



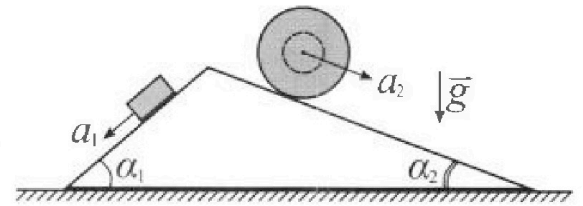
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

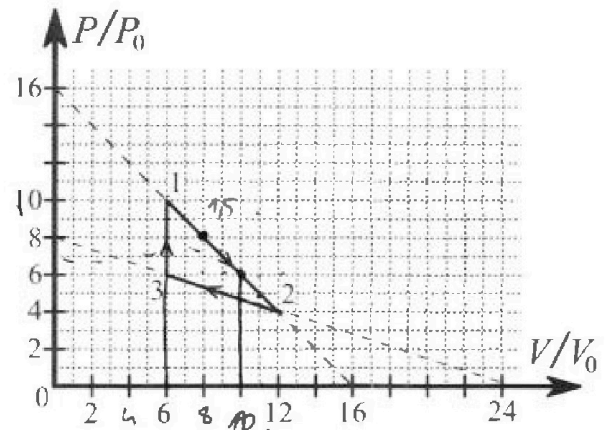


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

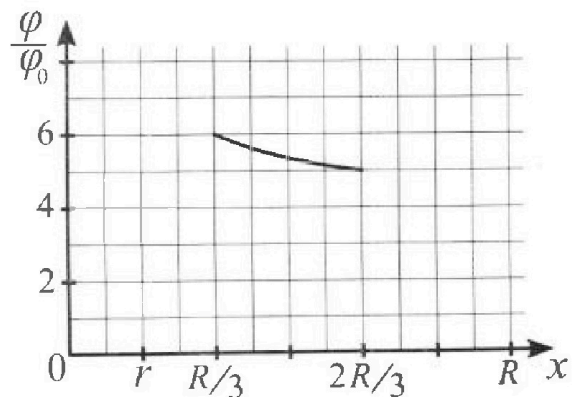
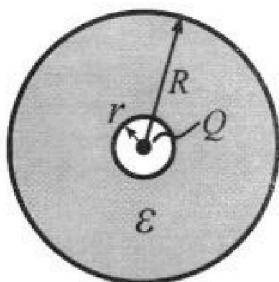
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3. ✓✓
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



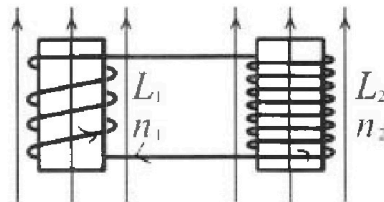
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

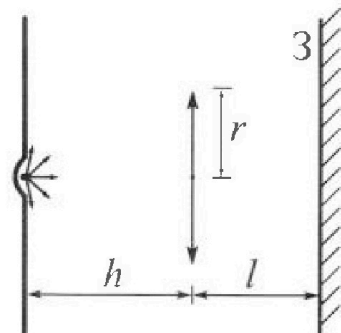


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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.

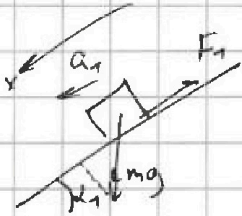
1) II 3-й Ньютона:

$$m_1 a_1 = m_1 g \cdot \cos(90^\circ - \alpha_1) - F_1$$

$$m_1 a_1 = m_1 g \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = (m_1 a_1 - m_1 g \sin \alpha_1) = \frac{m_1 g}{85} \left( \frac{5}{12} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= m_1 g \left( \frac{25}{85} - \frac{51}{85} \right) = \frac{26}{85} m_1 g = \frac{26}{85} m_1 g$$



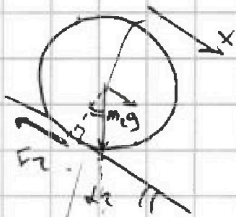
2) II 8-й Н.:

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

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

$$F_2 = \frac{20mg}{51} + \frac{18mg}{17} = mg \left( \frac{18}{17} + \frac{2}{3} \right) = mg \left( \frac{54}{51} + \frac{14}{51} \right) = mg \frac{20}{51}$$

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



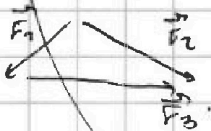
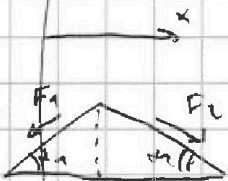
3)  $\vec{F}_{1x} \cdot \cos \alpha_1 + \vec{F}_{2x} \cdot \cos \alpha_2 = \vec{F}_x$

$$-F_1 \cdot \frac{4}{5} + F_2 \cdot \frac{15}{17} = F_x = \frac{26}{85} m_1 g \cdot \frac{4}{5} + m_2 g \cdot \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= m_1 g \frac{-10 \cdot 8}{17 \cdot 25} + m_2 g \frac{4 \cdot 5 \cdot 8}{17 \cdot 51} = m_1 g \left( \frac{4}{17} \left( -\frac{26}{25} + \frac{25}{17} \right) \right) = m_1 g \frac{4 \cdot 928}{17^2 \cdot 25}$$

$$F_3 = F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 = \left( \frac{26}{85} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20}{51} \cdot \frac{8}{17} \right) m_1 g$$

$$F_3^2 = F_x^2 + F_3^2 = m_1 g \left( \right)$$





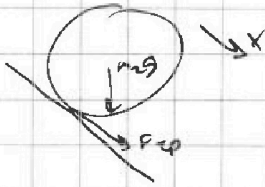
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№1. 2).



IV 3. И.:

- не задёрнуто.

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

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

~~$$= \frac{8g}{27} - \frac{9m}{5} = \frac{8m \cdot g}{27} - \frac{9m \cdot g}{5}$$~~

~~$$= \frac{2mg}{9} - \frac{18}{5} mg = mg \left( \frac{2}{9} - \frac{18}{5} \right) = -\frac{20}{51} mg$$~~

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

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

~~$$F_2 = 0$$
 *для краевых случаев*~~

II 2-й закон Ньютона

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

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

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{26}{85} mg$

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

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



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!

№2. 1.)  $A_{\Sigma} = S_{\Sigma} = 4\rho_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 12\rho_0 V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JRT = \frac{3}{2} J R_0 T_{12} = \frac{3}{2} J R \left( \frac{40-60}{J R} \right) \rho_0 V_0 = -12\rho_0 V_0$

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

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

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

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

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

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

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

3.)  $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{med}}}$

$\rightarrow Q_{\text{med}} = Q_{31} + Q_{1-\text{max}}$

$Q_{\text{med}} = Q_{31} = A_{31} + \frac{3}{2} J R_0 T_{31} =$   
 $= 0 + \frac{3}{2} J R \cdot 24\rho_0 V_0 = 36\rho_0 V_0$

$Q_{\text{max}} = A_{\text{max}} + \frac{3}{2} J R_0 T_{\text{max}}$

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

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

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

3.)  $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{med}}}$

найдём  $\tau$ . окончание процесса 1-2:

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

$J R \delta T = p\delta V + V\delta p \rightarrow$

$5p\delta V + 3V\delta p > 0$

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

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

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

$V_{\text{ок}} = 10V_0$

$p_{\text{ок}} = 6\rho_0$

$V < 10V_0$

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 7. Опасность:

$$V_{ак} = 10V_0 \quad P_{ак} = 6p_0 \Rightarrow Q_{удоб} = Q_{31} + Q_{1-7}$$

$$\Rightarrow T_{ак} = \frac{60p_0V_0}{JR}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \frac{3}{2}JR\Delta T_{31} = 0 + 36p_0V_0 = 36p_0V_0$$

$$Q_{1-7} = A_{1-7} + \frac{3}{2}JR\Delta T =$$

$$= \frac{10+6}{2} \cdot p_0 \cdot nV_0 + \frac{3}{2}JR \left( \frac{60p_0V_0}{JR} - \frac{60p_0V_0}{JR} \right) =$$

$$= 32p_0V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{уд}}{Q_{31} + Q_{1-7}} = \frac{12p_0V_0}{36p_0V_0 + 32p_0V_0} = \frac{12}{68} = \boxed{\frac{3}{17}}$$

- Ответы:
- 1.) 15
  - 2.)  $n = \frac{16}{9}$
  - 3.)  $\eta = \frac{3}{17}$

Страница 2 из 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!

реш. из графика:

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

$$\varphi_{\text{вн}} = 6\varphi_0$$

$$\varphi_{\text{вн}} = 5\varphi_0$$

$$\text{реш. из н.п.: } \varphi_x = \frac{kQ}{r} + \frac{e k Q}{x-r} \Rightarrow \left( \frac{1}{\frac{R}{3} - \frac{R}{6}} \right)$$

$$\begin{cases} 6\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{e k Q}{R} \\ 5\varphi_0 = \frac{4kQ}{R} + \frac{2e k Q}{R} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{e k Q}{R}$$

$$\hookrightarrow 5 \left( \frac{kQ}{R} + \frac{e k Q}{R} \right) = \frac{4kQ}{R} + \frac{2e k Q}{R}$$

$$5 + 5e = 4 + 2e$$

$$3e = 1$$

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

$$\text{Ответы: 1.) } \varphi_x = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{e}{x-r} \right) = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{e}{\frac{11}{6}R - r} \right)$$

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



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

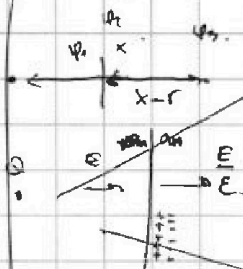
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

№3.  $E = \frac{kQ}{R^2} \Rightarrow E_{rp} = \frac{kQ}{r^2}$  — напряженность на границе:

$\Rightarrow$  при переходе в среду с диэлектриком:

$E_{вс} = \frac{E_{rp}}{\epsilon} \Rightarrow \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{r^2}$



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

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

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

Воспользуемся известной с R нулевым потенциалом r в т. O:

т. Габселя:

$\varphi = \frac{E}{\epsilon} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q_{вс}}{\epsilon_0} \Rightarrow q_{вс} = \frac{\epsilon_0}{\epsilon} 4\pi r^2 = \frac{\epsilon r^2}{k\epsilon}$

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

$\varphi_x = \frac{kQ}{x\epsilon} = \frac{12kQ}{11R\epsilon}$

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

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

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

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

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





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!

Уч.



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

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2.$$

поиск самоиндукции:

$$\varphi_1 = L_1 I = L I \cdot n = L I n$$

$$\varphi_2 = -L_2 I = -\frac{9L}{4} I \cdot \frac{3n}{2} = -\frac{27}{8} L I n.$$

Ищем, как будет вращаться:

$$\varphi_0 = \varphi_{10} + \varphi_{20} = B \cdot n_1 S - B \cdot n_2 S = BS \left( n - \frac{3n}{2} \right) = -\frac{n}{2} BS.$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = -\frac{13}{8} L I n.$$

1) в любой момент времени:  $\varphi_0 = \varphi_1 + \varphi_2 = -\frac{13}{8} L I n + L I n =$

$$d\varphi = d\varphi_1 = dB \cdot S n = -\alpha dt S n = -\frac{13}{8} L I n.$$

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

то эк.  $\varphi = \text{const} \Rightarrow d\varphi = 0$  — компенсирует  $d\varphi$  самоинд.

$$d\varphi = -\frac{13}{8} I n dI$$

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

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

2)  $\Delta \varphi_1 = \Delta B \cdot S \cdot n_1 = \frac{B_0}{4} \cdot S \cdot n$

$$\Delta \varphi_2 = \Delta B \cdot S \cdot n_2 = \left( 4B_0 - \frac{9B_0}{3} \right) S \cdot \frac{3n}{2} = \frac{14B_0}{3} \cdot \frac{3n}{2} \cdot S = 7B_0 S n$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi_{\text{сам}} = \Delta \varphi_1 - \Delta \varphi_2 = -\frac{7}{4} B_0 S n \rightarrow \text{сам. } d\varphi \text{ самоинд.}$$

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

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

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

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.

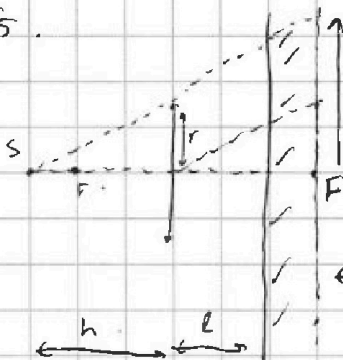


1  2  3  4  5  6  7

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

$\text{tg } \alpha_{\text{кр}} = \frac{r}{h} \Rightarrow R$  "наугад"

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

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

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

$\Rightarrow S_{\text{об}} - \text{высота "наугад"}$

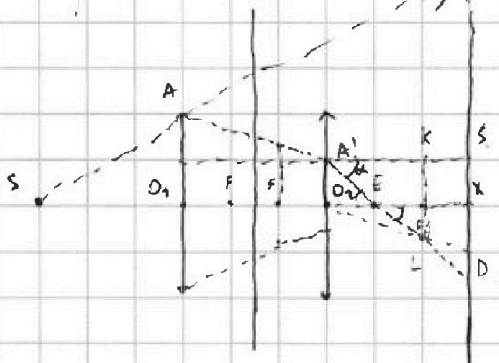
$S_{\text{об}} = \pi R^2$

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

$= \pi (\frac{36 \cdot 9 - 64}{9}) = 4\pi (\frac{3 \cdot 9 - 4}{3}) = 4\pi \frac{23}{3} = \pi \frac{92}{3}$

~~2)  $R_{\text{об}} \text{ зря} = 2R$  (гипотенуза)~~

~~$h_{\text{наугад}} \text{ по } \alpha \text{ и } r = H$~~



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

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

$S_{\text{об}} = h_{n.n.}^2 \cdot \pi = \frac{81}{16} \pi \cdot \frac{16}{9} = 9\pi$

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

1)  $R = 27$

2)  $h_2 \text{ наугад по } \alpha \text{ и } r = h_{2n} = r - \frac{r - h_{F1}}{F} \cdot 2l = r - \frac{\frac{1}{3}r}{\frac{2h}{3}} \cdot h = \frac{r}{2} = 2 \text{ см.}$

$h \text{ проекция } z \text{ (наугад)} = \frac{r}{2} = \frac{h_{F1}}{2h_{F1}} \Rightarrow h_{F2} = \frac{r}{3} = \frac{4}{3} \text{ см.}$

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

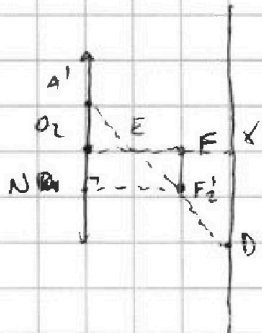
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$FF_2 = h \cdot \frac{2}{3} = \frac{r}{3}, \quad O_2A' = \frac{r}{2}, \quad O_2E = F.$$

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

$$= \frac{2hr}{5r} = \frac{2h}{5} \Rightarrow EX = \frac{2h}{5}$$

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

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

$$\Rightarrow S_{\text{кольца}} = S_{\text{вн. окр.}} - S_{\text{вн. окр.}} = S_{\text{вн. окр.}} - S_{\text{вн. окр.}} = \pi \cdot (2R)^2 - \pi \cdot (2r)^2 =$$

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

Ответ: 1)  $\gamma_1 = 27$ .

2)  $\gamma_2 = 135$ .

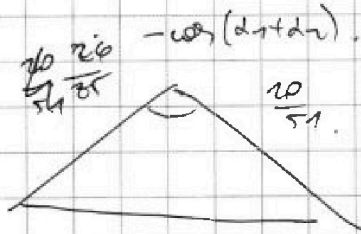


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{5}{7} - \frac{15}{17} = \frac{11}{17} \quad \frac{3}{5} = \frac{3}{17}$$

$$E_3 = \left(\frac{26}{85}\right)^2 + \left(\frac{5.5}{17.3}\right)^2 - \frac{26 \cdot 7.7}{17.7 \cdot 12.3} \cdot \left(\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2 - \sin \alpha_1 \cdot \sin \alpha_2\right)$$

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

$$\frac{25}{17} - \frac{26}{25} = \frac{25^2 - 26 \cdot 17}{17 \cdot 25} = \frac{625 - 302}{17 \cdot 25} = \frac{323}{17 \cdot 25}$$

$$\frac{26}{17} - \frac{41}{260} = \frac{302}{302}$$

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

$$\frac{26 \cdot 3}{17 \cdot 25} + \frac{20 \cdot 8}{17 \cdot 51} = 26 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 3 + 160 \cdot 25$$





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!

$$N2. 1) A_{12} = S_D = 4p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 12p_0V_0$$

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

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

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

$$pdV + Vdp = \nu R dT$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1,5$$

$$\begin{aligned} \delta Q &= dA + dU = \\ &= pdV + \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{5}{2} pdV + Vdp \end{aligned}$$

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

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

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

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

↓ dT

$$\delta Q = dA + dU = \frac{8+9}{2} \cdot 1p_0V_0 - \frac{3}{2}$$

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

$$T_{max} = \frac{6p_0V_0}{\nu R}$$

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

$$T_2 = \frac{4p_0V_0}{\nu R}$$

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

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6}$$

$$3) \quad \eta = \frac{A_{12}}{Q} \Rightarrow Q_{12} \rightarrow Q = Q_{12} + Q_{21}$$

$$Q_{21} = pdV + \frac{3}{2} \nu R 2p_0V_0 = 36p_0V_0$$

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

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

$$\delta Q = \frac{5}{2} pdV + Vdp$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{21}} = \frac{42}{30 + 36} = \frac{42}{66} = \frac{7}{11}$$

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

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

$$T_{1,5} = \frac{6p_0V_0}{\nu R} \quad T_{1,6} = \frac{30}{\nu R} p_0V_0$$

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



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!

$$\delta Q = dA + dU = \frac{1+\mu}{2} \cdot p_0 v_0 - \frac{3}{2} \cdot (55-48) \cdot v_0^2$$

$$\frac{1}{2} p_0 v_0 - \frac{3}{2} p_0 v_0$$

max - max.  
 $m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$   
 $F_1 = m g \sin \alpha_2 - m a_2$

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

$$p dV + V dp > 0$$

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

$$-\frac{p_0}{v_0} + 16 p_0 + V \cdot \left(-\frac{p_0}{v_0}\right) > 0$$

$$16 p_0 > \frac{p_0}{v_0} \cdot V$$

$$V < 16 v_0$$

$$V < 8 v_0$$

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

$$p = -V \frac{p_0}{v_0} + 16 p_0$$

$$p'_V = -\frac{p_0}{v_0}$$

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

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

$$\frac{1}{2} p dV + V dp > 0$$

$$\frac{1}{2} p + V \frac{dp}{dV} > 0$$

$$\frac{1}{2} \left(-\frac{p_0}{v_0} + 16 p_0\right) + V \left(-\frac{p_0}{v_0}\right) > 0$$

$$-V \frac{p_0}{v_0} + 16 p_0 > 0$$

$$16 > \frac{V}{v_0}$$

$$16 > \frac{V}{v_0}$$

$$V < 16 v_0$$

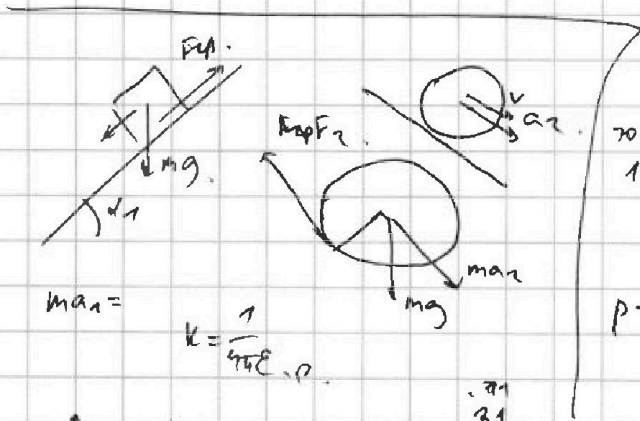
$$p = -\frac{30}{7} p_0 + 16 p_0 = \frac{32}{7} p_0$$

$$16 \cdot \frac{-182 + 625}{7} = 135$$

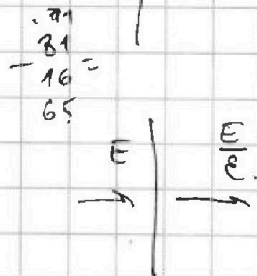
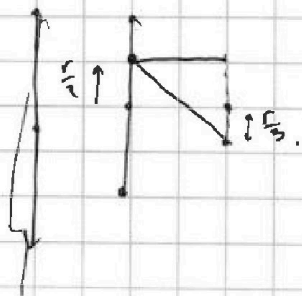
$$\frac{1}{r} + \frac{12E}{11R-12r} =$$

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

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



$$m a_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2}$$



$$\begin{array}{r} 625 \\ 182 \\ \hline 443 \\ 35 \\ \hline 478 \\ 25 \\ \hline 503 \end{array}$$