



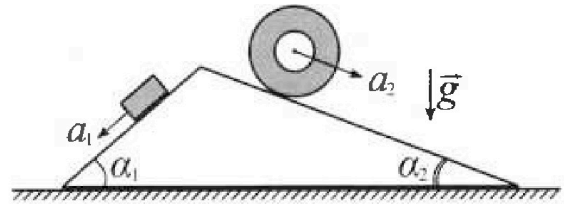
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

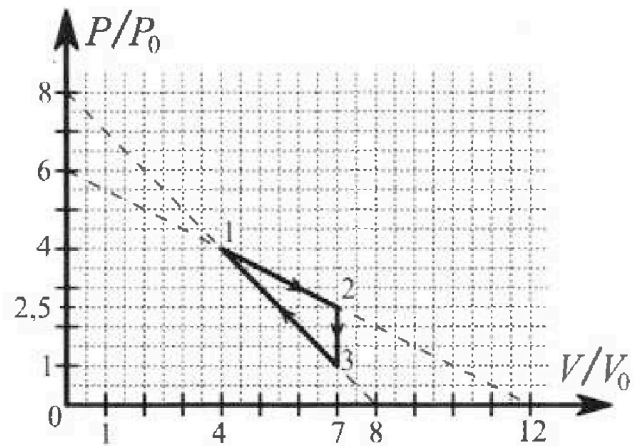


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

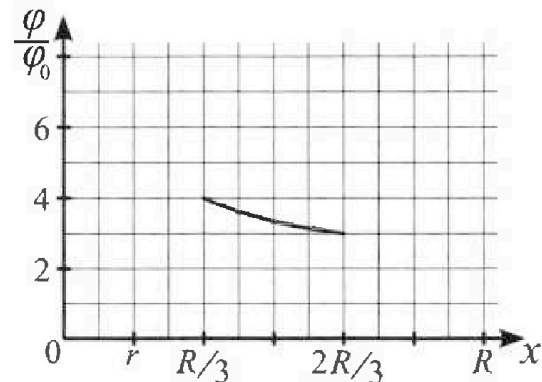
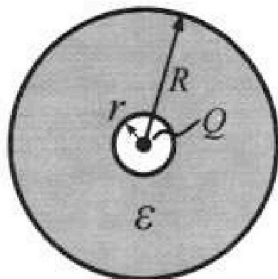
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



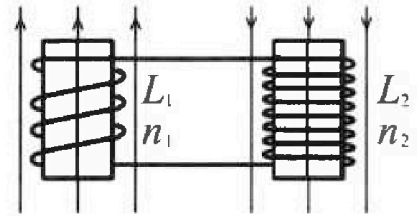
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

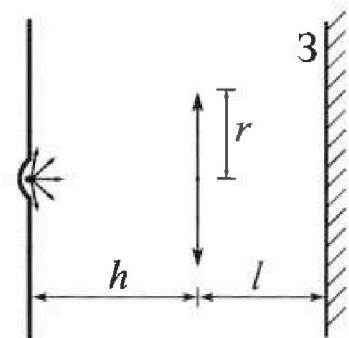


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, 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 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 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!

Решение:

$$a_1 = \frac{5}{13} g$$

$$m$$

$$a_2 = 24 g$$

$$\mu m$$

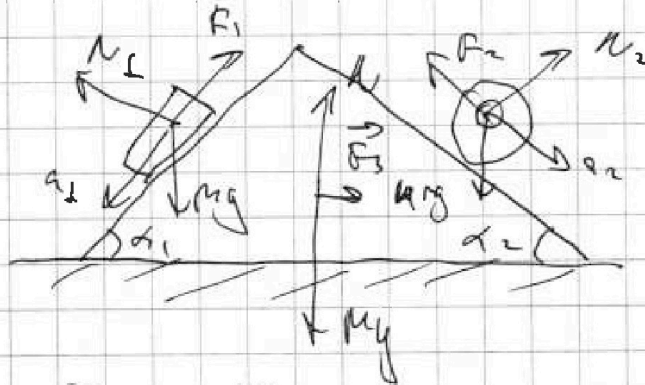
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

$$F_3 - ?$$



на первом \vec{u} з.к:

$$m \vec{a}_1 = N_1 + m \vec{g} + \vec{F}_1$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot g \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= m g \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} m g$$

на втором \vec{u} з.к:

$$\mu m \vec{a}_2 = N_2 + \mu m \vec{g} + \vec{F}_2$$

$$\mu m a_2 = \mu m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \mu m g \sin \alpha_2 - \mu m a_2 = \mu m \left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{24}{13} \right) =$$

$$= 4 m g \frac{5(24-13)}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} m g$$

у с-е рав-ва по силе: $\mu m a_2 \cos \alpha_2 = F_3 + m a_1 \cos \alpha_1$

$$F_3 = m (a_1 \cos \alpha_1 - \mu a_2 \cos \alpha_2) =$$

$$= m g \left(m g \left(\frac{5}{13} \cdot \frac{4}{5} - 4 \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} \right) - \left(\frac{4}{13} - \frac{10}{13} \right) m g = \right.$$

$$\left. = \frac{6}{13} m g \Rightarrow |F_3| = \frac{6}{13} m g$$

Ответ: $\frac{14}{65} m g$; $\frac{55}{78} m g$; $\frac{6}{13} m g$



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!

$$1) \frac{\Delta U_{\text{аб}}}{A} \quad A = S_{\text{тока}} = \frac{1}{2} (2,5 + 4) p_0 \cdot (7 - 4) V_0 - \frac{1}{2} (1 + 4) p_0 \cdot$$

$$(7 - 4) V_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{2} \cdot 3 p_0 V_0 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 3 p_0 V_0 =$$

$$= \frac{39 - 15}{4} p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$(\Delta U) = \frac{3}{2} \Delta p V = \frac{3}{2} \cdot 7 V_0 \cdot (2,5 - 1) p_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 7$$

$$2) P_{12} - \text{функция } p(V) = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0} \quad (\text{по графику})$$

$$T_{\text{max}} \Rightarrow p_{\text{min}} = \text{min}$$

$$p_{\text{min}} = V \left(6 p_0 - \frac{p_0 V}{2 V_0} \right) = \text{min}$$

$$(p_{\text{min}})' = 0 = \left(6 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \right) \Rightarrow V = 6 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{18 p_0 V_0}{\nu R} \quad \Rightarrow p_2 = 3 p_0 \Rightarrow$$

$$T_1 = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{18 p_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{16 p_0 V_0} = \frac{9}{8} = 1,125$$

$$3) \eta = \frac{A_1}{Q_{\text{к}}} \quad A = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$T_2 \rightarrow T_{\text{max}}: Q_{\text{к}}(T_{\text{max}} \rightarrow T_1) \quad Q_{1, \text{max}} = \frac{5}{2} (18 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0) = 5 p_0 V_0$$

$$T_{\text{max}} \rightarrow T_2 \quad Q_{\text{к}} < 0 \Rightarrow Q_{\text{хот}} \quad (T_2 < T_{\text{max}})$$

$$T_2 \rightarrow T_3 - Q < 0 \Rightarrow Q_{\text{хот}} \quad Q_{2,3} = \Delta U_{2,3} < 0 \quad (V_2 < V_3)$$

$$T_3 \rightarrow T_1: Q_1 = \Delta U_{1,3} \quad A = -(16 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) = 9 p_0 V_0$$



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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА
2 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!

$$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} Nk (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{16 p_0 V_0}{pR} - \frac{2 p_0 V_0}{pR} \right) = \frac{3}{2} \cdot 5 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = 5 p_0 V_0 \left(\frac{3}{2} - 1 \right) = 4,5 p_0 V_0 > 0 \Rightarrow Q_4$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{31}} = \frac{2,25 p_0 V_0}{5 p_0 V_0 + 4,5 p_0 V_0} = \frac{2,25 p_0 V_0}{9,5 p_0 V_0} = \frac{9}{38}$$

Ответ: 7; $\frac{9}{8}$; $\frac{9}{38}$



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

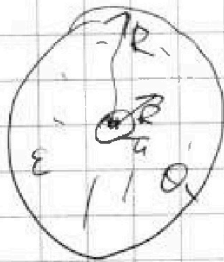
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

$$1) x = \frac{R}{4}$$

$$\varphi(x) = ?$$

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



$$r = \frac{R}{4} \text{ (по условию)}$$

$\vec{E}_{\text{внутри}}$ - направление

внутри $\vec{E}_{\text{внутри}} = 0 \Rightarrow \varphi(r) = 0$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{(x-r)\epsilon} = \frac{Q}{\left(\frac{R}{4} - \frac{R}{3}\right)\epsilon} = \frac{12Q}{R\epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{5}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{Q}{\left(\frac{R}{5} - \frac{R}{3}\right)\epsilon} - \frac{Q}{\left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{3}\right)\epsilon} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{0Q}{R\epsilon} - \frac{0Q}{3R\epsilon} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{4Q}{R\epsilon} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon = \frac{4Q\epsilon_0}{RQ}$$

Ответ: $\frac{12Q}{R\epsilon}$; $\frac{4Q\epsilon_0}{RQ}$



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!

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ n_1 &= n \\ L_2 &= 4L \\ n_2 &= 2n \\ S \end{aligned}$$

$$1) \frac{\Delta n}{\Delta t} = \alpha > 0$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = ?$$

$$2) I = ?$$

$$1) |E_i| = n \frac{d\Phi}{dt} = n \frac{dB S}{dt} \quad (\cos 0^\circ = 1) =$$

$$= L \frac{dI}{dt} \quad L_0 = L_1 + L_2 = 5L$$

$$S \frac{dB}{dt} = L_0 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{S}{L_0} \frac{dB}{dt} = \alpha \frac{S}{L_0} = \frac{\alpha S_0}{5L}$$

$$2) |E_i| = n_1 \frac{d\Phi_1}{dt} + n_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = n_1 L \frac{dI}{dt} + 2n \cdot 4L \frac{dI}{dt} =$$

$$= \frac{n S dI}{dt} + \frac{2n S dI}{dt}$$

$$L \frac{dI}{dt} + 8L \frac{dI}{dt} = S dB_1 + 2S dB_2$$

$$9L \frac{dI}{dt} = S (dB_1 + 2dB_2)$$

$$\int 9L \frac{dI}{dt} dt = S \int (dB_1 + 2dB_2), \quad dB_1 = \frac{B_0}{2}, \quad dB_2 = \frac{4}{3} B_0$$

$$9LI = S \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{3} B_0 \right)$$

$$9LI = S \frac{3 + 16}{6} B_0$$

$$I = \frac{1}{54} \frac{160 S}{L}$$

Ответ: ~~1/54~~ $\frac{160 S}{54 L} = \frac{80 S}{27 L}$

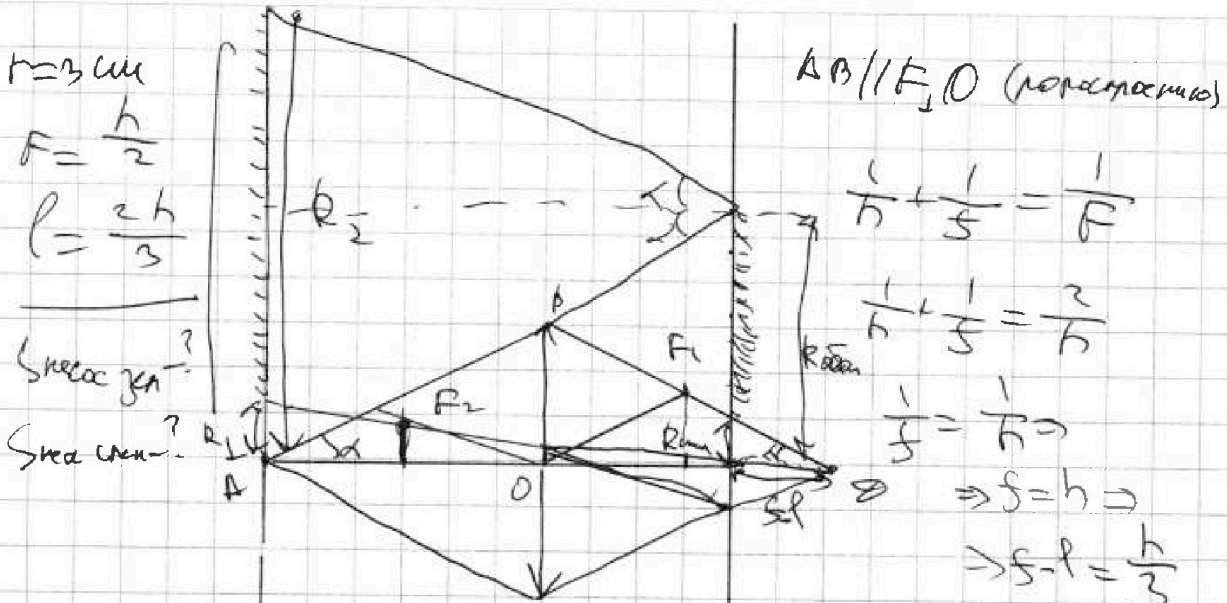


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



$h = 3 \text{ см}$
 $F = \frac{h}{2}$
 $l = \frac{2h}{3}$

Среднее арифметическое?
 Среднее геометрическое?

$AB \parallel EO$ (перпендикулярно)

$\frac{1}{h} + \frac{1}{l} = \frac{1}{r}$
 $\frac{1}{h} + \frac{1}{l} = \frac{2}{h}$
 $\frac{1}{l} = \frac{1}{h} \Rightarrow l = h \Rightarrow$
 $\Rightarrow r = h = 3$

R_1 - радиус освещенной сферы
 R_2 - радиус границы освещенной и освещенной сферы

$\text{tg } \alpha = \frac{r}{h} = \frac{R_{осв}}{\frac{5}{3}h} = \frac{R_{осв}}{5}$

$h = \frac{r}{\text{tg } \alpha}, R_{осв} = \frac{5}{3}h \text{ tg } \alpha = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см}$
 $R_{кон} = \frac{1}{3}h \text{ tg } \alpha = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$

$\text{tg } \alpha = \frac{R_2}{2 \cdot \frac{5}{3}h} \Rightarrow R_2 = \frac{3}{5}r = 10 \text{ см}$
 $\text{tg } \beta = \frac{R_1}{2h} = \frac{R_{осв}}{h}$

$S_{осв} \text{ сферы} = \pi R_{осв}^2 - \pi R_{кон}^2$

$r = \angle(\overrightarrow{OP_2}, \overrightarrow{OA}) \Rightarrow R_k = 2r_{кон} = 2 \text{ см}$

$\Rightarrow 2 \text{ см} \Rightarrow S_{осв} \text{ сферы} = \pi \cdot 100 - \pi \cdot 4 = 96\pi$

Ответ: $2 \text{ см}; 96\pi$



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 черпунком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2. \frac{9LI}{S} = \frac{3\beta_0^2 - \beta_0^2}{4} + 2 \left(\frac{4\beta_0^2 - 4\beta_0^2}{3} \right)$$

$$3\beta_0 LI = \beta_0 S \cdot \frac{1}{2} + 2 S \cdot \frac{4}{3}$$

~~$\int \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int \vec{E} \cdot \vec{E} = E^2$~~

$$\frac{18LI}{S} = \frac{-27 + 32 - 288}{30} \beta_0^2$$

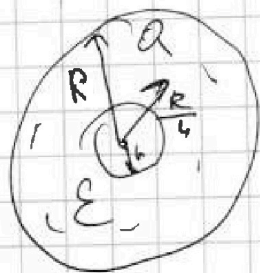
$$\frac{18LI}{S} = \frac{-288}{30} \beta_0^2$$

$$I = \frac{-288}{30 \cdot 4\pi} \frac{\beta_0^2 S}{L}$$

$$\frac{18LI}{S} = \frac{-27 + 32 - 288}{30} \beta_0^2$$

$$I = \frac{-288}{30 \cdot 4\pi} \frac{\beta_0^2 S}{L}$$

$\varphi(R) = ?$ $\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{kQ}{R}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$



$$\varphi(R) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi = \frac{3}{2} \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{r} = \frac{4kQ}{2R} - \frac{kQ}{r}$$

$$+ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{3Q}{2R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$4\varphi = 3\phi$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$



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!

$$\int \sin \alpha dI = nS \int_0^{I_0} \sin \alpha dI + 2nS \int_{2I_0}^{3I_0} \sin \alpha dI$$

$$\sin \alpha dI = nS \cdot \frac{I_0}{2} + 2nS \sin \alpha \cdot \frac{I_0}{3}$$

$$\sin \alpha dI = \frac{3nS \sin \alpha I_0 + 4nS \sin \alpha I_0}{6} = \frac{7nS \sin \alpha I_0}{6}$$

$$I = \frac{7nS \sin \alpha I_0}{54SL}$$

2 → 3: $Q_1 = 0$ и < 0 (пр \downarrow) ⇒ Q_{\min}

3 → 3: $Q_1 = A + B u = 16p_0 u_0 - 2p_0 u_0 + \frac{3}{2}(16p_0 u_0 - 2p_0 u_0)$
 $= 9p_0 u_0 \cdot \frac{5}{2} = 22,5 p_0 u_0$

$$T_1 = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0}$$

1 → T_{\max} : $Q_1 = \frac{5}{2}(16p_0 u_0 - 16p_0 u_0)$

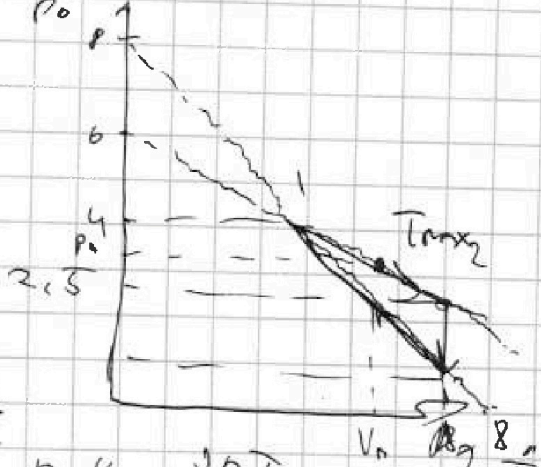
$$p_1 u_1 = \sqrt{R} T_{\max}$$

д: 1 → 2: $\delta p = -\frac{dV}{2} \quad \delta p_0 = \frac{p_0 u_0}{2}$

$$p_2 = \frac{p_0 u_0}{2} - \frac{p_0 u_0}{2} = 0$$

$$p_2 = 0 \quad - \frac{1}{2}$$

$$T_{\max} = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0}$$



$$p_1 u_1 = \sqrt{R} T_{\max}$$

$$T_{\max} = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} \cdot \frac{16p_0 u_0}{\sqrt{R}} = 1$$

$$T(u) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} \left(16p_0 u_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 u_0}{u_0} \right) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} (16p_0 u_0 - \frac{1}{2} p_0 u_0)$$

$$T(u) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} (16p_0 u_0 - \frac{1}{2} p_0 u_0) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} (16p_0 u_0 - \frac{1}{2} p_0 u_0)$$

$$T(u) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} (16p_0 u_0 - \frac{1}{2} p_0 u_0) = \frac{\sqrt{R}}{16p_0 u_0} (16p_0 u_0 - \frac{1}{2} p_0 u_0)$$

$$p(u) = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 u_0}{u_0}$$



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.

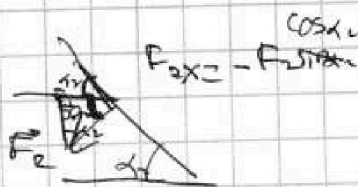
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$\approx 4mg \frac{5 \cdot (24 - 13)}{13 \cdot 24} = \frac{4mg \cdot 5 \cdot 11}{13 \cdot 6 \cdot 4} = \frac{55}{78} mg$$

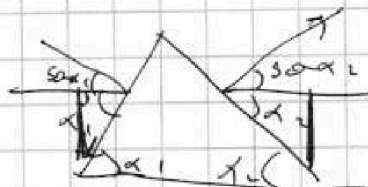
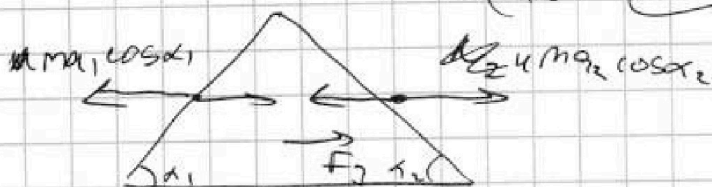


$$F_1 = F_2 \cos \alpha_1$$

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_3 = F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1$$

$$\approx \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) mg$$



$$4Mg_2 \cos \alpha_2 + F_3 = Mg_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = Mg_1 \cos \alpha_1 - 4Mg_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} \cdot 4mg =$$

$$= \frac{4}{13} mg - \frac{10}{13} mg = -\frac{6}{13} mg$$

$$|F_3| = \frac{6}{13} mg$$



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
— 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. Лорча QR-кода недопустима!

$$M$$

$$a_1 = \frac{5g}{13}$$

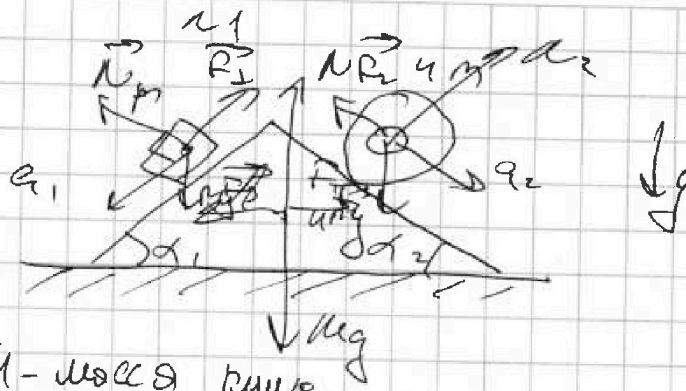
$$4M$$

$$a_2 = \frac{5g}{24}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

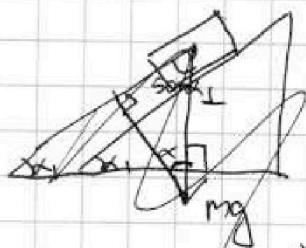
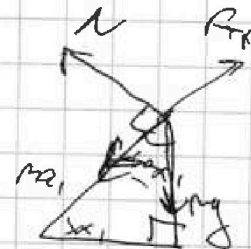
F_1 ?
 F_2 ?
 F_3 ?



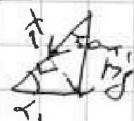
M - масса груза

$$1) \vec{m}a_1 = \vec{F}_1 + \vec{m}g + \vec{N}_1$$

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



~~$\sin \alpha_1 = \frac{4}{5}$~~



~~$\cos(90 - \alpha_1) = \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$~~

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

$$= m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$$

$$= m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13} g \right) = mg \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) =$$

$$2) 4Ma_2 = R_2 + 4Mg + N_2 = mg \frac{3g - 2g}{65} = \frac{14}{65} mg$$

$$4Ma_2 = -F_2 + 4mg \sin \alpha_2$$

$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 4m \left(g \frac{5}{13} - \frac{5}{24} g \right) = 4mg \left(\frac{24 \cdot 5 - 13 \cdot 5}{13 \cdot 24} \right) =$$

$$= 4mg \cdot \frac{55}{312} = \frac{55mg}{78}$$



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!

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

$$r = 3 \text{ см}$$

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

1) $S_{\text{крас}} = ?$

2) $S_{\text{крас}} = ?$

$$S_{\text{крас}} = 2 S_1$$

$$S_{\text{крас}} = \pi r^2$$

~~$$\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{r}$$~~

~~$$\frac{2}{R} = \frac{2}{2h} + \frac{1}{h}$$~~

~~$$2 = 1 + 1$$~~

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{r}$$

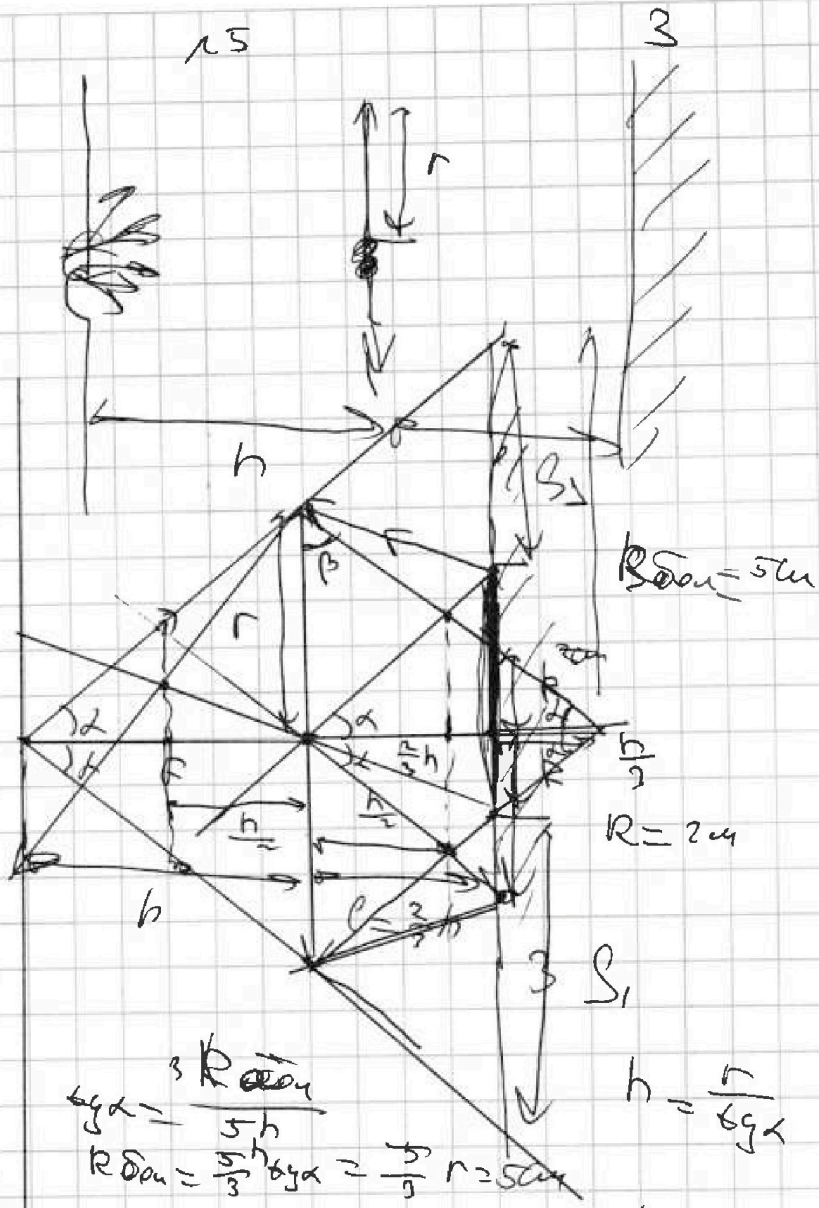
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{r}$$

$$= \frac{r-h}{Rr}$$

$$5 = \frac{h^2 - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}h} = h + \frac{1}{h}$$

~~$$2 S_{\text{крас}} = 2 \cdot \pi R^2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 100 \pi$$~~

$$S_{\text{крас}} = \frac{\pi R^2}{2} \quad R = \frac{2h + \frac{1}{h}}{2} = \frac{2}{3} \cdot r = 2 \text{ см}$$



15

3

$$R_{\text{крас}} = 5 \text{ см}$$

$$R = 2 \text{ см}$$

$$h = \frac{r}{69x}$$

$$69x = \frac{3 R_{\text{крас}}}{5h}$$

$$R_{\text{крас}} = \frac{5h}{3} 69x = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$

$$69x = \frac{r}{h} \Rightarrow r = h + 69x$$

$$69\beta = \frac{h}{r} = \frac{h}{h + 69x} = \frac{1}{69x}$$



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!

$S_{\text{трап}} = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi(25 - 16) = 9\pi$

$R_2 = 5$

$R_1 = h$

$h = \frac{5}{\text{tg} \alpha} = \frac{5}{\frac{3}{4}} = \frac{20}{3}$

$R = \frac{5}{3} = 1\text{ см}$

$S_{\text{трап}} = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi(100 - 4) = 96\pi$

$\text{tg} \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow R_2 = \frac{10h \text{ tg} \alpha}{3} = \frac{10 \cdot \frac{20}{3} \cdot \frac{3}{4}}{3} = 10\text{ см}$

$R_2 = 10\text{ см}$

$R = \frac{R_2 \text{ tg} \alpha}{2} = \frac{10 \cdot \frac{3}{4}}{2} = \frac{15}{4}$

$S_{\text{трап}} = \pi(100 - 4) = 96\pi$

$\text{tg} \beta = \frac{R_1}{2h} = \frac{R_{\text{шар}}}{h} \Rightarrow R_1 = 2R_{\text{шар}} = 2\text{ см}$

$S_{\text{шар}} = \pi(100 - 4) = 96\pi$



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!

12

1) $\Delta U \rightarrow ?$

A

$$2 \rightarrow 3: \Delta W = 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} =$$

$$= \frac{3}{2} \nu V_0 \cdot (2,5 - 1) p_0 = 2 p_0 \nu V_0 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} =$$

$$= \frac{63}{4} p_0 \nu V_0$$

$$A = S = \frac{1}{2} (2,5 + 4) p_0 \cdot 3 V_0 - \frac{1}{2} (1 + 4) p_0 3 V_0 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{2} p_0 \cdot 3 V_0 - \frac{1}{2} \cdot 5 p_0 \cdot 3 V_0 =$$

$$= \frac{39 p_0 \nu V_0}{4} - \frac{15}{2} \cdot \frac{3 p_0 \nu V_0}{4} = \frac{3}{4} p_0 \nu V_0$$

$$\frac{Q_{12}}{A} = \frac{63}{4} \cdot \frac{4}{3} = 21 \rightarrow 21$$

$$b) \frac{A}{Q_{12}}$$

$$2) \frac{T_{12}}{T_1}$$

$$p_i V_i = \nu R T_i$$

$$T_i = \frac{\nu R}{p_i V_i} = \frac{\nu R}{4 p_0 \cdot 4 V_0} = \frac{\nu R}{16 p_0 V_0}$$

$$p_1(V_0) = p p_0 + \frac{1}{V_0} \frac{1}{p_0} \alpha_1 V_0 \quad \alpha_1 = - \frac{1}{V_0} p_0$$

$$p_2(V_0) = 0 p_0 + \alpha_2 V_0 \quad \alpha_2 = - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$p_1(V_0) = p p_0 - \frac{p_0}{V_0}$$

$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad p_2(V_0) = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$A_{12} = 12,5 p_0 \nu V_0 - 16 p_0 \nu V_0 = 1,5 p_0 \nu V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}$$



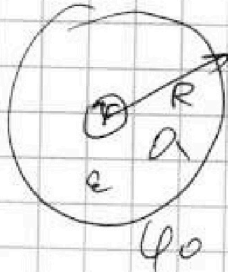


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

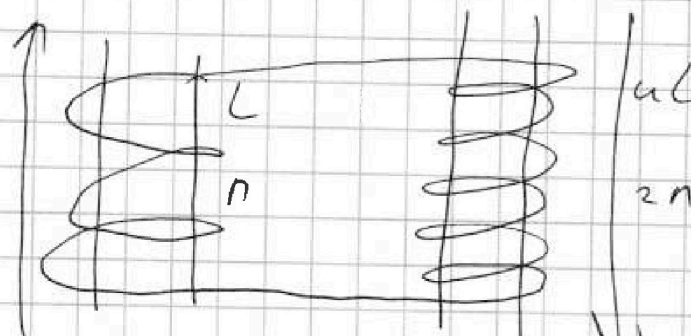
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\varphi(x) = \frac{3}{2} \quad \int \sin \alpha dt = nS \int \frac{B_0}{2} dt + 2 \int \frac{B_0}{2} dt$$

$$x = \frac{R}{4} \quad \int \sin \alpha dt = nS \left[\frac{B_0}{2} t + 2 \int \frac{B_0}{2} dt \right]$$

$L_1 = L$
 $L_2 = uL$
 $n_1 = n$
 $n_2 = 2n$
 S



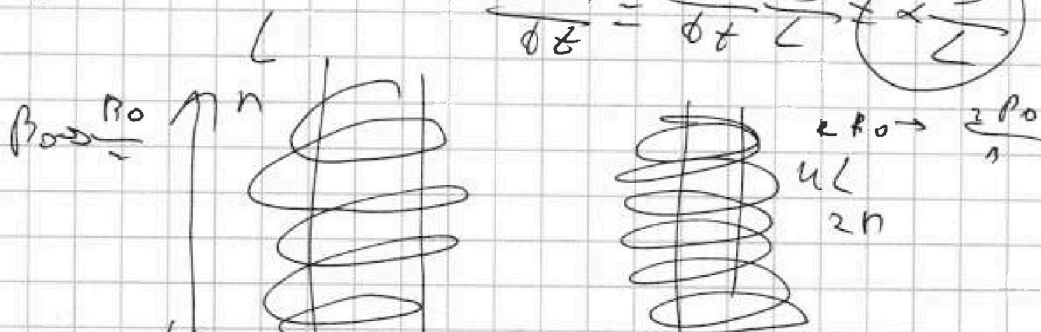
1) $\frac{dI}{dt} = ?$

$$|E_i| = \frac{n d\varphi}{dt} = nL \frac{dI}{dt} = \frac{n \mu_0 n^2 S}{L} (\cos 0^\circ) = 1$$

2) $B_0 \rightarrow \frac{2}{3} B_0$
 $I_k = ?$

$$L \frac{dI}{dt} = nS \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{S}{L} \times \left(\frac{S}{L} \right)$$



$$|E_i| = \frac{n_1 d\varphi_1}{dt} + \frac{n_2 d\varphi_2}{dt} = \frac{n_1 L_1 dI_1}{dt} + \frac{n_2 L_2 dI_2}{dt}$$

$$= \frac{n_1 S \mu_0 n_1^2}{L_1} + \frac{n_2 S \mu_0 n_2^2}{L_2} \quad \varphi_{1,2} \pm \varphi_{2,1}$$

$$nL + 2nL \sin \alpha dt = n S \varphi_1 + 2n S \varphi_2$$



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!

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k_0}{\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3k_0}{2\epsilon R}$$

$$\varphi = \frac{Q}{(x-n)\epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{Q}{\left(\frac{R}{2} - \frac{R}{2}\right)\epsilon}$$

$$\frac{3k_0}{2\epsilon R} - \frac{6k_0}{2\epsilon R} = -\varphi_0$$

$$\frac{3k_0}{2\epsilon R} = \varphi_0$$

$$\epsilon = \frac{3k_0}{2\varphi_0 R} = \frac{3Q}{2\varphi_0 R \cdot 4\pi \epsilon_0}$$

$$k_0 = \frac{R_1}{2h} =$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{12Q}{R\epsilon}$$

~~е~~

~~е~~

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

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



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 черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$T(V) = \frac{PR}{\sqrt{(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0})}} = \text{const}$$

$$T'(V) = 0 = \left(\frac{PR \cdot 2V_0}{(12p_0 V_0 - p_0 V)} \right)' = 0 = \text{const}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$pV = \min$$

$$T_1 = \frac{16p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$T_2 = \frac{2p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$T_1, T_2$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{R}{16} = pV = \sqrt{(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0})} = \min$$

$$(pV)' = (6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0})' = \min$$

$$(pV)' = 6p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} = 0$$

$$V = 6V_0 \Rightarrow p = 3p_0$$

$$p(6V_0) = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 \cdot 6V_0}{V_0} = 3p_0$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2R}{16p_0 V_0}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{PR}{16p_0 V_0} \cdot \frac{16p_0 V_0}{\sqrt{R}} = \frac{16}{16} = \frac{3}{8} = 1,125$$

$$1 \rightarrow T_{\text{max}} \quad Q_{\text{a}} > 0$$

$$T_2 = \frac{16p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$Q_{\text{a}} = \frac{3}{2} (16p_0 V_0 - 16p_0 V_0) = 5p_0 V_0$$

$$T_3 = \frac{2p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$R \neq T_{\text{max}} \rightarrow 2 \quad T_2 \rightarrow Q < 0 \quad Q_{\text{a}} = 16p_0 V_0 - 2p_0 V_0 = 14p_0 V_0$$

$$Q_{\text{a}3} \rightarrow = \frac{3}{2} (16p_0 V_0 - 2p_0 V_0) = 22,5 p_0 V_0 < 0$$

$$Q_{\text{a}} = 5p_0 V_0 + 22,5 p_0 V_0 = 27,5 p_0 V_0$$

$$n = \frac{3}{R} \cdot \frac{27,5}{88,5} = \frac{3}{160} \cdot \frac{5}{410} = \frac{3}{180} = 1,6\%$$