rho v \gamma$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{\gamma \rho_0}$$

$$\rho = \rho_0 - \frac{\rho_0 v}{2v_0}$$

$$v = 14,5v_0$$

$$\rho(v) = \frac{\gamma \rho_0}{\gamma + 1} = -\frac{\rho_0}{2v_0}$$

$$\frac{\rho}{\gamma} = \rho_0 - \frac{\rho_0 v}{2v_0}$$

$$\frac{-\gamma \rho_0}{\gamma + 1} = -\frac{\rho_0}{2v_0}$$

$$\frac{v}{\gamma} = 12v_0 - v$$



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
<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!

