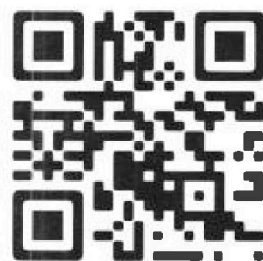




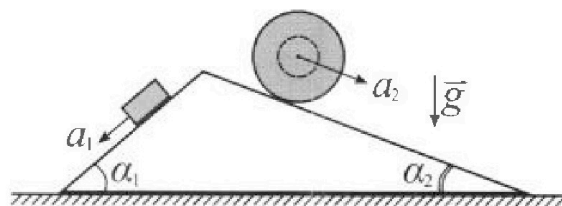
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (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.

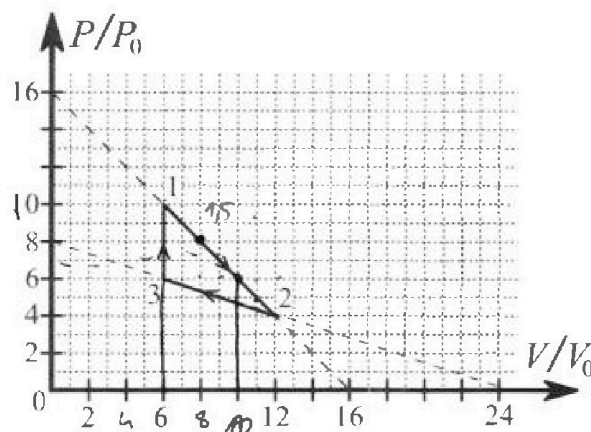


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

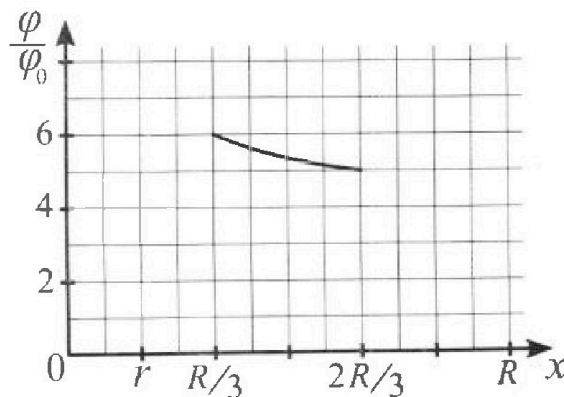
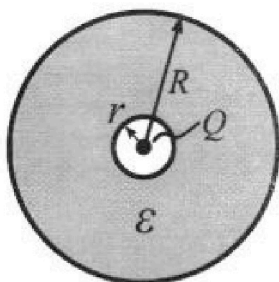
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3. ✓✓
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



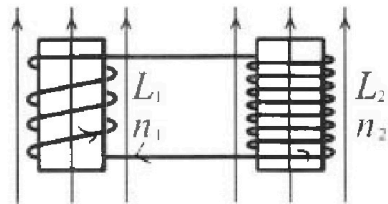
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

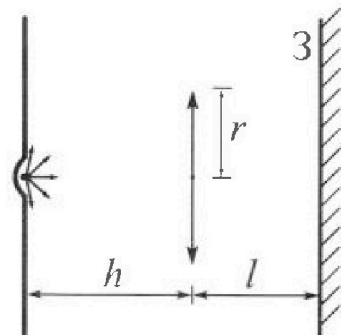


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 $[\text{см}^2]$ 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!

№1.

1) II 3-й Ньютона:

$$ma_1 = mg \cdot \cos(90^\circ - \alpha_1) - F_1$$

$$ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = (ma_1 - mg \sin \alpha_1) = \frac{mg}{5} \left(\frac{5}{12} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{25}{85} - \frac{51}{85} \right) = \frac{26}{85} mg = \frac{26}{85} mg$$

2) II 8-й Н.

$$m_2 a_2 = m_2 g \cdot \sin \alpha_2 - F_2, \rightarrow F_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 a_2$$

$$\frac{9m}{4} \cdot \frac{8}{25} = \frac{9m}{4} \cdot g \cdot \frac{8}{17} - F_2$$

$$F_2 = \frac{-29mg}{5} + \frac{18mg}{17} = mg \left(\frac{-48}{17} - \frac{2}{5} \right) = mg \left(\frac{51}{51} - \frac{41}{51} \right) = mg \frac{20}{51}$$

$$F_2 = \frac{20mg}{51}$$

3) $\vec{F}_{1x} \cdot \cos \alpha_1 + \vec{F}_{2x} \cdot \cos \alpha_2 = \vec{F}_x$

$$-F_1 \cdot \frac{4}{5} + F_2 \cdot \frac{25}{17} = F_x = \frac{26}{85} mg \cdot \frac{-4}{5} + mg \cdot \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= mg \frac{-10 \cdot 8}{17 \cdot 25} + mg \frac{4 \cdot 5 \cdot 8}{17 \cdot 51} = mg \left(\frac{4}{17} \left(-\frac{26}{25} + \frac{25}{17} \right) \right) = mg \frac{4 \cdot 928}{17 \cdot 25}$$

$$F_3 = F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 = \left(\frac{26}{85} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20}{51} \cdot \frac{8}{17} \right) mg$$

$$F_3^2 = F_x^2 + F_y^2 = mg \left(\right)$$



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.

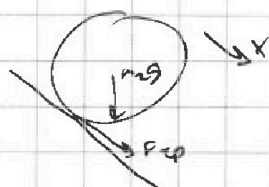
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

N1. 2).



IV 3. И.:

не заштриховано.

$$m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 + F_2$$

$$\Rightarrow F_2 = m_2 a_2 - m_2 g \sin \alpha_2$$

$$= \frac{2g}{22} \cdot \frac{9m}{5} - \frac{9m \cdot g}{5} \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{2mg}{5} - \frac{13}{17} mg = mg \left(\frac{2}{5} - \frac{13}{17} \right) = -\frac{20}{85} mg.$$

$$F_2 = \frac{20}{85} mg$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{20}{85} mg.$$

$$F_2 = 0 \text{ для } \text{прямой } \text{горизонтальной}$$

II 2-й Косинус

$$2) m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 + F_2$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{20}{85} mg.$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85} mg$

2) $F_2 = \frac{20}{85} mg.$

$$3). F_3^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2) \cdot F_1 \cdot F_2$$

Ответ:

$$1. F_1 = \frac{26}{85} mg$$

$$2. F_2 = \frac{20}{85} mg$$



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!

1. $A_4 = S_A = 4\rho_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 12\rho_0 V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JRT = \frac{3}{2} J R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} J R \left(\frac{40-60}{V_R} \right) \rho_0 V_0 = -12\rho_0 V_0$

уп-ие энергии:

1. $JRT_1 = 10\rho_0 \cdot 6V_0$

$T_1 = \frac{60\rho_0 V_0}{J R}$

2. $JRT_2 = 4\rho_0 \cdot 12V_0$

$T_2 = \frac{48\rho_0 V_0}{J R}$

3. $JRT_3 = 6\rho_0 \cdot 6V_0$

$T_3 = \frac{36\rho_0 V_0}{J R}$

$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{12}|}{A_4} = \frac{12\rho_0 V_0}{12\rho_0 V_0} = 1,5$

2.) $\text{уп-ие энергии 1-2: } p = -V \frac{p_0}{V_0} + 16\rho_0 \text{ (из графика)}$

$pV = JRT \Rightarrow T = \frac{pV}{J R}$
 $T = \frac{(-V \frac{p_0}{V_0} + 16\rho_0) \cdot V}{J R} \Rightarrow J R = \text{const} \Rightarrow$

$\left(\frac{T}{J R} \right)'_V = -2V \frac{p_0}{V_0} + 16\rho_0 = 0 \Rightarrow V = 8V_0 \Rightarrow p = 8\rho_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{64\rho_0 V_0}{J R}$

$\Rightarrow \eta = \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64\rho_0 V_0}{36\rho_0 V_0} = \frac{16}{9}$

3.) $\eta = \frac{A_4}{Q_{\text{heat}}}$

$\rightarrow Q_{\text{heat}} = Q_{31} + Q_{1-2, \text{max}}$

$Q_{\text{heat}} = Q_{31} = A_{31} + \frac{3}{2} J R \Delta T_{31} = 0 + \frac{3}{2} J R \cdot 24\rho_0 V_0 = 36\rho_0 V_0$

$Q_{\text{heat}} = A_{\text{max}} + \frac{3}{2} J R \Delta T_{\text{max}}$

то $Q_{1-2, \text{max}}$ - это Q_{1-2} на графике до $T_{\max}$.

$\delta Q = \delta A + \delta U > 0$
 $p dV + V dp > 0$

$A_{\text{max}} = 10\rho_0 V_0$

3.) $\eta = \frac{A_4}{Q_{\text{heat}}}$

найдём τ - окончание процесса 1-2:

$\delta Q = \delta A + \delta U = p dV + \frac{3}{2} J R dp = \frac{5}{2} p dV + V dp \cdot \frac{3}{2} > 0$

$J R dp = p dV + V dp \rightarrow$

$5p dV + 3V dp > 0$

$5(-V \frac{p_0}{V_0} + 16\rho_0) + 3V \frac{dp}{dV} > 0$

$-5V \frac{p_0}{V_0} + 80\rho_0 + 3V(-\frac{p_0}{V_0}) > 0$

$-8V \frac{p_0}{V_0} > -80\rho_0 \Rightarrow 8V/V_0 < 80$

$V < 10V_0$

$V_{\text{ок}} = 10V_0$

$p_{\text{ок}} = 6\rho_0$

Сравним 1 и 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!

№2 Т. окончательн.

$$\begin{aligned}
 V_{ac} &= 10V_0 & p_{ex} &= 6p_0 \Rightarrow Q_{medb} = Q_{31} + Q_{1-7} \\
 \Rightarrow \tau_{ac} &= \frac{60p_0V_0}{JR} & Q_{31} &= A_{31} + \frac{3}{2}JR\Delta z_{31} = 0 + 36p_0V_0 = 36p_0V_0 \\
 & & Q_{1-7} &= A_{1-7} + \frac{3}{2}JR\Delta z = \\
 & & &= \frac{10+6}{2} \cdot p_0 \cdot nV_0 + \frac{3}{2}JR \left(\frac{60p_0V_0}{JR} - \frac{60p_0V_0}{JR} \right) = \\
 & & &= 32p_0V_0 \\
 \Rightarrow \eta &= \frac{A_{31}}{Q_{31} + Q_{1-7}} = \frac{12p_0V_0}{36p_0V_0 + 32p_0V_0} = \frac{12}{68} = \boxed{\frac{3}{17}}
 \end{aligned}$$

Ответы: 1.) 1,5
2.) $n = \frac{16}{9}$
3.) $\eta = \frac{3}{17}$.

Зеркала 2 и 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!

№3. из графика:

$$\varphi_{\text{вн}} = \left(\frac{R}{3}; 6\varphi_0 \right) \quad \left(\frac{2R}{3}; 5\varphi_0 \right) \quad \text{и} \quad r = \frac{R}{6}$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 6\varphi_0$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 5\varphi_0$$

$$\text{век. уг. н.т.: } \varphi_x = \frac{kQ}{r} + \frac{ekQ}{x-r} \Rightarrow \left(\frac{1}{\frac{R}{3}} - \frac{1}{\frac{R}{6}} \right) ekQ = \Delta\varphi = \varphi_0$$

$$\begin{cases} 6\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{ekQ}{R} \\ 5\varphi_0 = \frac{4kQ}{R} + \frac{ekQ}{R} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{ekQ}{R}$$

$$\hookrightarrow 5 \left(\frac{kQ}{R} + \frac{ekQ}{R} \right) = \frac{4kQ}{R} + \frac{ekQ}{R}$$

$$5 + 5e = 4 + e$$

$$3e = 1$$

$$\left(e = \frac{1}{3} \right)$$

$$\text{Ответы: 1.) } \varphi_x = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{e}{x-r} \right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{e}{\frac{R}{3} - r} \right)$$

$$2.) \quad e = \frac{1}{3}$$



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
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

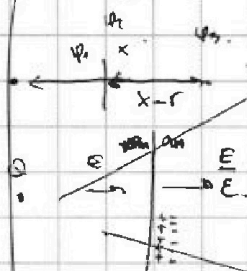
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

30. $E = \frac{kQ}{R^2} \Rightarrow E_{rp} = \frac{kQ}{r^2}$ — напряженность на границе:

$\Rightarrow$ при переносе в форму с диэлектриком:

$E_{вн} = \frac{E_{rp}}{\epsilon} \Rightarrow \cancel{\frac{kQ}{\epsilon r^2}} \quad \cancel{\frac{kQ}{\epsilon R^2}}$



$\Rightarrow$ скачок напряженности! $E_{вн} = \frac{E(1 - \frac{1}{\epsilon})}{2}$

$E = \frac{kQ}{R^2}$ — внутри $R < r$; ~~$E = \frac{kQ\epsilon}{R^2}$~~ $R > r$:

$\Rightarrow \varphi_x = \frac{kQ}{R}$

Воспользуемся с R углом симметрии r к z. O:

г. Гаусса: $\varphi = \frac{E}{\epsilon} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q_{вп}}{\epsilon_0} \Rightarrow q_{вп} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{E} 4\pi r^2 = \frac{\epsilon r^2}{kE}$

$\Rightarrow \varphi_x = \frac{k q_{вп}}{x} = \frac{k}{x} \cdot \frac{\epsilon r^2}{kE} = \frac{\epsilon r^2}{xE}$ где $E = \frac{kQ}{r^2}$

$\varphi_x = \frac{kQ}{xE} = \frac{12 kQ}{11 R^2}$

1). $E_r = \frac{kQ}{R^2}$ при $R < r \Rightarrow \cancel{\frac{kQ}{R^2}} E_r = \frac{\epsilon kQ}{R^2}$ $R > r$.

$\varphi_{rp} = \frac{kQ}{r}$ $d\varphi = E_r \cdot (x-r) = \frac{\epsilon kQ}{x-r}$

$\varphi_x = \varphi_{rp} + \Delta\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{\epsilon kQ}{x-r} = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{\epsilon}{x-r} \right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{\epsilon}{\frac{11}{12}R-r} \right) =$

$= kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{12\epsilon}{11R-12r} \right) = \frac{kQ}{r} \cdot \frac{11R+12\epsilon r+12\epsilon r}{11R-12r}$

$\varphi_x = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{\epsilon}{\frac{11}{12}R-r} \right)$



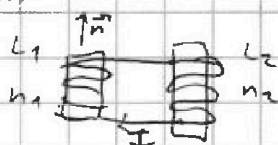
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Вн.



$$R \rightarrow 0 \Rightarrow \Phi = \text{const.}$$

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

поиск самоиндукции:

$$\Phi_1 = L_1 I = L I \cdot n = L I n$$

$$\Phi_2 = -L_2 \cdot I = -\frac{9L}{4} I \cdot \frac{3n}{2} = -\frac{27}{8} L I n$$

При этом ток идет влево:

$$\Phi_0 = \Phi_{10} + \Phi_{20} = B \cdot n_1 S - B \cdot n_2 S = B S (n - \frac{3n}{2}) = -\frac{n}{2} B S$$

$$\Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{13}{8} L I n$$

$$1) \text{ в любой момент времени: } \Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{13}{8} L I n + L I n = -\frac{5}{8} L I n$$

$$d\Phi = d\Phi_1 = dB \cdot S n = -\alpha dt S n$$

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha$$

б. т.к. $\Phi = \text{const} \Rightarrow d\Phi = 0$ — компенсирует $d\Phi$ самоиндукции.

$$d\Phi = -\frac{13}{8} L n dI$$

$$-\alpha dt S n = -\frac{13}{8} L n dI \Rightarrow \alpha dt S = \frac{13}{8} L dI$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S \cdot 8}{13 L} = \frac{8}{13} \frac{\alpha S}{L}$$

$$2) \Delta \Phi_1 = \Delta B \cdot S \cdot n_1 = \frac{B_0}{4} \cdot S \cdot n$$

$$\Delta \Phi_2 = \Delta B \cdot S \cdot n_2 = \left(4B_0 - \frac{8B_0}{3}\right) S \cdot \frac{3n}{2} = \frac{4B_0}{3} \cdot \frac{3n}{2} \cdot S = 2B_0 S n$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi_{\text{сум}} = \Delta \Phi_1 - \Delta \Phi_2 = -\frac{7}{4} B_0 S n \rightarrow \text{сумм. } d\Phi \text{ самоиндукции}$$

$$-\frac{7}{4} B_0 S n = -\frac{13}{8} L I n$$

$$14 B_0 S = 13 L I \Rightarrow I = \frac{14 B_0 S}{13 L}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{8}{13} \frac{\alpha S}{L}$

2) $I = \frac{14 B_0 S}{13 L}$



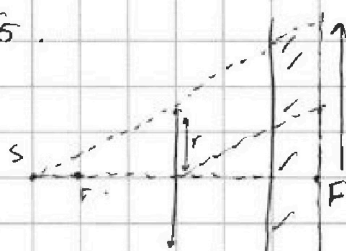
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

№5.



$$1) l = \frac{h}{2} < r = \frac{2h}{3}$$

$$\text{tg } \varphi_{\text{кр}} = \frac{r}{h} \Rightarrow R \text{ "наугнет" :}$$

$$R = \text{tg } \varphi_{\text{кр}} \cdot (h + l) = \frac{r}{h} \cdot (h + \frac{h}{2}) =$$

$$= \frac{r}{h} \cdot \frac{3h}{2} = \frac{3}{2} r = 6 \text{ см.}$$

$$h(F) = \text{tg } \varphi_{\text{кр}} \cdot F = \frac{2h}{3} \cdot \frac{r}{h} = \frac{2}{3} r = 4 \cdot \frac{3}{5} \text{ см}$$

$\Rightarrow S_{\text{об}} - \text{внешняя "наугнет"}$

$$S_{\text{об}} = h_{F1}^2 \cdot \pi$$

$$\Rightarrow S_{\text{об}} \text{ зря} = \pi R^2 - \pi h_{F1}^2 = \pi (36 - \frac{64}{9}) =$$

$$= \pi (\frac{36 \cdot 9 - 64}{9}) = 4\pi (\frac{3 \cdot 9 - 4}{9}) = 4\pi \frac{65}{9} = \pi \cdot \frac{260}{9}$$

~~$\Rightarrow S_{\text{об}} \text{ зря} = 2\ell$ (гипотенуза)~~

$$h_{\text{наугнет}} \text{ по } r \text{ и } h_{F1} = H$$

$$h_{F1} = \frac{8}{3} \text{ см.} \Rightarrow h_{\text{наугнет}} \text{ зря}$$

$$h_{n,1} = \left(\frac{r - h_{F1}}{F} \cdot \ell \right) + r = r - \frac{\frac{1}{3}r}{\frac{2h}{3}} \cdot \frac{h}{2} = r - \frac{r}{4} = \frac{3r}{4} = \frac{9}{5}$$

$$S_{\text{об}} = h_{n,1}^2 \cdot \pi = \frac{81}{25} \pi \cdot 3\pi$$

$$\Rightarrow S_{\text{об}} = \pi R^2 - \pi h_{n,1}^2 = \pi (36 - 9) = 27\pi$$

$$1) |x_1| = 27$$

$$2) h_{\text{наугнет}} \text{ по } h_{F1} = h_{n,1} = r - \frac{r - h_{F1}}{F} \cdot 2\ell = r - \frac{\frac{1}{3}r}{\frac{2h}{3}} \cdot h = \frac{r}{2} = 2 \text{ см.}$$

$$h_{\text{прямая}} 2 \text{ (наугнет)} : \frac{r}{2} = \frac{h_{F2}}{2h_{F1}} \Rightarrow h_{F2} = \frac{r}{3} = \frac{4}{3} \text{ см.}$$

$$\triangle A'KE \sim \triangle ASD \sim \triangle EXD$$



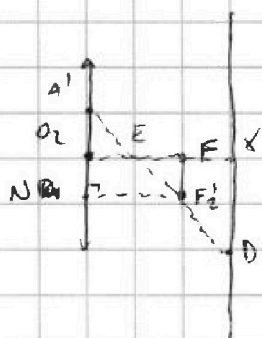
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$FF_2' = h \cdot \frac{r}{2} = \frac{r}{3}. \quad OA' = \frac{r}{2}. \quad O_2E = F.$$

$$\frac{O_2E}{NF_2'} = \frac{O_2A'}{NA'} \Rightarrow O_2E = \frac{NF_2' \cdot O_2A'}{NA'} = \frac{F \cdot \frac{r}{2}}{\frac{5r}{6}} = \frac{\frac{3h}{3} \cdot \frac{r}{2}}{\frac{5r}{6}} = \frac{2hr}{5r} = \frac{2h}{5}.$$

$$\Rightarrow EX = \frac{2h}{5}.$$

$$\triangle EXD \sim \triangle O_2A' \Rightarrow \frac{EX}{O_2E} = \frac{XD}{O_2A'} \Rightarrow XD = \frac{O_2A'}{O_2E} \cdot EX \Rightarrow$$

$$XD = \frac{\frac{r}{2} \cdot \frac{3h}{5}}{\frac{2h}{5}} = \frac{r}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{4}r = 3 \text{ см.}$$

$$\Rightarrow S_{\text{нач.об.}} = S_{\text{об.кр.}} - S_{\text{об.}} = S_{\text{нач.об.кр.}} - S_{\text{об.кр.}} = \pi \cdot (2R)^2 - \pi \cdot (2r)^2 =$$

$$= \pi (144 - 9) = \pi \cdot 135.$$

$$\text{Ответ: 1) } x_1 = 27.$$

$$2) x_2 = 135.$$

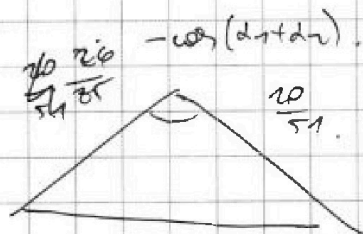


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E_3 = \left(\frac{26}{85}\right)^2 + \left(\frac{5.5}{17.3}\right)^2 - \frac{26 \cdot 5.5}{17.3 \cdot 85} \cdot (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_2)$$

$$\left(\frac{2.13}{5.17}\right)^2 + \left(\frac{5.5}{17.3}\right)^2 -$$

$$\frac{25}{17} \cdot \frac{26}{25} = \frac{25^2 - 26 \cdot 17}{17 \cdot 25} = \frac{625 - 442}{17 \cdot 25} =$$

$$\frac{183}{17 \cdot 25} = \frac{323}{17 \cdot 25}$$

$$\frac{26}{85} \cdot \frac{3}{5} +$$

$$\frac{26 \cdot 3}{17 \cdot 25} + \frac{20 \cdot 8}{17 \cdot 5} = \frac{26 \cdot 3 \cdot 173 + 160 \cdot 25}{17 \cdot 25}$$





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!

$$\sqrt{2}. 1) A_{12} = S_D = 4p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 12p_0V_0.$$

$$\Delta U_{12} = \frac{5}{2} \nu R T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 12p_0V_0 = 18p_0V_0.$$

$$T_1 = \frac{10p_0 \cdot 6V_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{4p_0 \cdot 12V_0}{\nu R}$$

$$p dV + V dp = \nu R dT.$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1.5.$$

$$\begin{aligned} \oint Q &= \Delta A + \Delta U = \\ &= p dV + \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{5}{2} p dV + V dp. \end{aligned}$$

$$2) T_3 = \frac{6p_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{36p_0V_0}{\nu R}$$

$$p = -V \cdot \frac{p_0}{V_0} + 16p_0.$$

$$T_{max} = \frac{pV}{\nu R} = \frac{(-V \frac{p_0}{V_0} + 16p_0) \cdot V}{\nu R}$$

$$\frac{T_{max}}{\nu R} = -V^2 \frac{p_0}{V_0} + 16p_0V.$$

↓ dT

$$\oint Q = \Delta A + \Delta U = \frac{849}{2} \cdot 12p_0V_0 - \frac{3}{2} \cdot$$

$$\left(\frac{T_{max}}{\nu R} \right)'_V = -2V \frac{p_0}{V_0} + 16p_0 = 0.$$

$$V = 8V_0 \Rightarrow p = 8p_0.$$

$$T_{max} = \frac{64p_0V_0}{\nu R}.$$

$$T_2 = \frac{48p_0V_0}{\nu R}.$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}.$$

$$T_1 = \frac{60p_0V_0}{\nu R}.$$

$$3) \eta = \frac{A_{12}}{Q} = ?$$

$$Q = Q_{12} + Q_{21}.$$

$$Q_{12} = p dV + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 36p_0V_0.$$

$$Q_{21} = A_{12} + \frac{3}{2} \cdot -12p_0V_0 = 30p_0V_0.$$

$$A_{12} = (10p_0 + 4p_0) \cdot \frac{1}{2} \cdot 6V_0 = 42p_0V_0.$$

$$\oint Q = \frac{5}{2} p dV + V dp$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{21}} = \frac{42}{30 + 36} = \frac{7}{11} = \boxed{\frac{7}{11}}.$$

$$\begin{aligned} \oint Q_{1,5-1,6} &= \frac{3-8}{2} p_0V_0 - \frac{3}{2} \nu R = \\ &= \frac{1}{2} p_0V_0 - \frac{3}{2} p_0V_0. \end{aligned}$$

$$p = -V \frac{p_0}{V_0} + 16p_0.$$

$$T_{1,5} = \frac{64p_0V_0}{\nu R}$$

$$T_{1,6} = \frac{30}{\nu R} p_0V_0.$$

$$\Delta T = \frac{p_0V_0}{\nu R}.$$



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 ☐

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!

$$\delta Q = \delta A + \delta U = \frac{1+\sqrt{3}}{2} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} (55 - 48) \cdot \frac{1}{2} p_0 V_0 - \frac{21}{2} p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} a_{\text{max}} &= a_{\text{min}} \\ m a_1 &= m g \sin \alpha_1 - F_1 \\ F_1 &= m g \sin \alpha_1 - m a_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta Q &= p dV + V dp > 0 \\ p dV + V dp &> 0 \\ p + V \frac{dp}{dV} &> 0 \end{aligned}$$

$$\frac{E}{e} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$p = -V \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0$$

$$p'_V = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$p dV + V dp = V R dT$$

$$-V \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0 + V \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) > 0$$

$$+ 2V \frac{p_0}{V_0} > 16 p_0$$

$$\begin{aligned} V \frac{p_0}{V_0} &< 16 p_0 \\ V &< 16 V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot 2\pi \cdot 5 = \\ &= \frac{5}{2\epsilon_0} \end{aligned}$$

$$\delta Q = p dV + V dp > 0$$

$$\frac{5}{2} p dV + V dp > 0$$

$$\frac{5}{2} p + V \frac{dp}{dV} > 0$$

$$\frac{5}{2} \left(-V \frac{p_0}{V_0} + 16 p_0\right) + V \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) > 0$$

$$-V \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{7}{2} + 40 p_0 > 0$$

$$40 > \frac{V}{V_0} \cdot \frac{7}{2}$$

$$\frac{80}{7} > \frac{V}{V_0}$$

$$V < \frac{80}{7} V_0$$

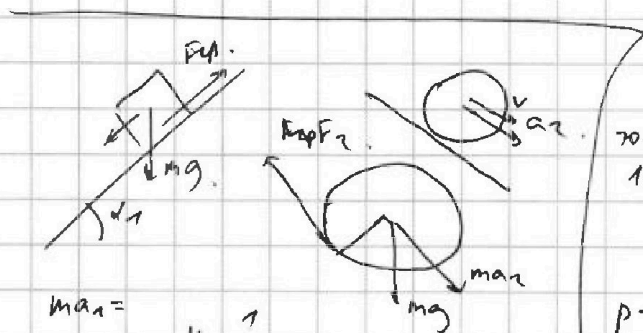
$$\begin{aligned} 16 \cdot 7 &= \\ &= 112 \end{aligned}$$

$$p = -\frac{80}{7} p_0 + 16 p_0 = \frac{32}{7} p_0$$

$$\begin{aligned} 115 &= -112 + 625 \\ &= 135 \end{aligned}$$

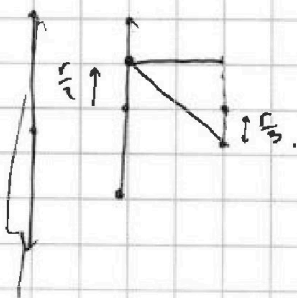
$$\frac{1}{r} + \frac{12\epsilon}{11R - 11r} =$$

$$= \frac{11R \cdot 12r + 12\epsilon r}{r(11R - 11r)}$$



$$m a_1 =$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot q$$



$$\begin{aligned} 31 &= \\ -16 &= \\ 65 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= \\ \frac{E}{\epsilon} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 11 \\ &625 \\ &182 \\ &= 433 \\ &35 \\ &= 38 \\ &= 17 \\ &= 325 \end{aligned}$$